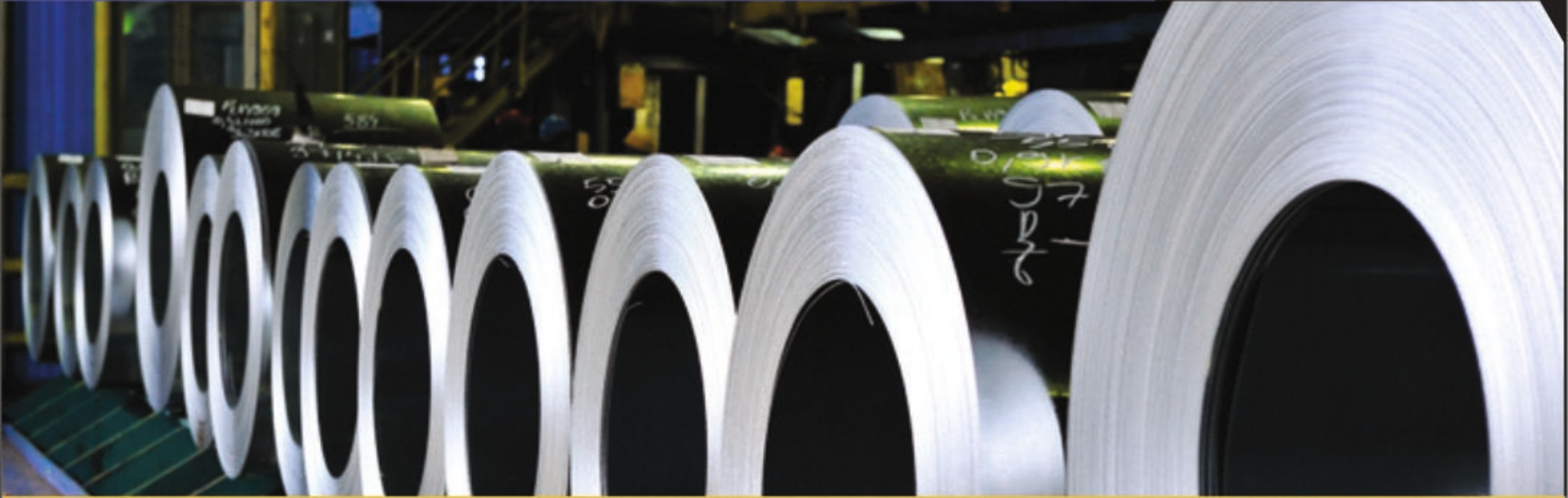


MIKELL P. GROOVER

Çeviri Editörleri: Mustafa Yurdakul, Yusuf Tansel İç

4th EDITION
4. BASIMDAN ÇEVİRİ



MODERN İMALATIN PRENSİPLERİ

PRINCIPLES of MODERN MANUFACTURING



TALAŞLI İMALAT

- ch19-Talaşlı imalatın Teorisi
- ch20-Talaşlı İmalat Yöntemleri
- ch21-Kesici Takım Teknolojisi
- ch22-Ekonomi ve Ürün Tasarımı
- ch23-Taşlama ve İleri İşleme Yönt.

