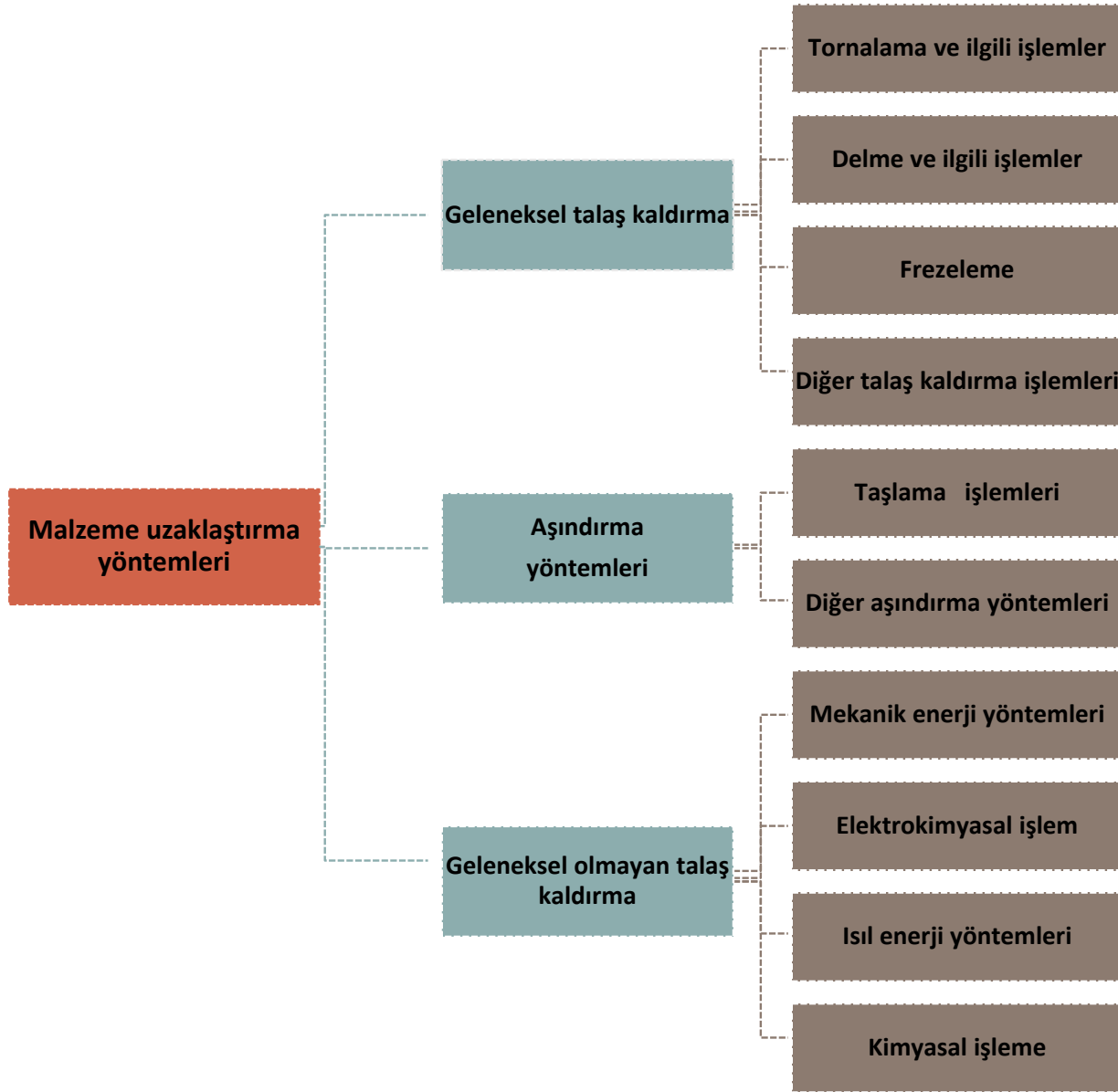


TALAŞLI ŞEKİL VERME

Malzeme Uzaklaştırma Yöntemleri

Ortak noktası, başlangıç parçasından malzeme uzaklaştırarak, kalan parçanın istenen geometriye sahip olması olan, bir şekillendirme yöntemleri ailesidir.

- **Talaş kaldırma** – sivri bir kesici takımla malzeme uzaklaştırma, örn., tornalama, frezeleme, delme
- **Aşındırma yöntemleri** – sert aşındırıcı parçacıklarla malzeme uzaklaştırma, örn., taşlama
- **Geleneksel olmayan yöntemler** – malzeme uzaklaştırmak için sivri kesici takımın dışındaki değişik enerji formları



Şekil 1.1 Talaş kaldırma yöntemlerinin sınıflandırılması.

İşleme Kalitesi

Talaş kaldırma işleminin amacı, parçalara sadece bir şekil vermek değil, bunları geometrik, boyut ve yüzey bakımından parça resminde gösterilen belirli bir doğruluk derecesine göre imal etmektir. Buna işleme kalitesi denir. Parçanın geometrik, boyut ve yüzey doğruluğunu kapsayan işleme kalitesi, günümüzde talaş kaldırma işleminin en önemli özelliğidir.

Bir iş parçası, işlendikten sonra teknik resim üzerinde gösterilen nominal (veya ideal) şekline göre bazı nedenlerden dolayı **geometrik, boyut ve yüzey** bakımından bir takım sapmalar (hatalar) göstermektedir.

İşleme kalitesini oluşturan **boyut, geometrik ve yüzey kaliteleri** pratikte ayrı ayrı ifade edilir.

Boyut Kalitesi

Boyut kalitesi, parçanın gerçek boyutları ile nominal boyutları arasında müsaade edilen sapmalardır.

Toleranslarla işleme maliyeti arasında sıkı bir bağ vardır, toleranslar küçüldükçe, parçanın maliyeti önemli ölçüde artar. Ancak parçanın fonksiyon bakımından değeri (kalitesi) toleransların küçülmesi ile büyür. Bu nedenle toleranslar, kalite ve maliyet arasında bir uyum sağlayacak şekilde belirlenmelidir.

Bu sapmalar boyut toleransları ile ifade edilir. Boyut toleransları, imalat kalitesine ve boyutun büyüklüğüne göre belirlenir.

ISO tolerans sisteminde IT0l, IT0, IT1, IT2, IT6, IT7,...IT15, IT16 şeklinde gösterilen 18 imalat kalitesi vardır.

Tablo 1 İmalat kalitesinin kullanma alanları

Kalite	Kullanım Alanları
01, 0, 1, 2, 3	Mastarlar ve Ölçü Aletleri
4, 5, 6	Uçak ve Takım Tezgahları
7, 8, 9	Normal Makina Konstrüksiyon
10, 11, 12	Genel Makina Konstrüksiyon
13, 14, 15, 16	Döküm, Dövme, Çelik Konstrüksiyon

Geometrik kalite

Geometrik kalite, müsaade edilen şekil ve konum sapmalarını kapsamaktadır. Bileşenlerle ilgili olarak, genellikle makrogeometrik parametreler ve yüzey kalitesi arasında ayrım yapılır. Makro-geometrik parametreler boyut, biçim ve konum sapmalarını ifade eder. Yüzey kalitesi ise pürüzlülük parametreleriyle tanımlanır. Bu kategoriler arasındaki geçişler her zaman açıkça tanımlanamaz. DIN 4760, yapısal sapmaların organize edilmesi için genel bir sistem sunar.

Tasarımlarda geometrik olarak ideal bir yüzey kabul edilir ve toleransların temelini oluşturur. Şekil 1.2'de altı yapısal sapma sırası vardır ve bu gözlemlere dayanarak tanımlanır.

Geometrik sapmalar profil diyagramı

	1: şekilsel sapmalar
	2: dalgalanma
	3: yivler
	4: talaş oluşumu ve uzaklaşma
Not easily representable	5: iç yapı 6: kafes yapısı
	1-4 hataların toplamı

Şekil 1.2 DIN 4760'a göre yapısal sapmalar.

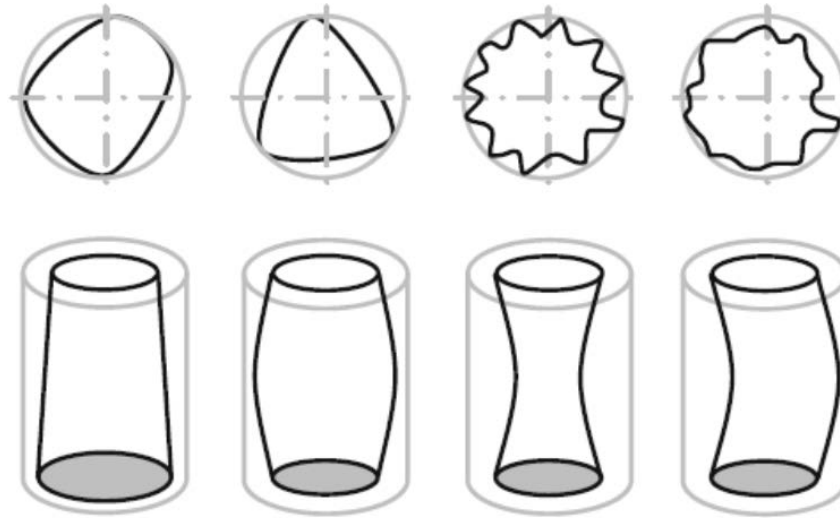
Bu nedenle başlangıçta “yüzeyler” terimini tanımlamak gerekir. İdeal yüzey (DIN EN ISO 4287) parça üzerinde istenen yüzeydir. Gerçek yüzey ise metrolojik olarak tescilli yüzeydir. İdeal yüzeyden farklı olabilir, çünkü her ölçüm metodu sadece ideal yüzeye yaklaştırabilir.

Form (biçim) Sapmaları

Düzlük, düzgünlük, yuvarlaklık veya silindirik form gibi belirli bir ideal geometrik özellikten sapma anlamına gelir (DIN EN ISO1101).

- ✦ Bir iş parçasının silindirik formundan sapmaların bir nedeni, iş parçasının makine aleti üzerindeki alete göre yanlış hizalanması olabilir.
- ✦ Form sapmalarının bir başka nedeni de aşınmadan kaynaklanan takım geometrisinin zaman içindeki sürekli değişmesidir.
- ✦ İş parçalarının, takımların ve tezgahların ısıl değişimleri de sapmalara yol açabilir.

- ✦ Silindir formundan sapmalar, iş parçası radyal bir gerilim nedeniyle saptığında da ortaya çıkabilir. Örneğin; uzun ve ince bir iş parçası desteklenmediğinde dönerken gerçekleşebilir.
- ✦ Dairesellik hataları, iş parçalarının makine aleti üzerine yanlış takılmasıyla gelişebilir.

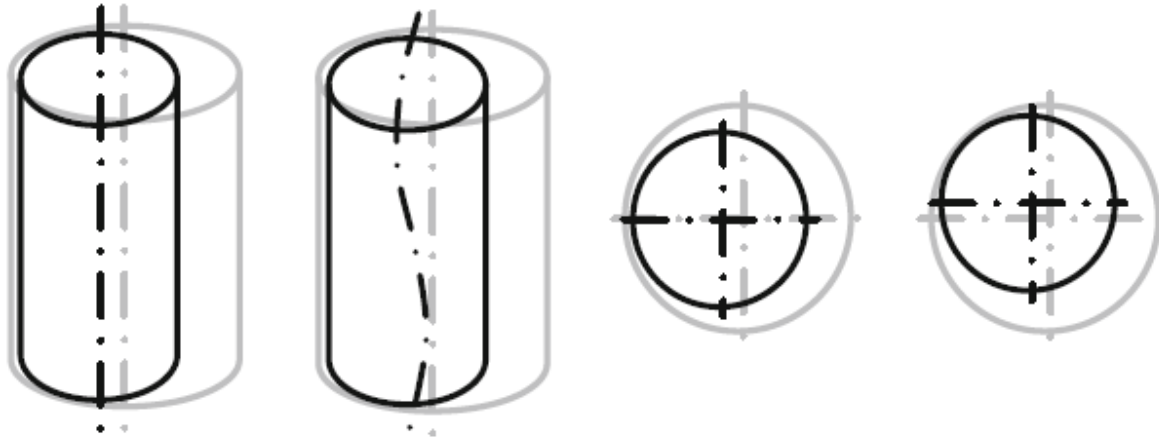


Şekil 1.3 Dairesellik ve silindir formundan sapmalar.

Konum (pozisyon) Sapmaları

Konum sapmaları, bir geometrik elemanın, bir kenar, daire çizgisi veya önceden belirlenmiş pozisyonun eksenini gibi bir referansa göre pozisyonundan sapmalarıdır. Genel olarak, iki yüzeyin veya eksenin birbirine göre konumu, basit uzunluk veya açı özellikleriyle gösterilir.

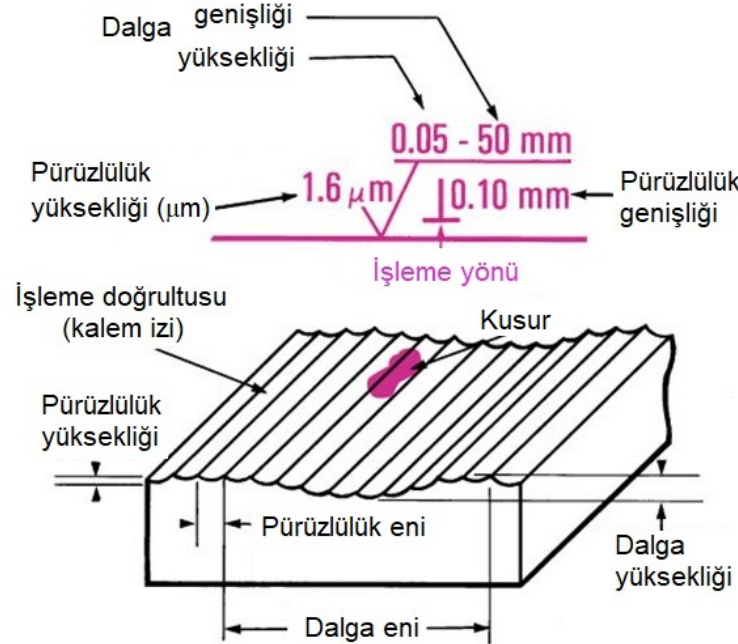
Şekil 1.4'de gösterildiği gibi pozisyon sapmaları, örneğin yanlış sıkıştırma veya hatalı sıkıştırma cihazları ile ortaya çıkabilir.