19

TALAŞLI İMALAT TEORİSİ

Bölüm İçeriği

19.1 Talaşlı İmalat Teknolojisinin Genel Tanıtımı

19.2 Talaşlı İmalatta Talaş Oluşumunun Teorisi

19.2.1 Ortogonal Kesme Modeli

19.2.2 Gerçek Talaş Oluşumu

19.3 Kuvvet İlişkileri ve Merchant Eşitliği

19.3.1 Talaşlı İmalatta Kuvvetler

19.3.2 Merchant Eşitliği

19.4 Kesmede Güç ve Enerji İlişkileri

19.5 Kesme Sıcaklığı

19.5.1 Kesme Sıcaklıklarını Hesaplamada
Kullanılan Analitik Metotlar

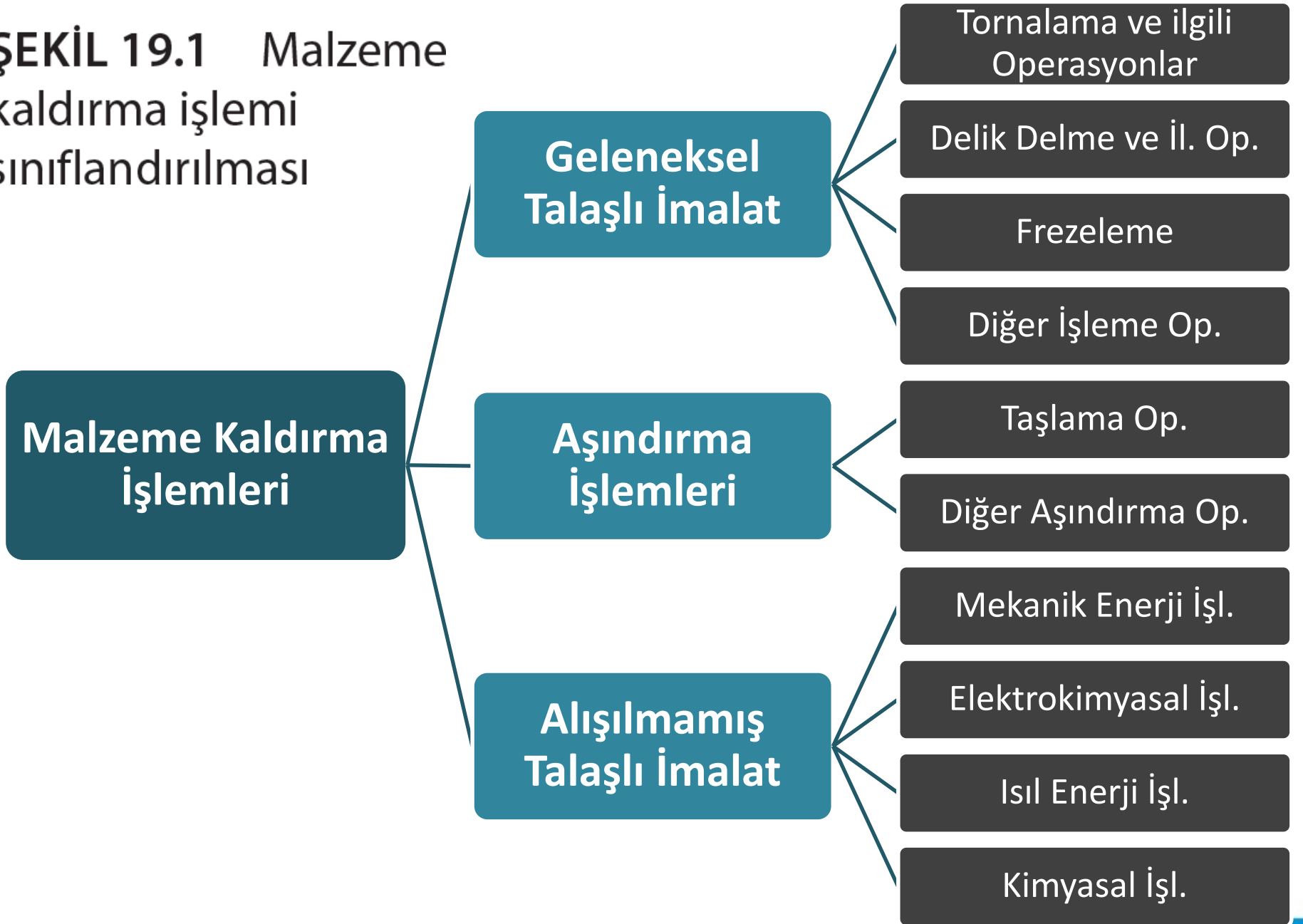
19.5.2 Kesme Sıcaklığının Ölçümü

Malzeme Uzaklaştırma Yöntemleri

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

- **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

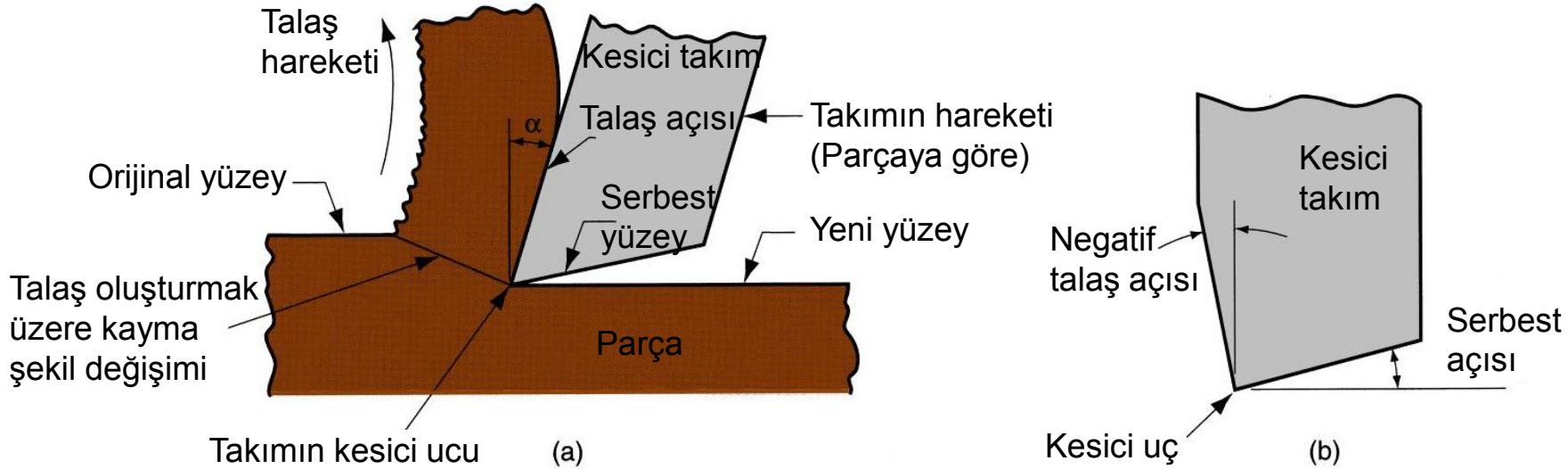
ŞEKİL 19.1 Malzeme kaldırma işlemleri sınıflandırılması



Talaş Kaldırma

Kesme işlemi, bir talaş oluşturmak üzere parça malzemesinin kesme deformasyonunu içerir

- Talaş uzaklaştığında, yeni yüzey ortaya çıkar



Şekil 21.2 (a) Talaş kaldırma işleminin kesit görünüşü, (b) negatif talaş açısıyla takım; (a)'daki pozitif talaş açısıyla karşılaştırın.

19.1 TALAŞLI İMALAT TEKNOLOJİSİNİN GENEL TANITIMI

❖ Talaşlı imalat tek bir işlem değil bir grup işlemlerden oluşur. Ortak özelliği kesici takım ile iş parçasından talaş kaldırılmasıdır. Operasyonun uygulanması için takım ile iş arasında bağıl harekete ihtiyaç duyulur.



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

Talaşlı İmalatın Zayıflıkları

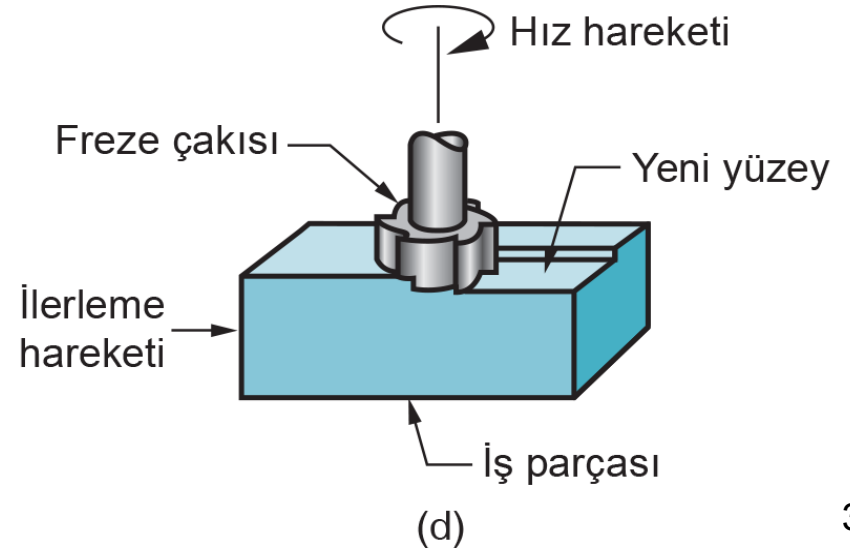
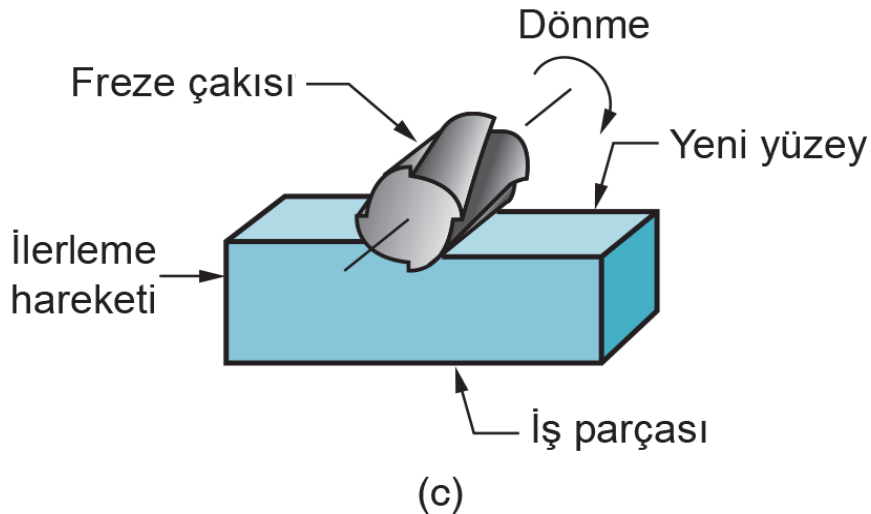
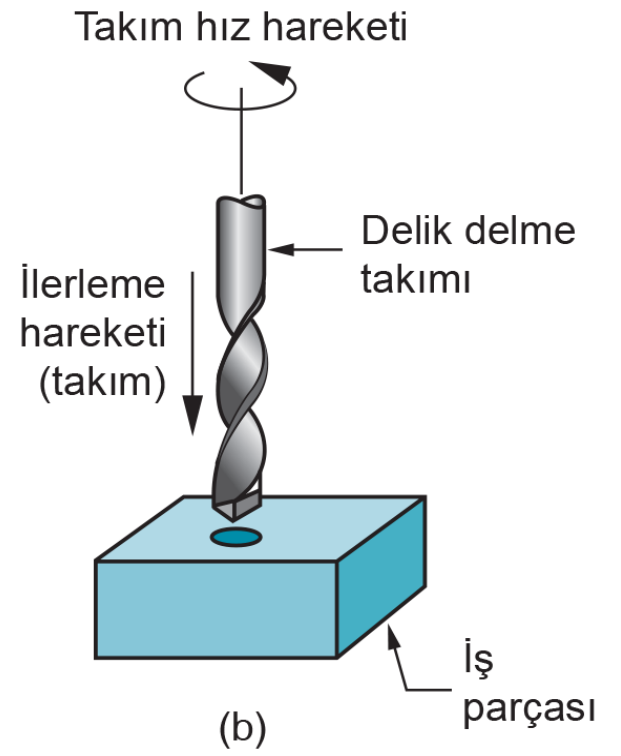
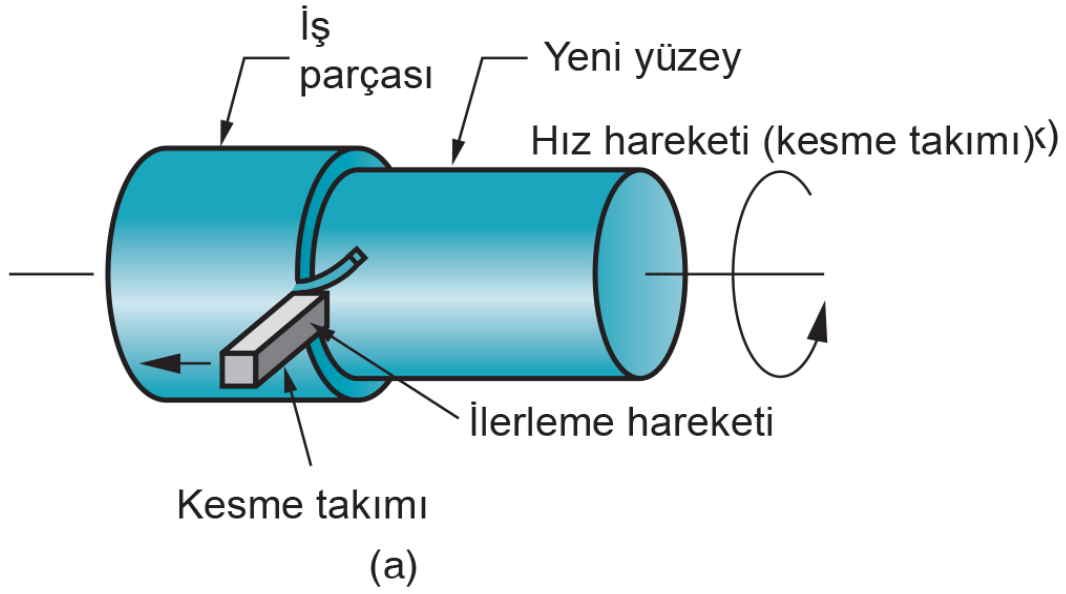
- Malzeme sarfiyatı
 - Talaşlı imalatta üretilen talaşlar, en azından tek bir operasyonda atık malzemedir
- Zaman alıcı
 - Bir talaş kaldırma işlemi, belirli bir parça için döküm, toz metalurjisi veya PŞV gibi alternatif yöntemlere göre daha fazla zaman alır