Şekil 1.4 Eşmerkezlilik, düzgünlük ve paralellikten sapmalar.

Yüzey Kalitesi

Talaş kaldırma ile işlenen yüzeylerde,
dalga ve pürüzlülük olmak üzere iki tür yüzey sapması meydana gelir.
Dalga, geometrik sapmalar grubuna dahildir,
Dolayısıyla yüzey kalitesini **yüzey pürüzlülüğü** tayin eder.



Şekil 1.5 Yüzey pürüzlülüğü.

Yüzey dokusunun en yaygın ölçüsü yüzey pürüzlülüğüdür.

Nominal yüzeyden belirtilen yüzey uzunluğu boyunca dikey sapmaların ortalaması “yüzey pürüzlülüğü” olarak tanımlanır.

Sapmaların mutlak değerlerine dayalı olarak genellikle bir aritmetik ortalama kullanılır.

Pürüzlülük değeri R_a ortalama pürüzlülük ile belirtilir. Denklemi;

$$R_a = \int_0^{L_m} \frac{|y|}{L_m} dx$$

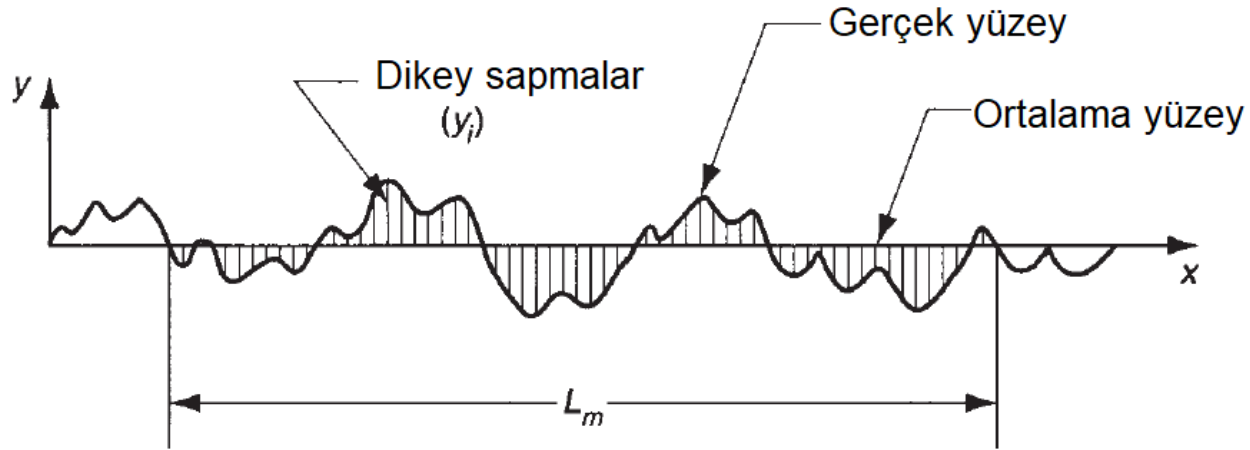
Burada, R_a : yüzey pürüzlülüğünün aritmetik ortalama değeri, y : ortalama yüzey (çizgiden) dikey sapmalar, L_m : ölçme uzunluğu

y_i : Dikey sapmalar mutlak değere dönüştürülür ve alt simge i ile tanımlanır,

n : L_m ölçü boyu içerisindeki sapmaların sayısı.

Standartlara göre yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesi belirli kriterlerle yapılır. Bu kriterlere göre pürüzler, yüzeye dik olan bir kesitte, belirli bir numune uzunluğu boyunca, belirli bir referans profiline ve profil ortalama çizgisine göre tayin edilir. Referans profil olarak genellikle geometrik profil alınır.

Profil ortalama çizgisinin yeri, bu çizginin üstünde ve altında kalan alanların toplamı birbirine eşit olacak şekilde belirlenir.



Şekil 1.6 Yüzey pürüzlülüğü profili.

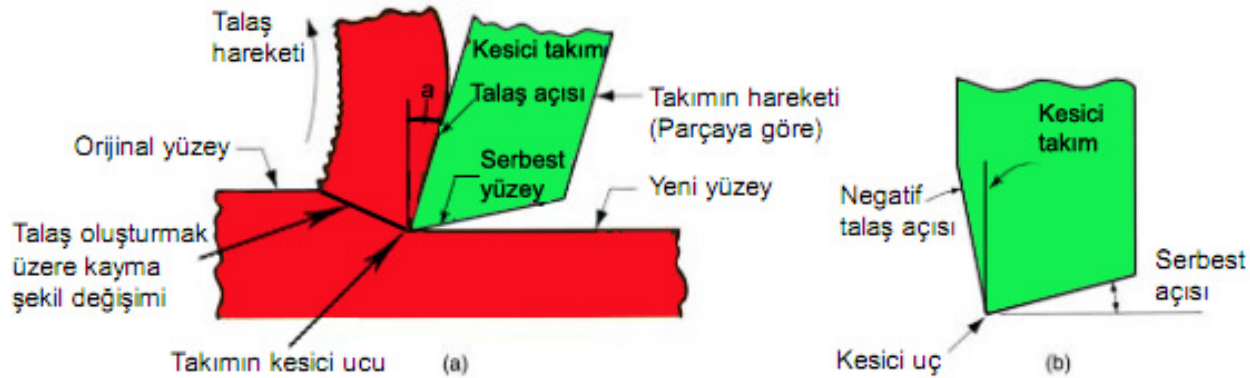
İşleme kalitesini etkileyen faktörler, takım ile parça arasındaki ideal konumu etkilemekte ve işlenen parça üzerinde sapmalar oluşturmaktadırlar. Bu sapmalar, yani işleme kalitesini etkileyen faktörler, takım tezgahına, tutturma sistemine, takım sistemine ve çalışma ortamına ait faktörler olarak dört grup altında incelenebilir.

- a. **Takım tezgahına** ait sapmaların (hataların) nedenleri şu şekilde sıralanabilir: Tezgahın kinematik mekanizmasındaki mevcut olan hataların etkisi, ana mil ile kızak yüzeylerinin paralel olmaması, tezgahın tüm mekanizmaları ve yataklama sistemlerindeki mevcut olan salgılar ve boşlukların etkisi, gövde ve ana milin (fener milinin) yeterli derecede rijit olmaması.
- b. **Tutturma sistemine ait hatalar:** ana elemanların imalat hatalarından, tertibatın yeteri kadar rijit olmamasından, ana elemanlarda oluşan aşınmalardan kaynaklanır.
- c. **Takım sistemine** ait hataların nedenleri şu şekilde sıralanabilir: Takımın konum bakımından hatalı bir şekilde tutturulması, kesme kuvvetlerinin etkisi altında, şekil değiştirmelerin oluşması, takımın aşınması.
- d. **Ortamın etkisi** altında meydana gelen hata kaynaklarının arasında en önemlileri: sıcaklığın oluşturduğu şekil değiştirmeler, diğer makinalardan gelen titreşimlerdir
- e. **Takım ucunun etkisi** Takım ucunun yarıçapı r , işlenen yüzeyin yüzey pürüzlülüğünü belirler.

TALAŞ KALDIRMA

Talaş kaldırma işlemi, ucu (ağızı veya kenarı) keskin bir takımla parça üzerinden malzeme kaldırma işlemidir.

- Bu şekilde kaldırılan malzemeye **talaş** denir.
- Talaş uzaklaştığında, yeni yüzey ortaya çıkar.



Şekil 1.7 (a) Talaş kaldırma işleminin kesit görünüşü, (b) negatif talaş açısıyla takım; (a)'daki pozitif talaş açısıyla karşılaştırın.

Talaşlı İmalat Neden Önemlidir?

İşlenebilen parça malzemesinin çeşitliliği

- Çoğunlukla metalleri kesmek için kullanılır
 - Parça şekillerinin ve özel geometrik formların çeşitliliği, Örn: Vida dişleri
 - Hassas yuvarlak delikler
 - Çok düz kenar ve yüzeyler
- Yüksek boyutsal doğruluk ve yüzey kalitesi

Talaş Kaldırmanın İmalat Sıralamasındaki Yeri

- Genellikle, döküm, dövme ve çubuk çekme gibi imalat yöntemlerinden sonra gerçekleştirilir
 - Diğer yöntemler, başlangıç parçasının genel şeklini oluşturur
 - Talaş kaldırma, diğer yöntemlerle oluşturulamayan son şekli, boyutları, yüzey kalitesini ve özel geometrik detayları oluşturabilir

Talaşlı İmalatın Zayıflıkları

Malzeme sarfiyatı

- Talaşlı imalatta üretilen talaşlar, en azından tek bir operasyonda atık malzemedir.
- Zaman alıcı;
 - Bir talaş kaldırma işlemi, belirli bir parça için döküm, toz metalurjisi veya PŞV gibi alternatif yöntemlere göre daha fazla zaman alır.

Talaş Kaldırma Yöntemleri

- En önemli talaş kaldırma yöntemleri:
 - Tornalama
 - Delme
 - Frezeleme
- Diğer talaş kaldırma yöntemleri:
 - Vargelleme ve planyalama
 - Broşlama
 - Testereyle kesme

Talaş Kaldırma Yöntemlerinin Sistematiği

Talaş kaldırma işlemi, ucu (ağzı) keskin bir takım ile parça üzerinden malzeme kaldırma işlemidir. Bu şekilde kaldırılan malzemeye **talaş** denilir. Talaş kaldırma işlemlerinin sistematiği, takım ile parça arasındaki **izafi hareketlere**, **takım ucunun geometrisine** ve takımların **kesici uç sayılarına** göre yapılabilir. Bu sınıflandırmaya göre talaşlı şekillendirme işlemlerine bakacak olursak

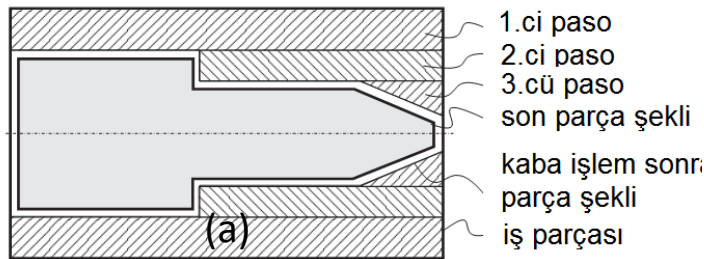
a. Talaş kaldırma işlemi, takım ile parça arasındaki **izafi hareketlerin** sonucunda ortaya çıkan bir durumdur. Takım ile parça arasında **kesme** (veya ana), **ilerleme** (veya avans) ve **yardımcı** (veya ayar) olmak üzere üç türlü hareket vardır.

- * Kesme hareketi esas talaş kaldırma hareketidir.
- * İlerleme hareketi, parçanın uzunluğu veya genişliği boyunca belirli bir kısmının işlenmesini sağlayan harekettir.
- * Yardımcı hareketler ise, takımın parçaya yaklaşma hareketi, ilerleme hareketi bittikten sonra takımın başlangıç noktasına geri getirme gibi çeşitli ayar hareketlerini kapsar.
- * Genellikle kesme hareketi dönme veya doğrusal, ilerleme ve yardımcı hareketler ise doğrusal hareketlerdir.

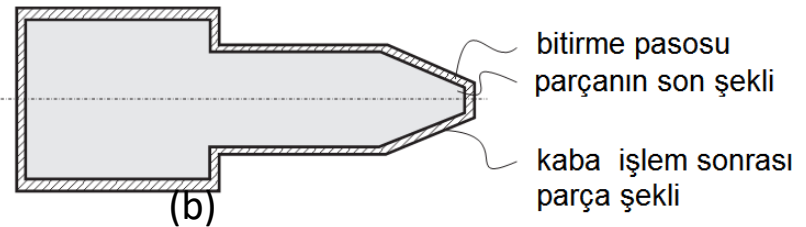
Kaba İşleme ve Bitirme İşlemesi

Takımın, bir geçişte parça üzerinden kaldırdığı malzeme tabakasına **paso** denir (Şekil 1.3). Birkaç pasoda işlenen yüzeylerde, ilk pasolarda yüzey kalitesi önemli olmadığından, kesme zamanından tasarruf yapmak için paso kalınlıkları büyük seçilir; bunlara **kaba paso** denir. İyi bir yüzey kalitesi oluşması istenilen son pasoda, paso kalınlığı ince seçilir; buna da **ince paso** denir.