Talaş 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

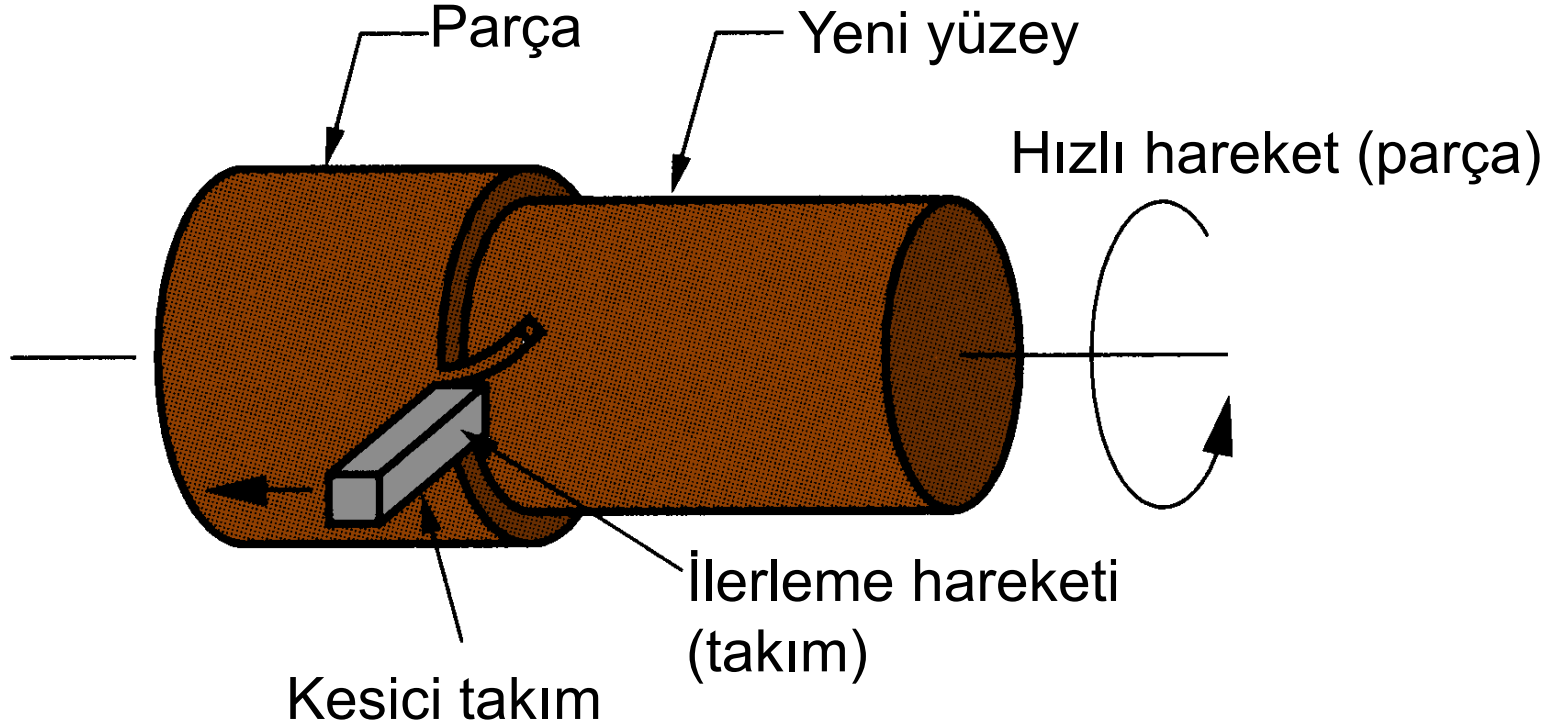
Talaş Kaldırma Yöntemleri

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



Tornalama

Tek uçlu bir takım, silindirik bir şekil oluşturmak üzere dönen parçadan malzeme uzaklaştırır