- Kaba paso – başlangıç parçasından büyük miktarda malzeme uzaklaştırır
 - Şekli istenen geometriye yaklaştırır, ancak bitirme pasoları için biraz malzeme bırakır
 - Yüksek ilerleme ve derinlikler, düşük kesme hızları
- Bitirme pasosu – parça geometrisini tamamlar
 - Son boyutlar, toleranslar ve bitirme
 - Düşük ilerleme ve derinlikler, yüksek kesme hızları



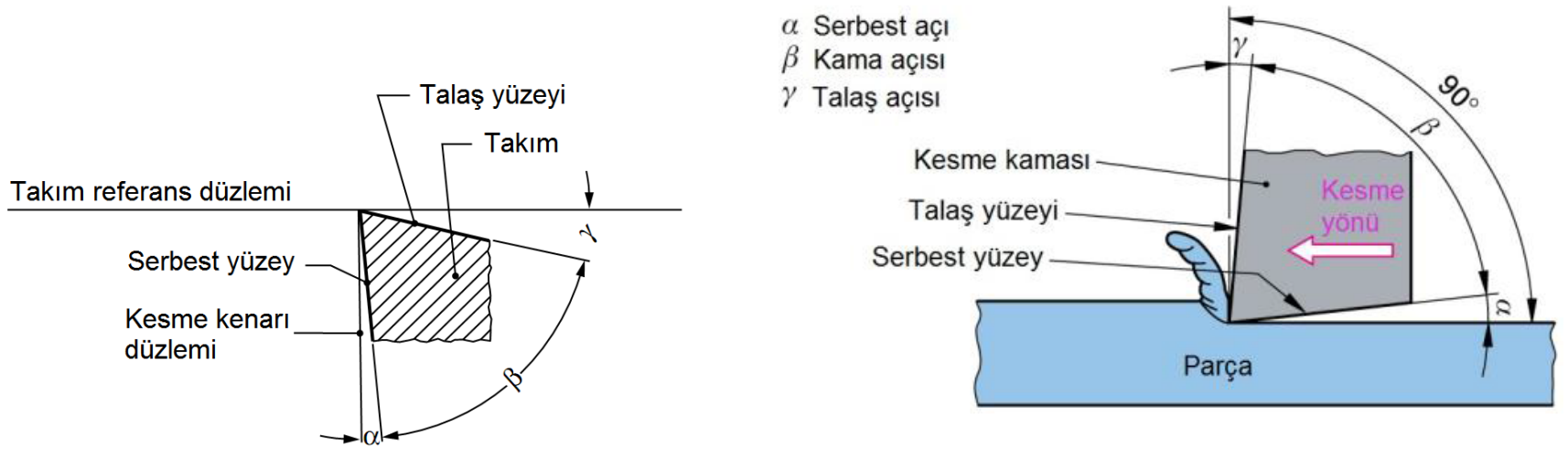
Example of selection of roughing passes in a turning operation.



Finishing pass in a turning operation.

Şekil 1.8 Paso tanımı a) Kaba paso b) İnce paso.

Parçanın işlenmiş yüzeyi ve ona dik bir doğru, koordinat sistemi olarak seçilirse, bu koordinat sistemine göre takımın kesme özelliğini tayin eden şu açılar meydana gelir: Dikey doğru ile talaş yüzeyi arasında talaş açısı (γ), kesici kısmının kama açısı (β) ve serbest yüzey ile parçanın işlenmiş yüzeyi arasında serbest açı (α). Şekil 1.10'da görüldüğü gibi bu açılar arasında; $\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$ bağıntısı vardır.



Şekil 1.10 Kesici takım açıları.

Tabakanın parçadan ayrılma şekli, parça malzemesinin özelliklerine ve işleme koşullarına bağlı olarak farklı bir şekilde gerçekleşir. Buna göre;

- 1) Kırık talaş
 - 2) Sürekli talaş
 - 3) Ağız birikintili (BUE) sürekli talaş
 - 4) Testere ağzı talaş
- olmak üzere dört ana talaş tipi vardır.

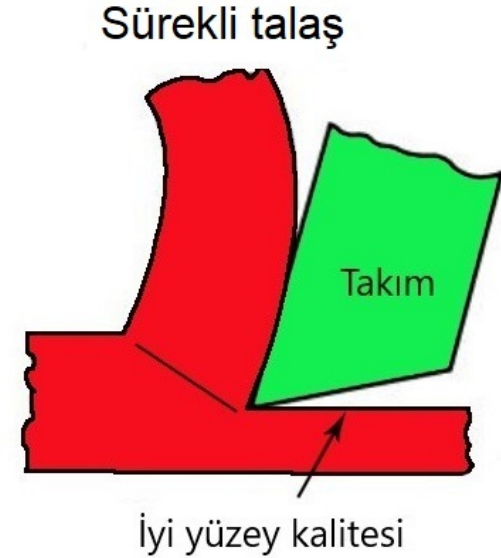
1. Kırık Talaş

Kesintili talaş tipi de denir. Sert veya düşük kesme hızı ile işlenen sünek malzemelerde büyük ilerleme ve kesme derinliği uygulandığında meydana gelir. Yüksek takım-talaş sürtünmesi oluşur. Kırılğan talaş tipi sert malzemelerde çok iyi bir yüzey meydana getirirken, sünek malzemelerde elde edilen yüzeyin kalitesi kötü olup, takımın ömrünü de azaltır.



2. Sürekli Talaş

Bant veya sarılmış şeklinde olabilen sürekli talaş tipi, yüksek kesme hızı ile düşük ilerleme ve pasolarda işlendiğinde işlenen sünek malzemelerde oluşur. Sünek malzemelerde sürekli talaş tipinin oluşması, kesme koşullarının iyi, işlenen yüzeyin kalitesinin de çok iyi olduğunu gösterir. Ancak özellikle bant şeklinde talaş, tezgahın çeşitli tertibatlarına ve işlenen parçaya sarılarak işlenen yüzeyi bozabilir, gerek tezgah, gerekse işçi için bir tehlike unsuru oluşturabilir. Bu nedenle, bu gibi hallerde talaşın kırılması için çeşitli yöntemler uygulanabilir. Düşük takım-talaş sürtünmesi meydana gelir.



3. Ağız birikintili (BUE) Sürekli Talaş

Sünek malzemeler orta veya düşük kesme hızlarında işlendiğinde takım ile talaş arasındaki sürtünme, iş parçası malzemesinin bir kısmının kesme kenarı yakınındaki talaş yüzeyi üzerine yapışmasına neden olur. Bu oluşuma ağız birikintisi denir. Ağız birikintisi oluşumu periyodik olarak devam eder (büyür ve kopar). Birçok durumda ağız birikintisi oluşumu talaş ile uzaklaştırılır. Bazen, takımın talaş yüzeyinin bir kısmının da aşınmasına neden olur. Bu durum takım ömrünün kısılmasına yol acar. Talaş ile uzaklaştırılamayan birikinti parçacıkları yeni oluşturulan yüzey üzerine tutunarak yüzey kalitesini düşürür.



4. Testere Ağzı Talaş

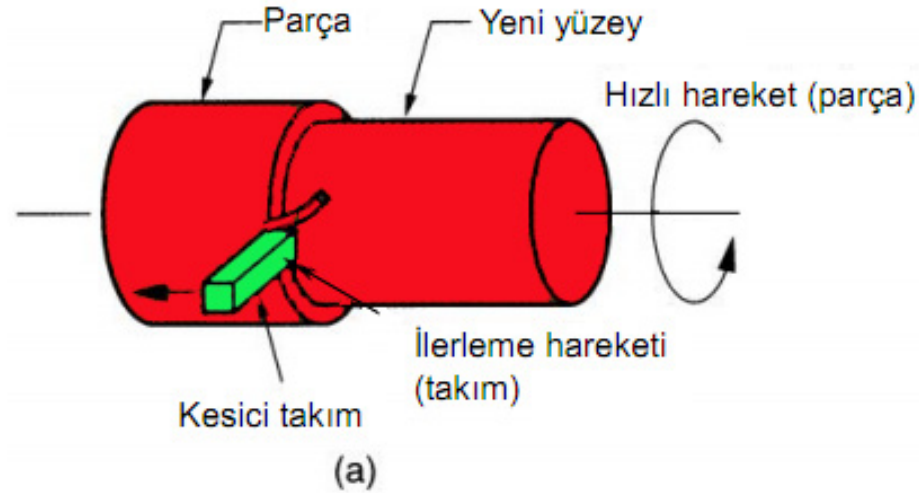
Bu tip talaşlar testere dişi görünümüne sahip olan yarı sürekli talaşlardır. Bu talaş tipi yüksek kayma birim şekil değişiminin ardından düşük kayma birim şekil değişiminin periyodik olarak etkimesiyle oluşur. Bu talaş tipi, talaşlı imalatı zor olan titanyum alaşımları, nikel esaslı süper alaşımlar ve östenitik paslanmaz çelikler gibi metallerin yüksek kesme hızlarında işlenmesinde ortaya çıkar.



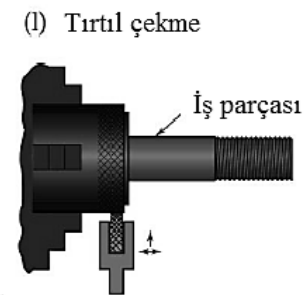
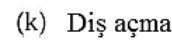
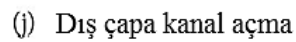
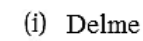
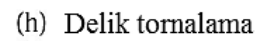
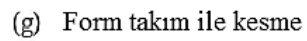
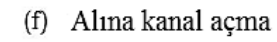
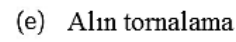
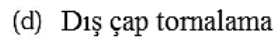
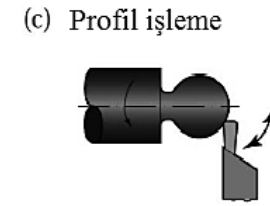
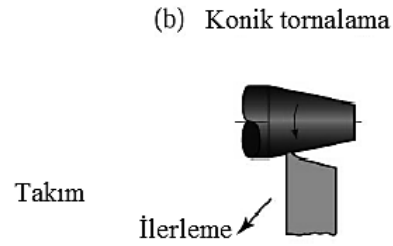
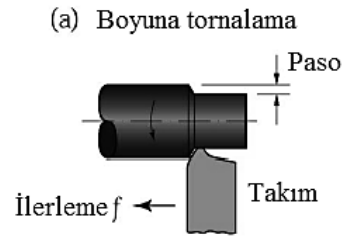
Tornalama

Tornalama, torna tezgahları ile konik ve silindirik dış yüzeylerin işlenmesi prosesi olarak tanımlanabilir. Tek uçlu bir takım, silindirik bir şekil oluşturmak üzere dönen parçadan malzeme uzaklaştırır.

Takımın ilerleme hareketi parçanın uzunluğuna (boyuna tornalama) veya enine (alın tornalama) göre yapılabilir. Bunun dışında iç tornalama, fatura açma, kesme, konik tornalama, vida açma gibi işlemler yapılabilmektedir.



Şekil 1.11 Tornalama.

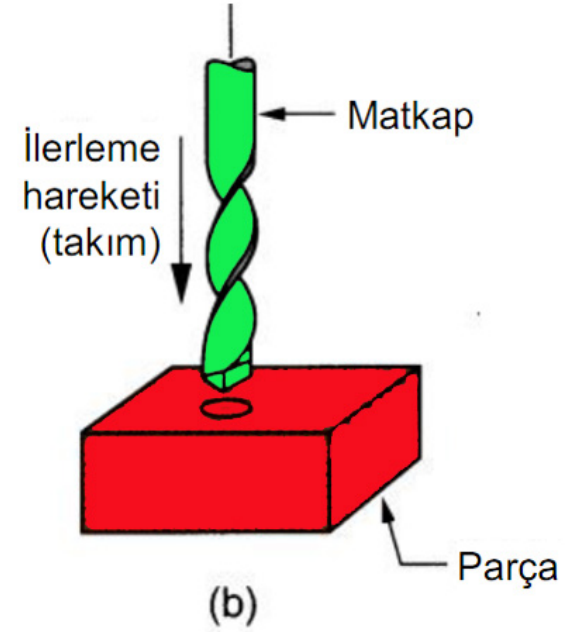


Şekil 1.12 Tornalama işlemleri.

Delme (Matkaplama)

Genellikle iki kesici kenarı olan dönel bir takımla (matkap) yuvarlak bir delik oluşturmakta kullanılır

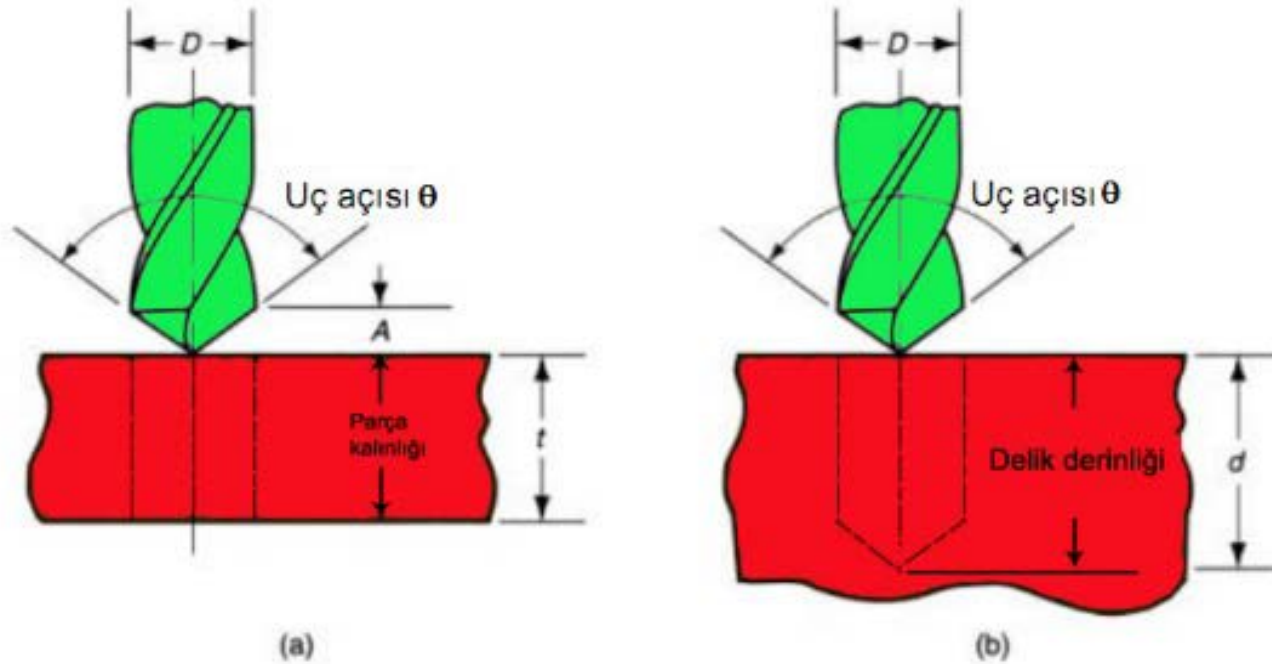
- Parçada yuvarlak bir delik oluşturur
- Mevcut bir deliği sadece genişleten borlama ile karşılaştırınız
- Kesici takımlar matkap olarak adlandırılır
- Makina takımı: matkap presi



Şekil 1.13 (b) delme.

Tam Delikler ve Kör Delikler

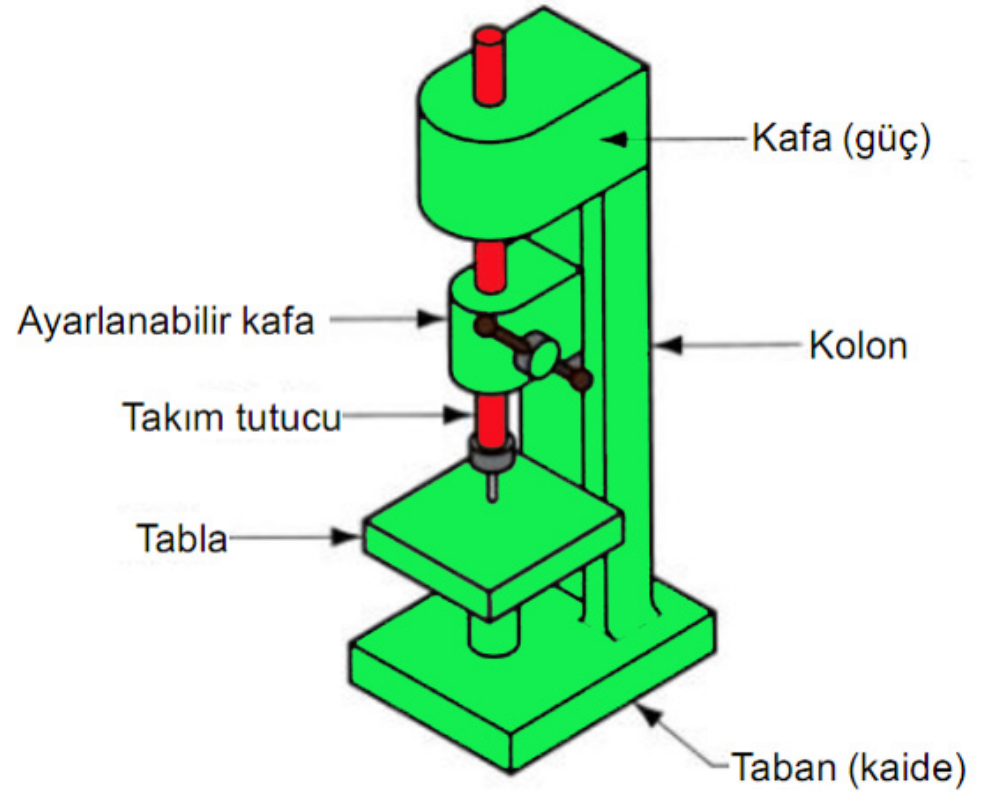
- Tam delik – matkap ucu parçanın diğer tarafından çıkar
- Kör delik – parçanın diğer tarafından çıkmaz



Şekil 1.14 İki delik türü: (a) tam delik, ve (b) kör delik.

Matkap Presi

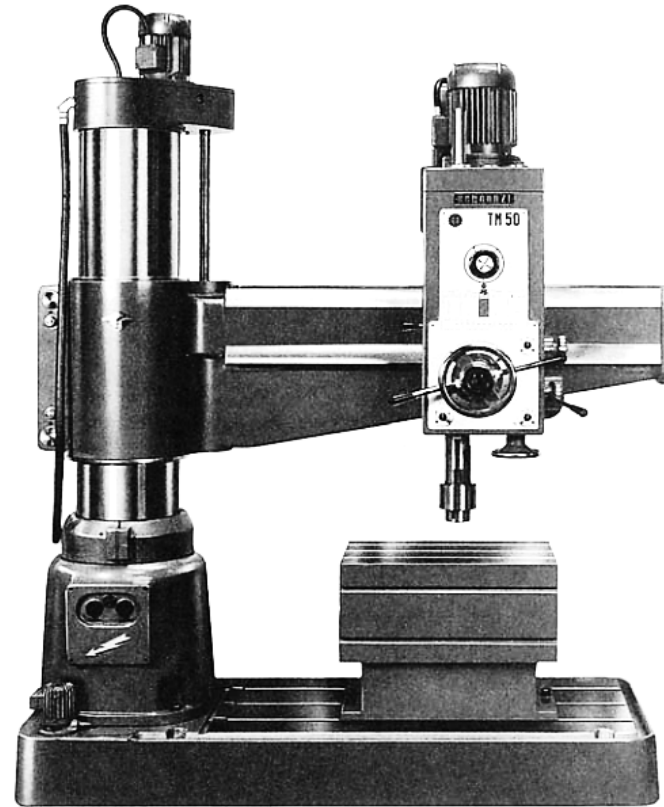
- Döşeme üzerinde duran dikey matkap presi
- Tezgah matkapı da buna benzer ancak daha küçüktür ve tezgaha veya bir masaya yerleştirilir



Şekil 1.15 Dikey matkap presi.

Radyal Matkap

Büyük parçalar için
tasarlanmış büyük
matkap presi



Şekil 1.16 Radyal matkap presi.

Frezeleme

- Parçanın, çoklu kesici kenarları olan bir kesici takıma doğru ilerlediği talaş kaldırma yöntemi
- Dönen takım eksenine ilerlemeye dikeydir
- Düz bir yüzey oluşturur
 - Çakı yolu veya şeklini değiştirerek başka geometriler de oluşturulabilir
- Diğer faktörler ve terimler:
 - Kesintili kesme işlemi
 - Kesici takım, freze çakısı olarak adlandırılır; kesme kenarlarına ise “diş” denir
 - Makine, freze tezgahı olarak adlandırılır

Frezeleme

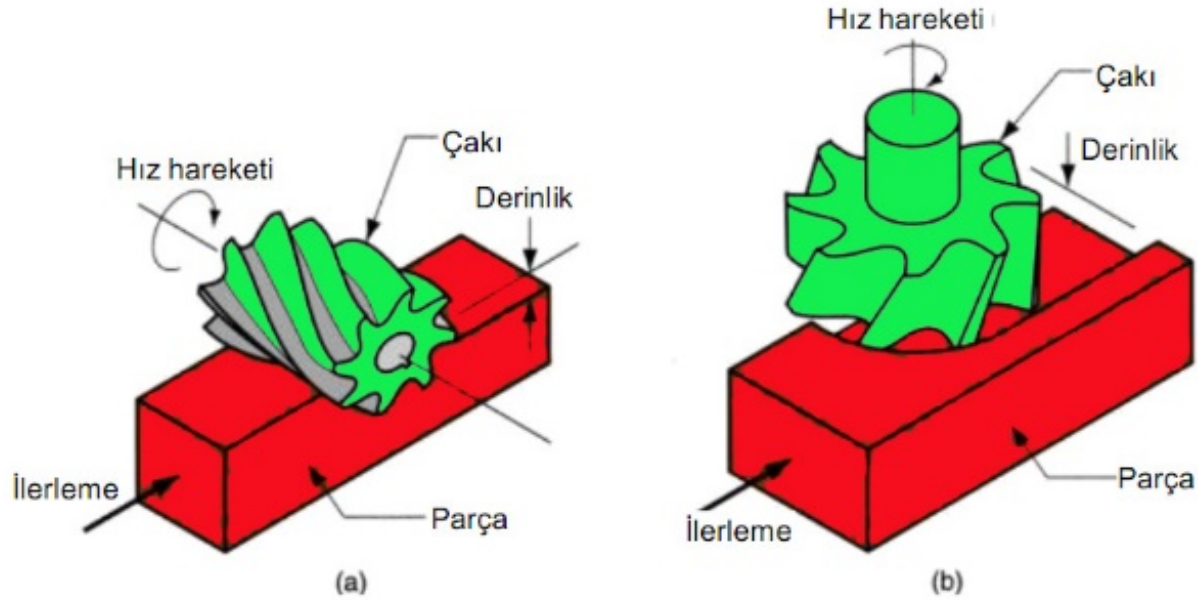
Dönen çoklu kesici uçlu takım, bir düzlem veya düz bir yüzey kesmek üzere parça boyunca hareket eder. Kesme hareketi takımın dönmesi ile meydana gelir; parça ise ilerleme hareketi yapar. Yardımcı hareketler parça veya takım tarafından yapılabilir.

- İki türü vardır: çevresel frezeleme ve alın frezeleme



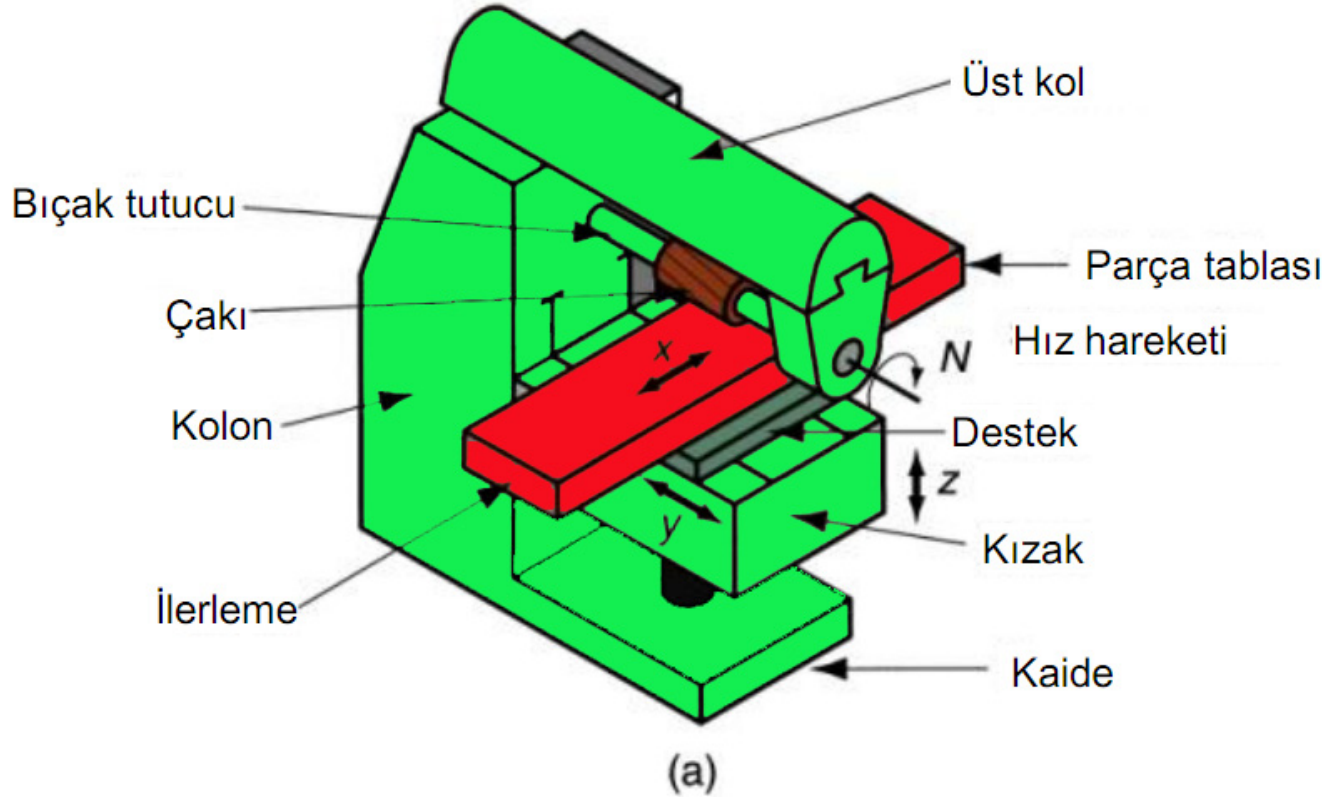
Şekil 1.17 (c) çevresel (yüzey) frezeleme, ve (d) alın frezeleme.