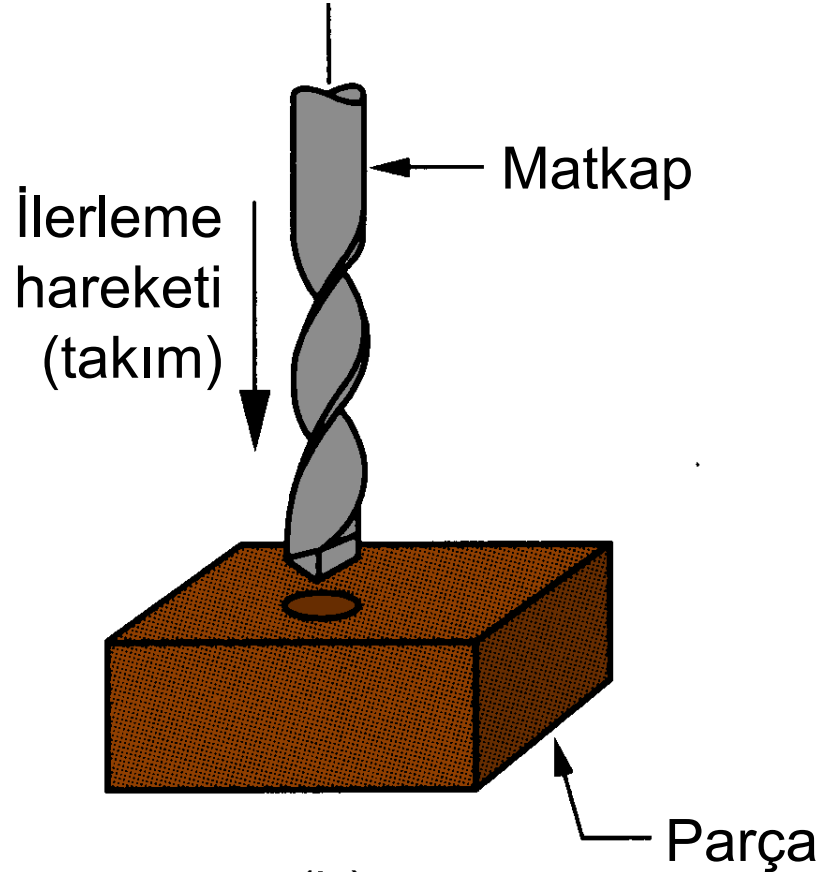


(a)

Şekil 21.3 En yaygın üç talaşlı işleme yöntemi: (a) tornalama,

Delme

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



Şekil 21.3 (b) delme,

(b)

Frezeleme

Dönen çoklu kesici uçlu takım, bir düzlem veya düz bir yüzey kesmek üzere parça boyunca hareket eder

- İki şekli: çevresel frezeleme ve alın frezeleme



Şekil 21.3 (c) çevresel (yüzey) frezeleme, ve (d) alın frezeleme.

Kesici Takımların Sınıflandırılması

1. Tek uçlu takımlar

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

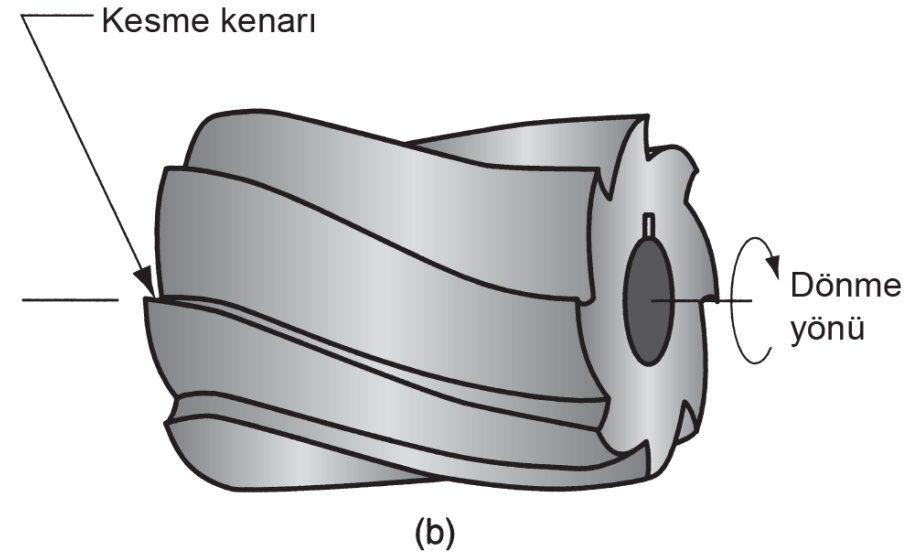
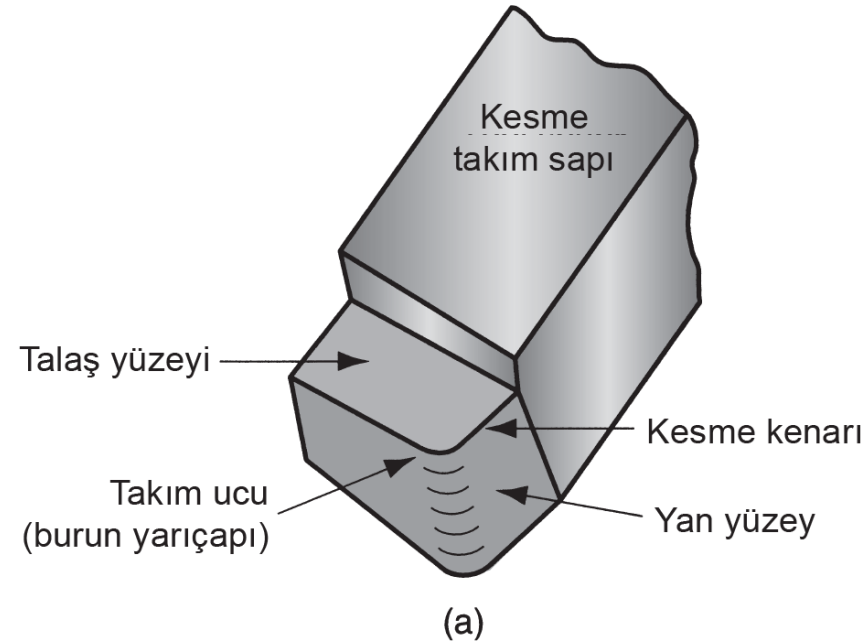
2. Çoklu kesici kenarlı takımlar