İki Frezeleme Türü



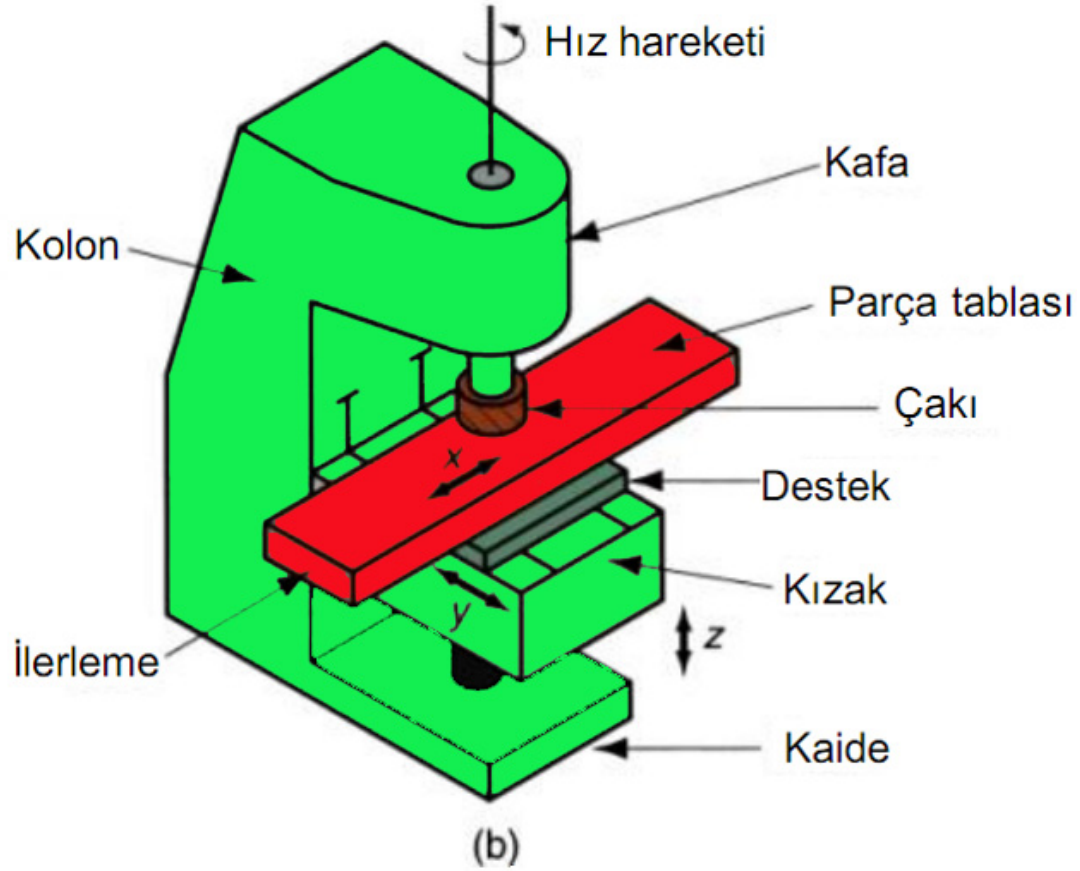
Şekil 1.18 İki frezeleme türü: (a) çevresel (yüzey) frezeleme, ve (b) alın frezeleme.

Yatay Freze Tezgahı

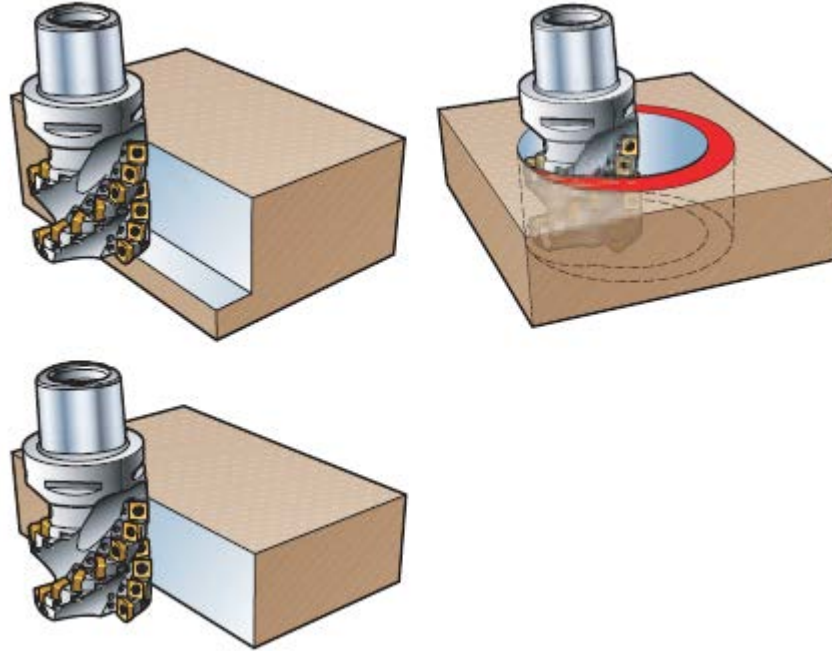


Şekil 1.19 (a) yatay kızak ve kolonlu freze tezgahı.

Dikey Freze Tezgahı



Şekil 1.20 (b) dikey kızak ve kolonlu freze tezgahı.



Alın frezeleme örnekleri.

Planyalama ve Vargelleme

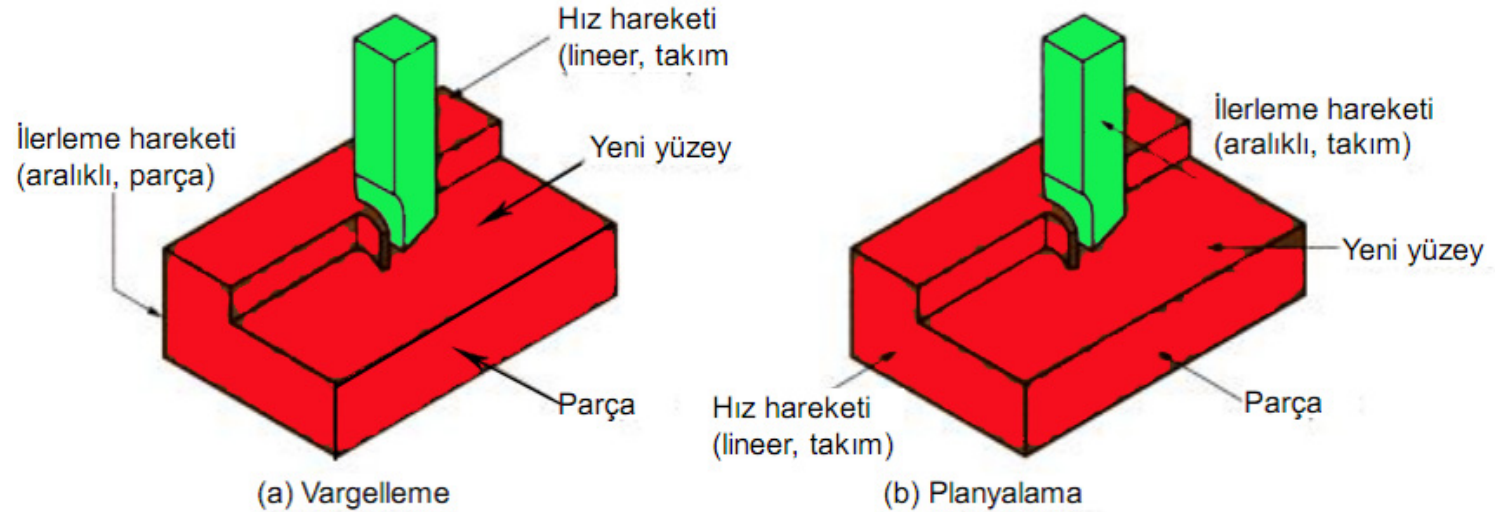
- Her iki işlemde de, düz, yassı bir yüzey elde edilir
 - Aralıklı kesme
- Takım parçaya girdiğinde darbeli yüklemeye maruz kalır
- Başlama-durma hareketi nedeniyle düşük kesme hızları
- Tipik takımlar: yüksek hız çeliğinden tek uçlu takımlar

Planyalama işleminde, kesme, takımın doğrusal hareketi ile meydana gelir. Bu süre içerisinde parça sabit kalarak, kesme işlemi bittikten sonra ilerleme hareketi yapar. Yardımcı hareketler ise takım tarafından gerçekleştirilir.

Vargelleme işleminde, kesme, parçanın doğrusal hareketi ile gerçekleşir. Takım, kesme hareketi sırasında sabit kalır ve kesme işlemi bittikten sonra, ilerleme hareketi yapar. Yardımcı hareket yine takım tarafından yapılır.

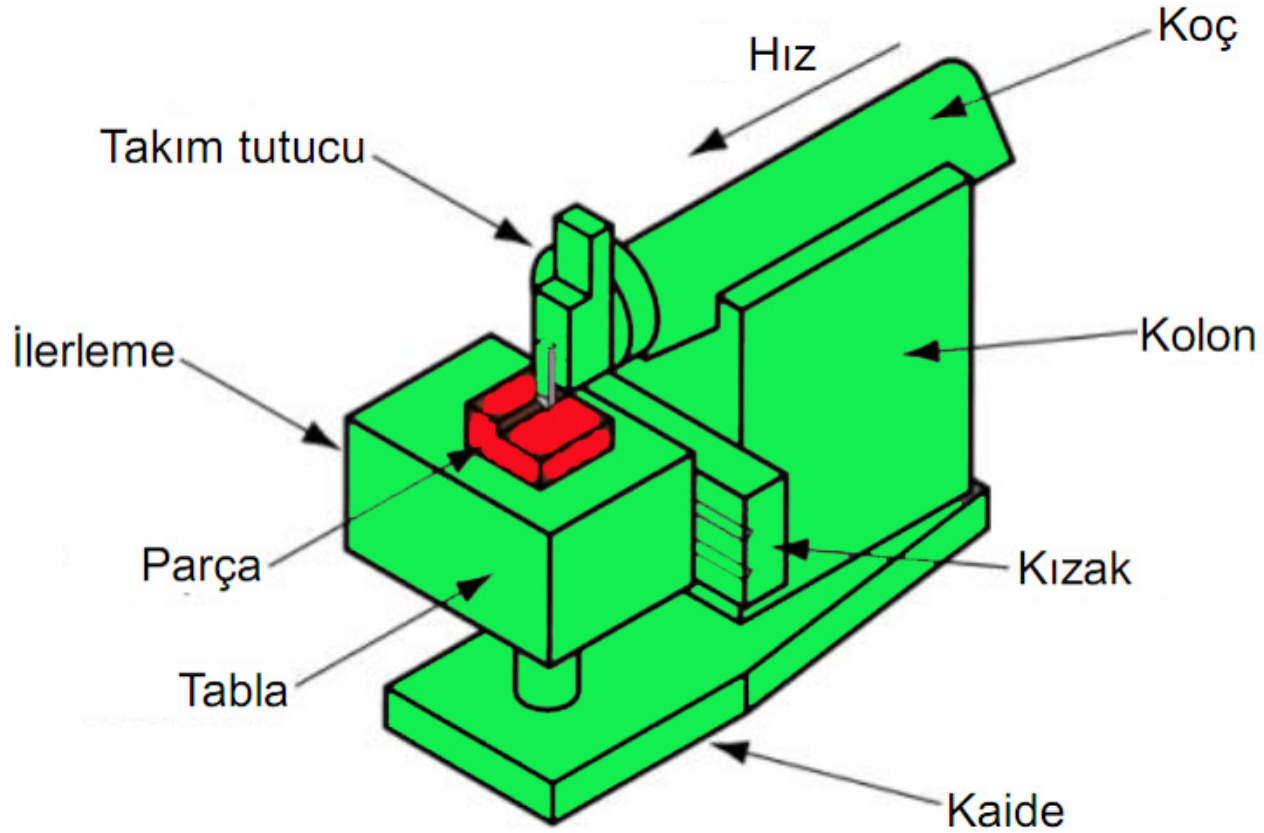
Vargelleme ve Planyalama

- Benzer işlemler
- Her ikisi de parçaya göre lineer hareket eden tek kesici uçlu bir kesici takım kullanır



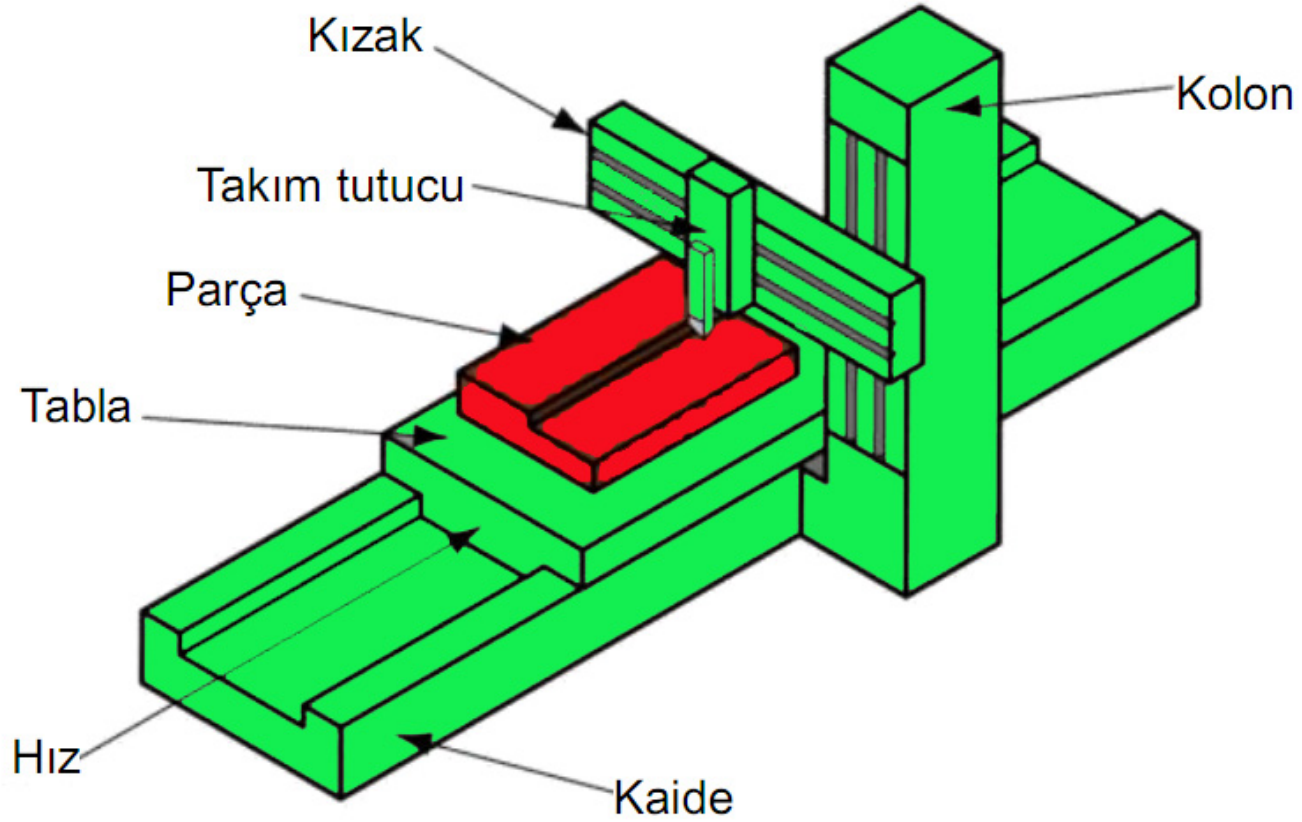
Şekil 1.21 (a) Planyalama, ve (b) Vargelleme.

Vargel Tezgahı



Şekil 1.22 Bir vargel tezgahının bileşenleri.

Planya Tezgahı

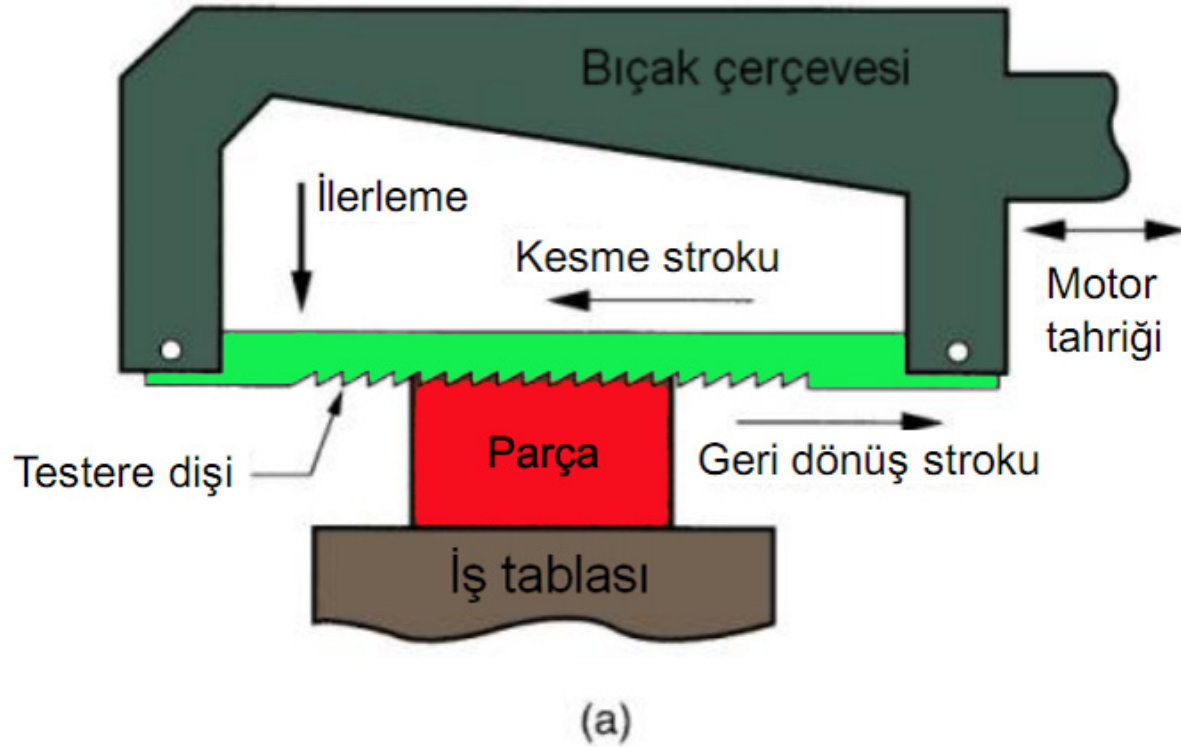


Şekil 1.23 Açık kenarlı planya tezgahı.

Testere ile kesme

- Parçada, birbirine yakın yerleştirilmiş bir seri dişten oluşan bir takım tarafından dar bir yarık oluşturulur
- Takım, **testere bıçağı** olarak adlandırılır
- Yaygın uygulamaları:
 - Bir parçayı iki parçaya ayırır
 - Parçanın istenmeyen kısımlarını keserek uzaklaştırır

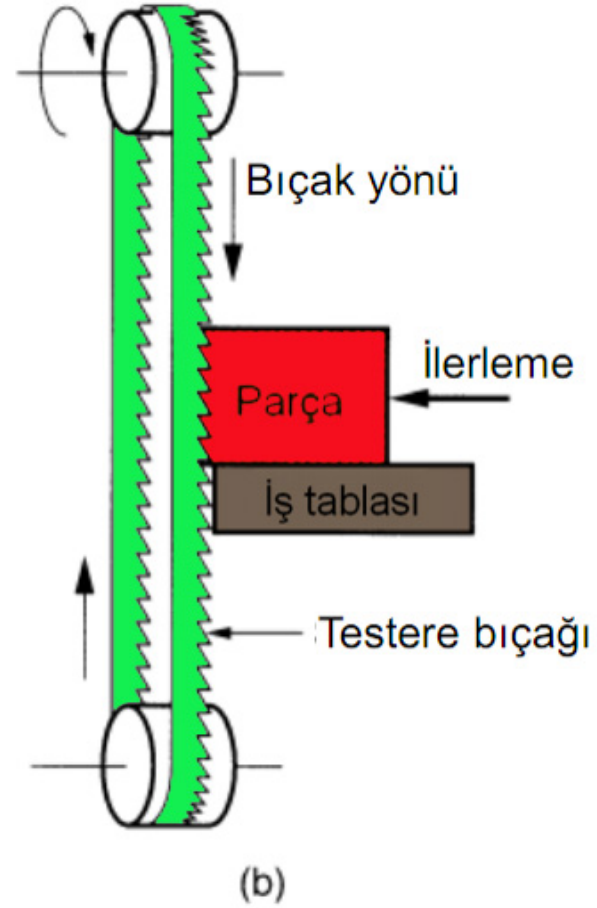
Motorlu Testere



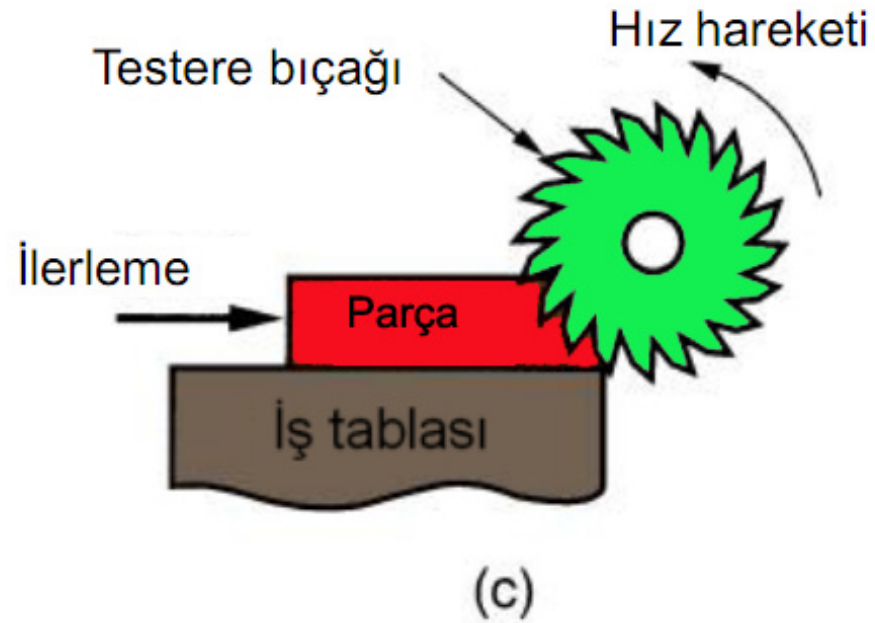
Şekil 1.24 (a) motorlu testere – testere dişlerinin parçaya göre ileri geri doğrusal hareketi.

Bantlı Testere

Şekil 1.25 (b) bantlı testere (dikey)
– bir kenarında dişleri olan, sonsuz
esnek bir bant şeklinde olan, bantlı
testere bıçağının lineer sürekli
hareketi.



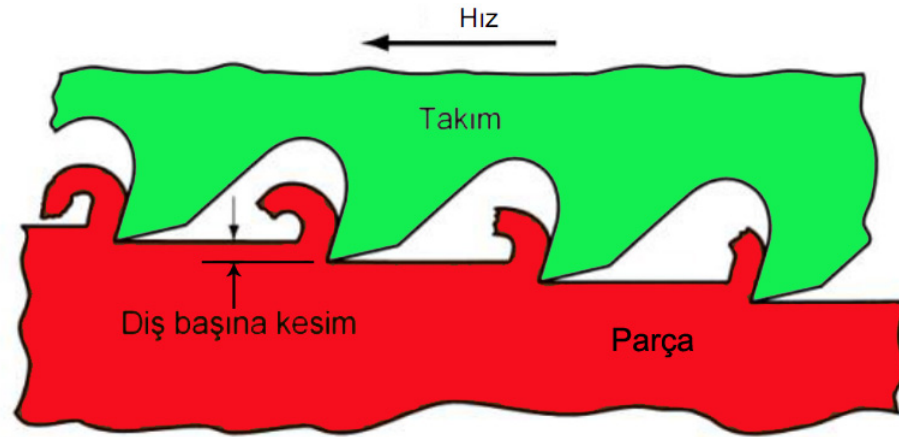
Dairesel Testere



Şekil 1.26 (c) dairesel testere – dönen testere bıçağı, parçadan geçen takımın sürekli hareketini sağlar.

Broşlama

- Besleme takım dişlerinin parça içerisine daldırılması şeklinde gerçekleşir; bu sebeple takımın her kenarı birbirini takip edecek şekilde arka arkaya tabaka kaldırır.
- Malzemenin çoğunluğu broşun n kısmında bulunan kaba dişler tarafından işlenir ve işlem çok iyi yüzey eldesi için bulunan yüzey bitirme dişleri tarafından sona erdirilir.
- Takımın şekli işlenecek kısmın şeklini tayin eder.
- Broş sadece işlenecek parçaya göre tasarlanan bir kesici takımdır.
- Çok dişli bir kesici takım, takım eksenı yönünde, parçaya göre doğrusal olarak hareket eder.



şekil 1.27 Broşlama işlemi.

Broşlama

Üstünlükleri:

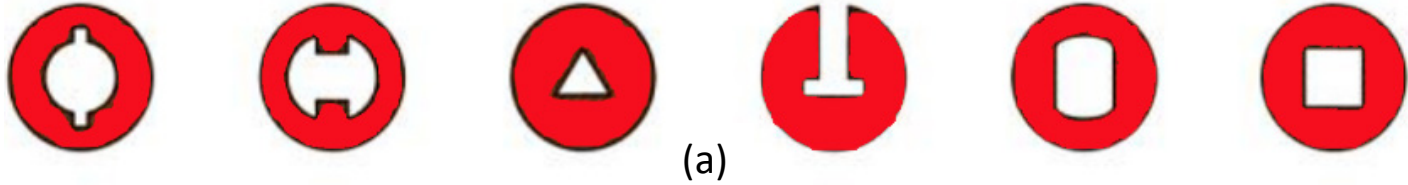
- İyi yüzey kalitesi
- Dar toleranslar
- Değişik parça şekilleri işlenebilir
- İşlem zamanını kısaltır
- İkinci bir operasyona gerek kalmaz
- Ölçü tamlığı sağlar
- Değişik/Karmaşık profillerin yapılabilmesini sağlar
- Kolay ve ucuz işçilik sağlar

Kesici takım **broş** olarak adlandırılır

- Karmaşıklığına ve çoğu kez basit şekilli geometriye sahip olmasına rağmen, takım oluşturma pahalıdır.

İç Broşlama

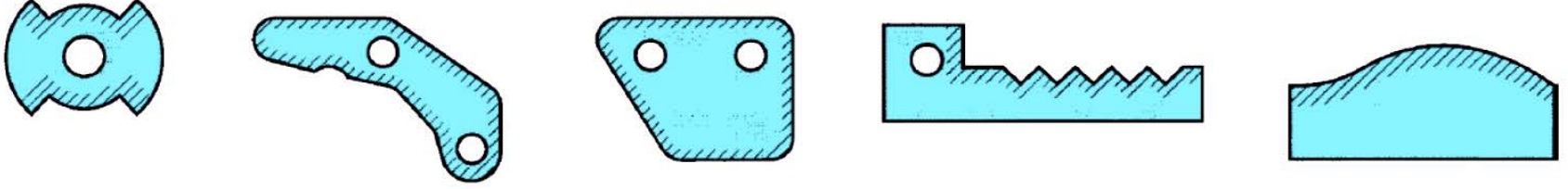
- Bir deliğin iç yüzeyine uygulanır
- Strokun başlangıcında broş'u sokabilmek için parçada bir başlangıç deliğinin olması gerekir



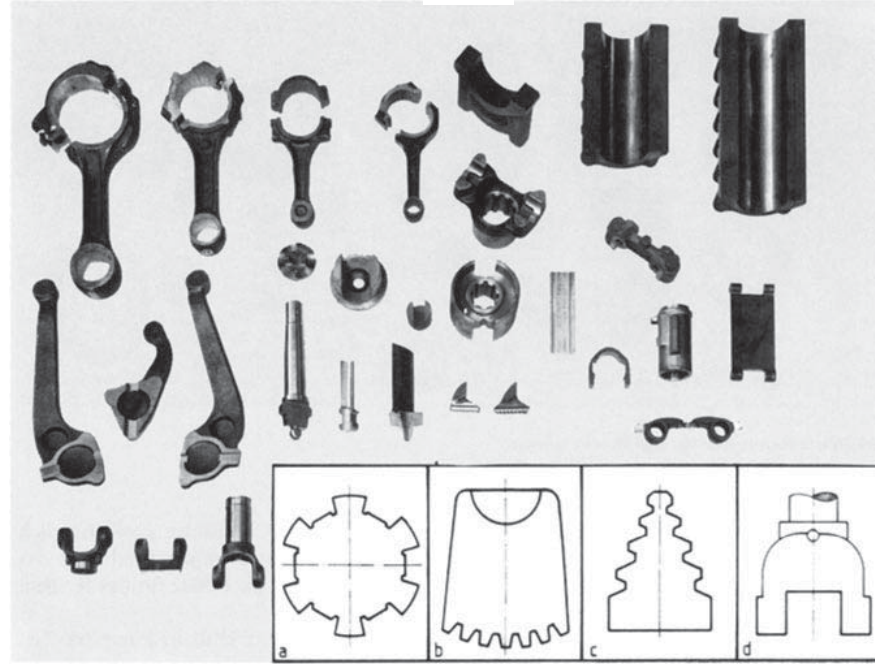
Şekil 1.28 a) ve b) İç broşlama ile kesilebilen parça şekilleri.