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

Kesici takım

ŞEKİL 19.4

a) tek kesme kenarlı (noktalı) takım için talaş yüzeti, yan yüzey ve takım ucu; ve (b) helisel freze çakısı, takım kenarı çok olan çakı gösterimi



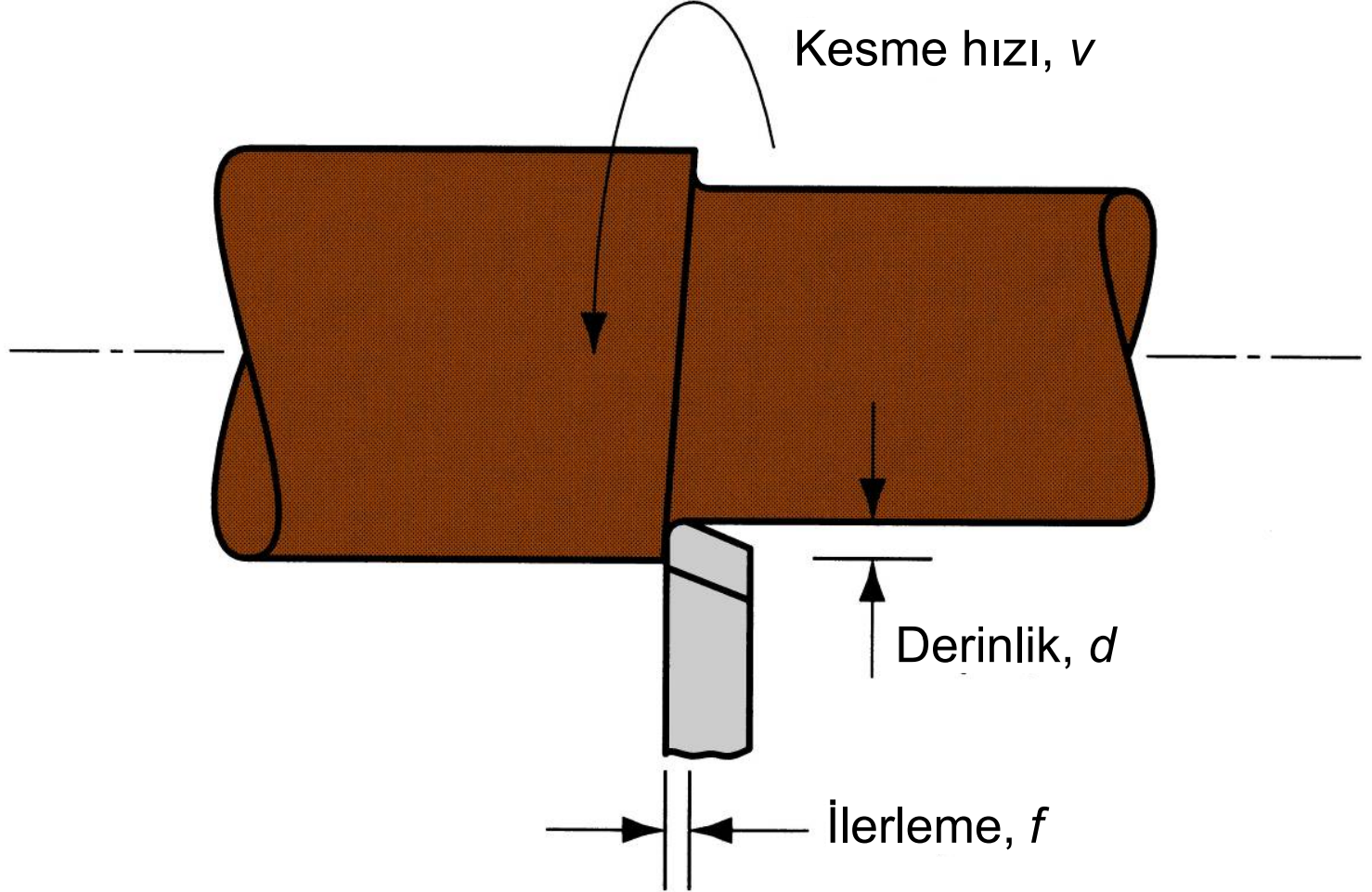
Talaş Kaldırmada Kesme Koşulları

- 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:

$$R_{MR} = v . f . d$$

burada v = kesme hızı; f = ilerleme;
 d = kesme derinliği

Tornalamada Kesme Koşulları



Şekil 21.5 Tornalamada kesme hızı, derinlik ve ilerleme.