Dış broşlama

Parçanın dış yüzeyinde istenilen profili oluşturmak için kullanılır.

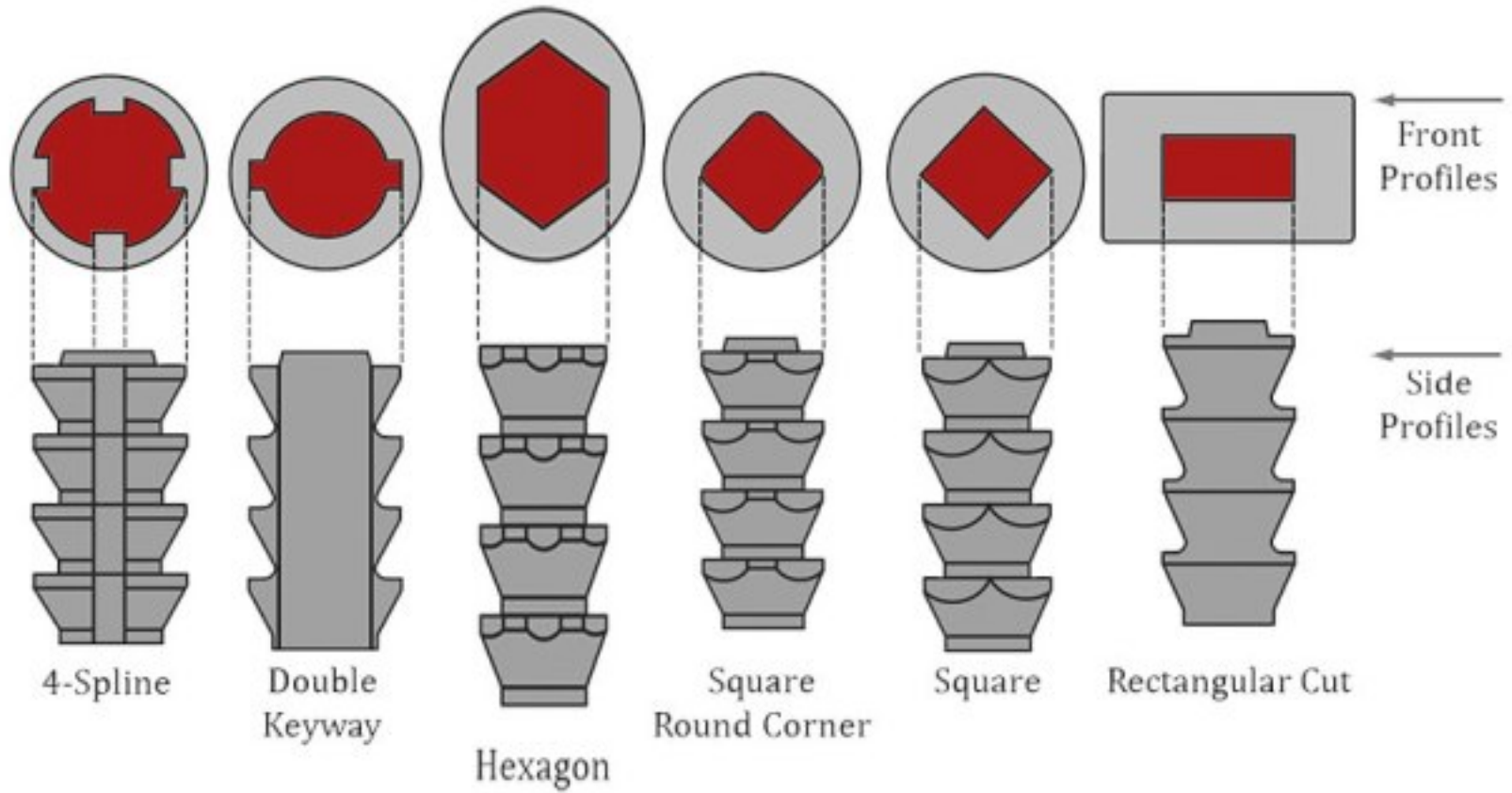


(a)

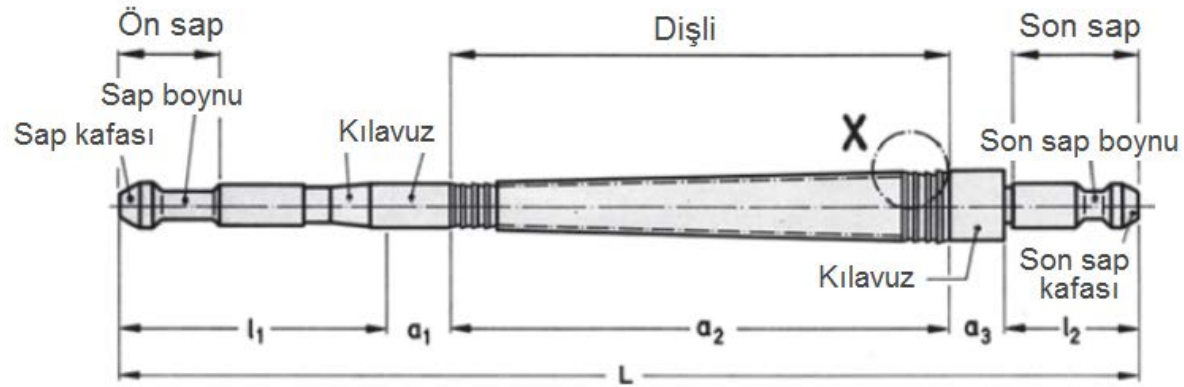
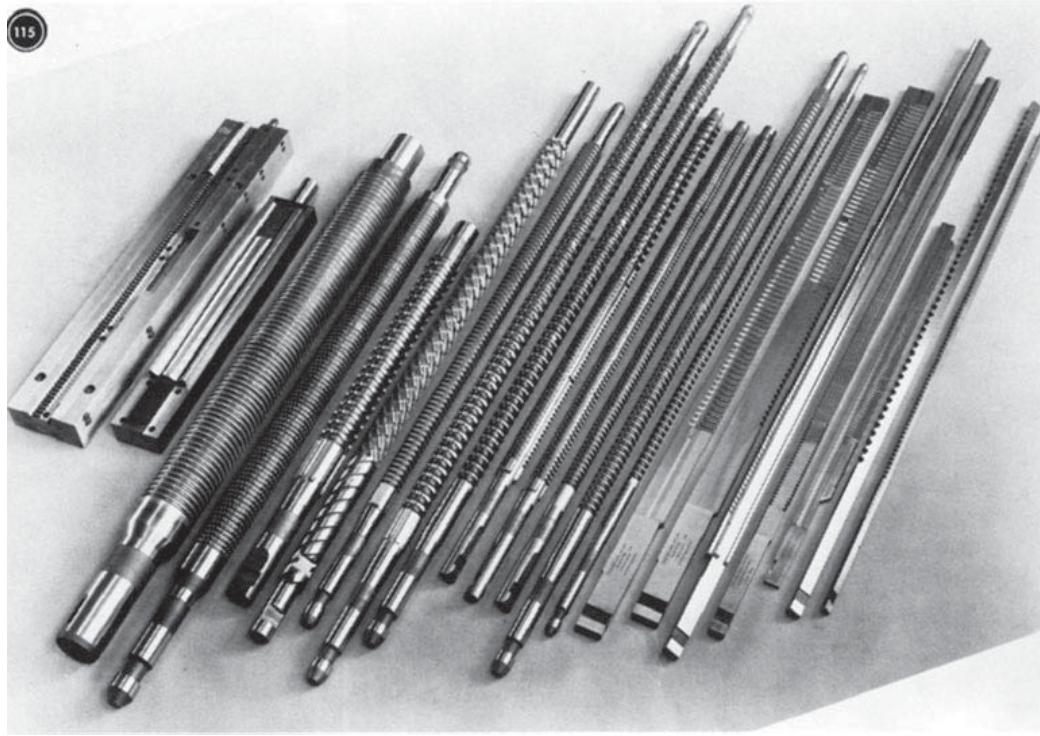


(b)

Şekil 1.29 a) ve b) Dış broşlama örnekleri.



Broş takımlar ile üretilen geometrilere ait örnekler.



Şekil 1.30 İç ve dış broşlamada kullanılan takımlar.

Kesici Takımların Sınıflandırılması

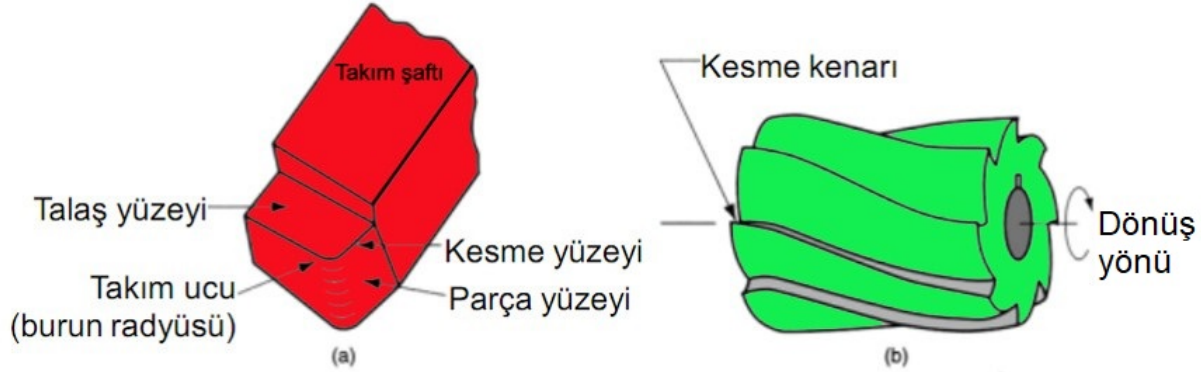
1. Tek uçlu takımlar

- Tek sivri kesici uç ,
- Uç genellikle bir burun radyüsü oluşturmak üzere yuvarlatılmıştır,
- Tornalamada tek uçlu takımlar kullanır .

2. Çoklu kesici kenarlı takımlar

- Birden fazla kesici kenar,
- Parçaya göre hareket dönme ile sağlanır,
- Delme ve frezeleme, çoklu kesici kenarlı takımları kullanır.

Kesici Takımlar



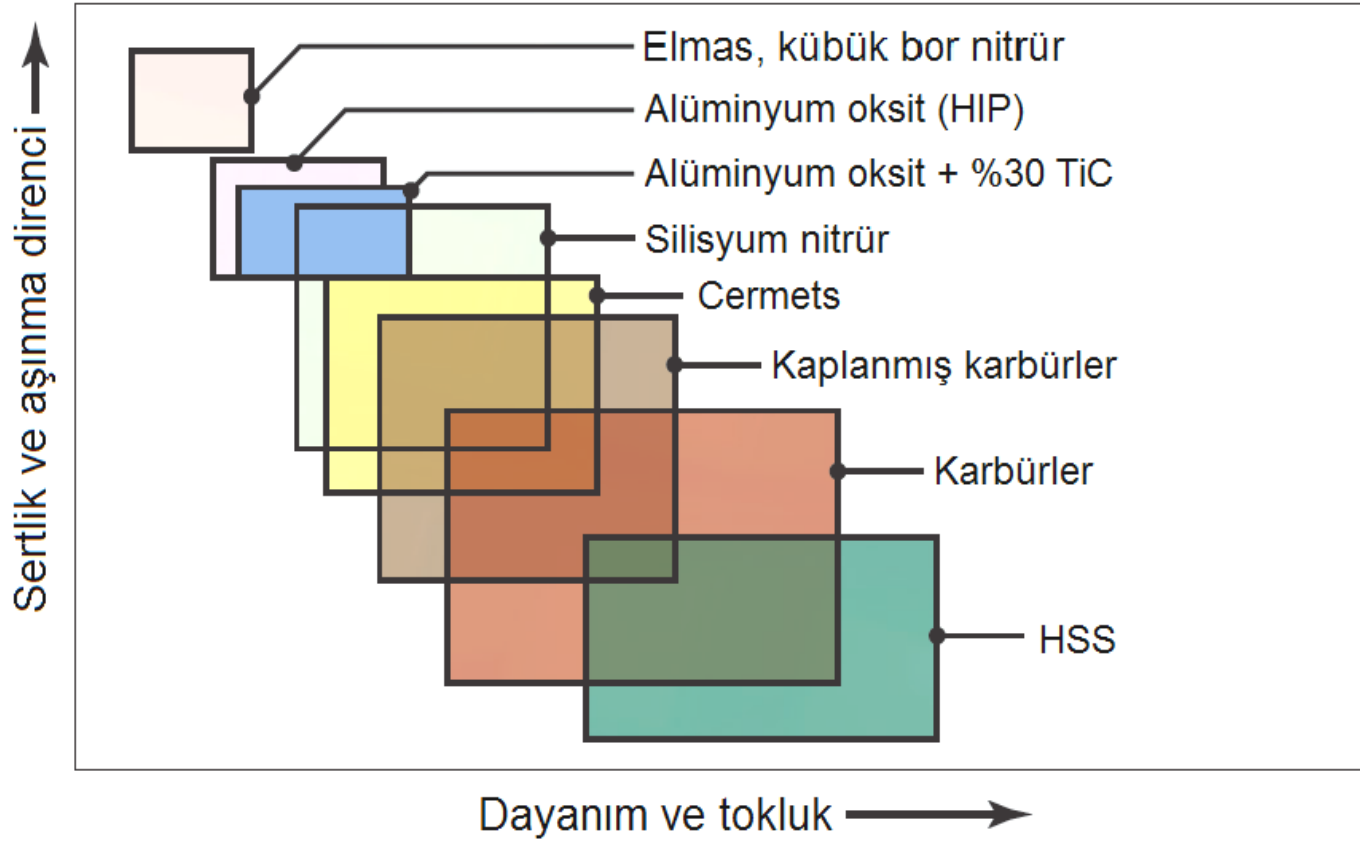
Şekil 1.31 (a) Parça yüzeyini, kesme yüzeyini ve takım ucunu gösteren tek noktalı takım; ve (b) çoklu kesici kenarları olan takımlara örnek olarak helisel bir freze çakısı.

Parça malzemesine nüfuz etme, talaş kaldırma sırasında oluşan kuvvetler, basınçlar, darbeler, ısı oluşumu, aşınma gibi olaylar ve ekonomik faktörler göz önüne alınırsa, takım malzemesinin sahip olması gereken özellikler aşağıda gösterildiğı gibi sıralanabilir:

1. Yüksek sertlik;
2. Yüksek eğılme mukavemeti, basma mukavemeti ve tokluk;
3. Yüksek sıcaklığı ve aşınmaya karşı dayanıklılık;
4. Kolay işlenebilirlik;
5. Ucuz ve kolay bulunabilirlik.

Talaşlı imalat şartlarında tüm malzemeleri kesebilen ve aynı zamanda ekonomik olarak kullanılabilen kesici takım malzemesi yoktur. Kesici takım malzemelerinde aşınmaya karşı direnç (sertlik) ile darbeye karşı direnç (tokluk) arasında ters bir ilişki vardır.

Özetle; kesici takımlarda aşınmaya karşı direnç arttıkça tokluk azalır, tokluk arttıkça aşınmaya karşı direnç azalır. Kesici takım malzemelerinde bu durumu gösterir grafik aşağıdadır.



Şekil 1.32 Takım malzemelerinin mekanik özellik ilişkisi.

**Kesici ağız geometrisi ile tanımlı talaş kaldırmada
kesici takım malzemeleri**

Takım çelikleri

Soğuk iş çelikleri

Sıcak iş çelikleri

Sinterlenmiş karbür

WC-Co

WC-(Ti,Ta,Nb)C-Co

TiC/TiN - Co,Ni

Kesici seramikler

Oksit seramik

Karışık seramik

Silisyum nitrür seramik

Süper sert kesici
takım malzemeleri

Bor nitrür

Elmas

Takım Çelikleri

Bu grubu oluşturan alaşımsız çelikler, az alaşımlı çelikler ve hız çelikleri sertliklerini sertleştirme yolu ile kazanırlar.

Alaşımsız Takım Çelikleri;

En eski takım malzemeleri olan alaşımsız takım çelikleri, ergime koşullarının daha iyi kontrol edilebilmesi için küçük kapasiteli elektrik fırınlarında ergitilen ve vakum kokil döküm ile imal edilen karbon çelikleridir.

- Karbon miktarı %0,6-% 1,4 arasında olan, suda ani soğutmayla sertleştirilen alaşımsız takım çelikleri, 58-64 HRC arasında sertlik kazanırlar.
- Maksimum çalışma sıcaklıkları 200-250°C arasında ve
- Maksimum kesme hızları 10 m/dak kadardır.

DIN standartlarına göre C100W1, C110W1, C125W1, C75W3 şeklinde simgelenir.

AISI ve SAE'ye göre bu çelikler W (water hardening tool steel) ile gösterilirler.

Karbon takım çeliklerinin en büyük üstünlükleri; kolay işlenmeleri ve ucuz olmalarıdır. Günümüzde, sanayileşmiş ülkelerde bu çelikler çok nadiren kullanılırlar.

Düşük Alaşımlı Takım Çelikleri;

Kesme özelliklerini iyileştirmek amacı ile, alaşımsız takım çeliklerine az miktarda krom (Cr), vanadyum (V), volfram (W), molibden (Mo); mangan (Mn), gibi alaşım elementleri ilave edilen çeliklerdir.

Alaşım elementleri bu çeliklere yağda veya havada sertleşme olanağı sağlar.

Bu bakımdan bu çelikler yağ ve hava çelikleri olmak üzere ikiye ayrılır. Yağ çelikleri: %0,9-%1,45 C, %1,00-%1,6 Mn, %1,00 Si, %0,50-%0,75 Cr, %0,25-%1,75 W, %0,25 Mo;

Hava çelikleri: %0,7-%1,00 C, %2-3 Mn, %1-5 Cr, %1 Mo içerirler.

Yağ çeliklerinde sertleştirme esnasında az da olsa şekil bozuklukları meydana gelebilir; hava çeliklerinde ise bu olay görülmez.

Az alaşımlı takım çeliklerinin kesme özellikleri, alaşımsız takım çeliklerinininkinden pek farklı değildir. Bunların çalışma sıcaklığı 250-300 °C'yi geçmez. Sanayileşmiş ülkelerde bu çelikler ancak çok özel amaçlar için kullanılır.

Hız elikleri (HSS elikleri);

Yüksek hız çelikleri, yüksek alaşımli çelikler olup tungsten, molibden, vanadyum, kobalt ve krom ana alaşım elementleri olarak kullanılır. Bu elikler nispeten yüksek eğilme ve kırılma mukavemetine sahiptir ve bu nedenle de tatminkar tokluk özelliklerine sahiptir. Soğuk iş takım çeliklerinin aksine, matrisi sertliğini koruyacak şekilde geliştirilmişlerdir ve daha yüksek sertliğe sahiptir.

Yüksek hız çeliklerinin sertliği ana malzeme olan martenzit ile karbürlerin sayısı ve dağılımından etkilenir. Matriste çözünen W, Mo, V ve Co (alaşım elementleri), sertliği sağlayan özel kararlı karbür fazı şeklinde çökeliirler. Sertlik ve aşınma direnci matris yapıdaki temperlenmiş martensit ve beraberindeki karbürler (özellikle Mo-W çift karbürler, Cr ve V karbürler) ile arttırılır. Karbür oluşumu ve sertleştirme, kromun ilave alaşımlanmasıyla desteklenir.

Çalışma sıcaklıklar: max 600 °C, Sertlik: 60-65 HRC, Kesme hızı: 30-40 m/dk

Demir Olmayan Metalik Alaşımlar

Ticari ismi stellite olan bu malzemeler volfram, krom ve kobalt alaşımlarıdır.

Bu malzemeler ancak dökme ve taşlama yolu ile işlenebilirler.

60-62 HRC sertliğine sahip, aşınmaya dayanıklı ve

Çalışma sıcaklığı 800°C civarındadır.

Sinterlenmiş Karbürler

Avrupa'da sert metal (HM-Hard Metal) adını taşıyan sinterlenmiş karbürler, bağlayıcı malzemeleri kobalt (Co) olan; volfram karbür (WC), titanyum karbür (TiC) ve tantalum karbür (TaC) karbürlerinden sinterleme yolu ile elde edilen malzemelerdir. Bu işlemde volfram, titan ve tantal karbürlerine, toz haline getirildikten ve istenilen oranda karıştırıldıktan sonra preslerde yaklaşık 4000-5000 at. basınç altında ön şekil verilir. Daha sonra elektrik fırınlarında 900-950 °C sıcaklıkta ön sinterleme yapılır, buradan çıktıktan sonra taşlama yolu ile son şekil verilir ve 1400-1600 °C'de nihai sinterleme yapılır. Çok sert, yüksek sıcaklığa ve aşınmaya dayanıklı, yüksek çalışma sıcaklığı ve kesme hızına sahip bu malzemeler günümüzde gittikçe daha çok kullanılmaktadırlar.

Çalışma sıcaklığı: 900-1000 °C, Sertlik: 87-92 HRA, Kesme hızı: 80-300 m/dk

Seramikler

Seramikler, ana malzemesi alüminyum oksit olan ve sinterleme yolu ile imal edilen malzemelerdir. İçerdiği alüminyum oksitin saflığı %99,7 civarında, en yüksek sertliğe sahiptir. Yüksek sıcaklığa ve aşınmaya karşı çok dayanıklı olan ve yüksek kesme hızlarında kullanılabilen seramiklerin darbe ve eğilme mukavemetleri çok düşüktür. Bu nedenle ancak ince veya çok ince tornalama gibi işlemlerde kullanılabiliirler. Seramik takım malzemelerinin özellikleri şu şekilde sıralanabilir: Çalışma sıcaklığı, 1800 °C'ye kadar. Sertliği, 89-95 HRA

Elmaslar

En sert malzeme olan elmas, sıcaklığa ve aşınmaya karşı çok dayanıklı fakat çok kırılgan ve pahalı bir malzemedir. Kırılgan olduğu için ince veya çok ince talaş kaldırma işlemlerinde kullanılır. Elmas ile işlenerek elde edilen yüzeylerin pürüzlüğü 0,1 µm civarındadır.

Normal işlemlerde 100 ila 500 m/dak arasında olan kesme hızı, özel durumlarda 3000 m/dak'ya kadar çıkabilir. İşleme sıcaklığı 1500 °C kadardır

KESME SIVILARI

Kesme Sıvılarının Özellikleri ve Sınıflandırılması

Talaş kaldırma sırasında kullanılan sıvıların başlıca amacı, soğutma ve yağlamadır. Soğutma ile kesme esnasında oluşan ısıyı çevreye ileterek ısı miktarını azaltmak; yağlama ile de takımla talaş ve takımla işlenen yüzey arasına nüfuz ederek sürtünmeyi azaltmak ve takımın aşınmasını önlemektir.

Sıvıların soğutma fonksiyonlarını iyi bir şekilde yapabilmeleri için yüksek ısı iletme kabiliyetine ve yüksek özgül ısıya sahip olmaları gerekir.

Yağlama görevini yerine getirebilmeleri için ise, sürtünme yüzeylerinde birkaç molekül kalınlığında, yapışmış bir sıvı tabakası oluşturmaları gereklidir. Sıvıların bu özelliğine yapışma kabiliyeti (oiliness) denir.

Kesme sıvılarından istenen özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Yüksek ısı iletme kabiliyetine (soğutma özelliğine) sahip olmaları,
2. Metalik yüzeyler üzerine yapışmış bir sıvı tabakası oluşturabilme kabiliyetine (yağlama özelliğine) sahip olmaları,
3. Kararlı olmaları, yani özelliklerini uzun süre koruyabilmeleri; Anti korozyon olmaları, paslanmaya yol açmamaları,
4. İnsan sağlığına zarar vermemeleri,
5. Alev alma ve yanma tehlikesi taşımamaları.

Talaş Kaldırmada Kesme Koşulları

- Talaş kaldırma işleminin üç boyutu:
 - Kesme hızı; v (birincil hareket)
 - İlerleme f ; (ikincil hareket)
 - Kesme derinliği d ; (takımın orijinal parça yüzeyinden aşağıya nüfuziyeti)
- Bazı talaşlı imalat işlemlerinde malzeme kaldırma hızı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$R_{MR} = v.f.d \text{ (mm}^3\text{/s)}$$

Burada v = kesme hızı (m/s); f = ilerleme (mm); d = kesme derinliği (mm)

Güç ve Enerji İlişkileri

- Talaşlı İmalat işleminin bir Enerji gereksinimi vardır
- İşlem ile ilgili güç aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$P_c = F_c V$$

P_c = Kesme için gerekli güç (W)

F_c = Kesme kuvveti (N)

V = Kesme hızı (m/s)

ABD'de güç birimi olarak HP (Horse Power) = Beygir Gücü (BG) kullanılır.

1HP=0,745 KW

- Tezgahın ihtiyacı olan toplam güç P_g

$$P_g = \frac{P_c}{E}$$

$$P_g = P_c / E$$

Burada E = takımın mekanik verimidir. Genellikle $E \sim \%90$

Talaşlı İmalatta Birim Güç

Gücün, birim hacim için kullanılan güce dönüştürülmesinde kullanılır

Birim (Özgül) Güç: P_u veya HP_u

$$P_u = P_c / R_{MR} \quad HP_u = HP_c / R_{MR}$$

R_{MR} = talaş kaldırma hızı (m^3/s)

Birim güç aynı zamanda spesifik enerji U olarak tanımlanır

$$U = P_u = P_c / R_{MR} = F_c V / V t_o W$$

Spesifik (özgül) enerji birimleri: Nm/mm^3 veya J/mm^3

Kesme Sıcaklığı

- Yaklaşık kullanılan enerjinin % 98 i ısı enerjisine dönüşür
- Bu durum, takım-talaş arayüzeyinde sıcaklıkların çok artmasına yol açar
- Kalan enerji (yaklaşık %2) talaşın elastik deformasyonuna harcanır

Sıcaklığın Önemi

Talaş-Takım arayüzeyinde yüksek sıcaklık oluşumu

1. Takım ömrünü azaltır,
2. Oluşan sıcak talaş, operatör emniyeti açısından sakınca oluşturabilir,
3. İş parçasında ısıl genleşmeden dolayı boyut hassasiyetini olumsuz yönde etkiler.