Kaba İşleme ve Bitirme İşlemesi

İmalatta, parçada genellikle birkaç kaba paso ve ardından bir veya iki bitirme pasosu uygulanır

- **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

Talaşlı İşlem Tezgahları

Taşlama dahil, talaş kaldırma işlemi gerçekleştiren, motor tahrikli bir makinadır

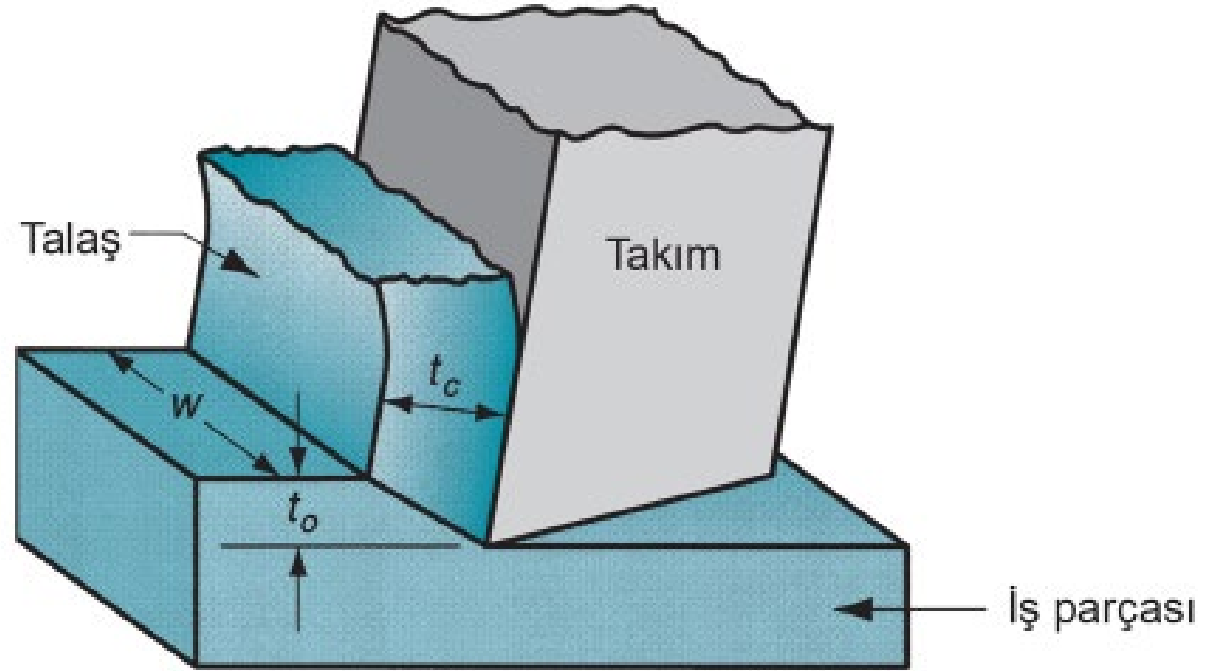
- Talaş kaldırmadaki işlevleri:
 - Parçayı tutar
 - Takımın parçaya göre konumunu ayarlar
 - Ayarlanan ilerleme, kesme ve derinlikte güç sağlar
- Bu terim, metal şekillendirme işlemlerini yapan makinalar için de kullanılmaktadır

19.2 TALAŞLI İMALATTA TALAŞ OLUŞUMUNUN TEORİSİ

19.2.1. ORTOGONAL KESME MODELİ

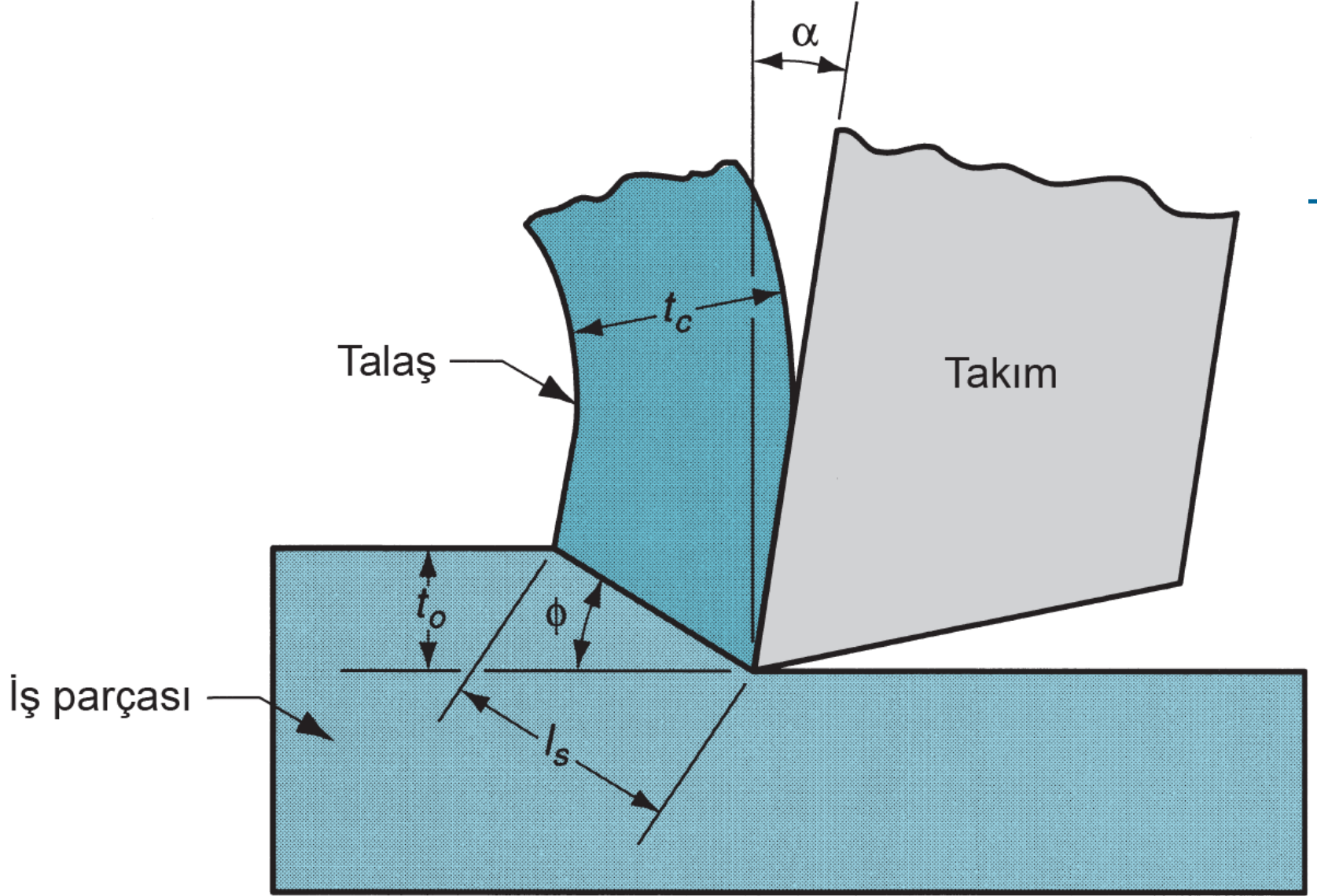
Ortogonal
kesme:

(a) 3 boyutlu
işleme
olarak



(a)

Şeklin devamı var...



(b)

Ortogonal kesme:(b) iki boyuta indirgenmiş hali, yan görünüş

Talaş Kalınlık oranı

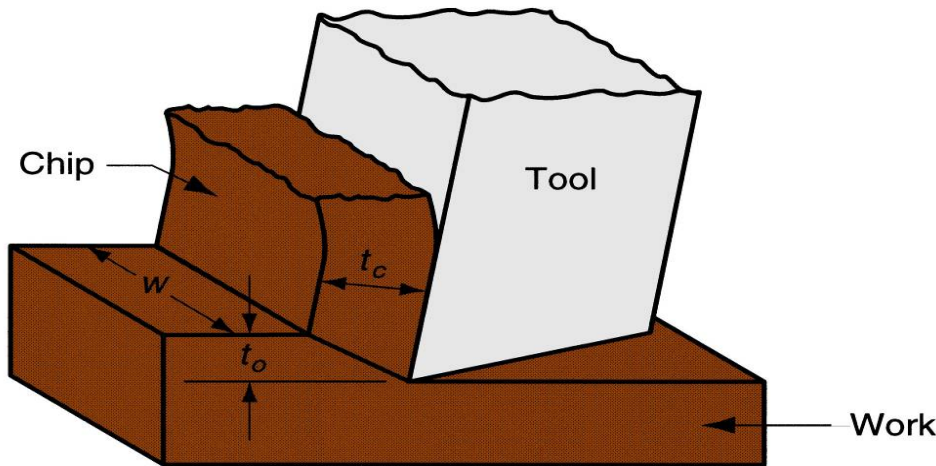
$$r = \frac{t_o}{t_c}$$

burada r = talaş kalınlık oranı;

t_o = talaşın kesme öncesi kalınlığı; ve

t_c = talaşın, kesme ağzında ayrıldıktan sonraki kalınlığı

- Kesmeden sonraki talaş kalınlığı daima kesmeden önceki kalınlığından daha küçüktür, yan, talaş kalınlık oranı daima birden azdır.

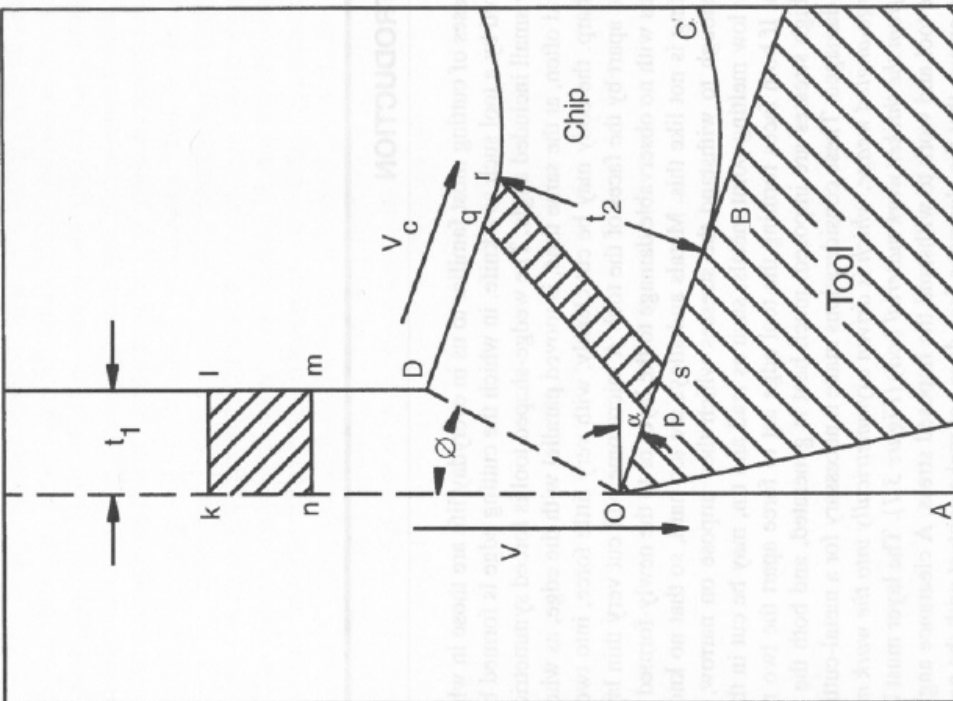


(a)

Kayma Düzlemi açısının belirlenmesi

- Kayma Düzlemi açısı ϕ , ortogonal kesme modelinde geometrik parametrelere bağlı olarak şu şekilde yazılabilir

-aküttesi)



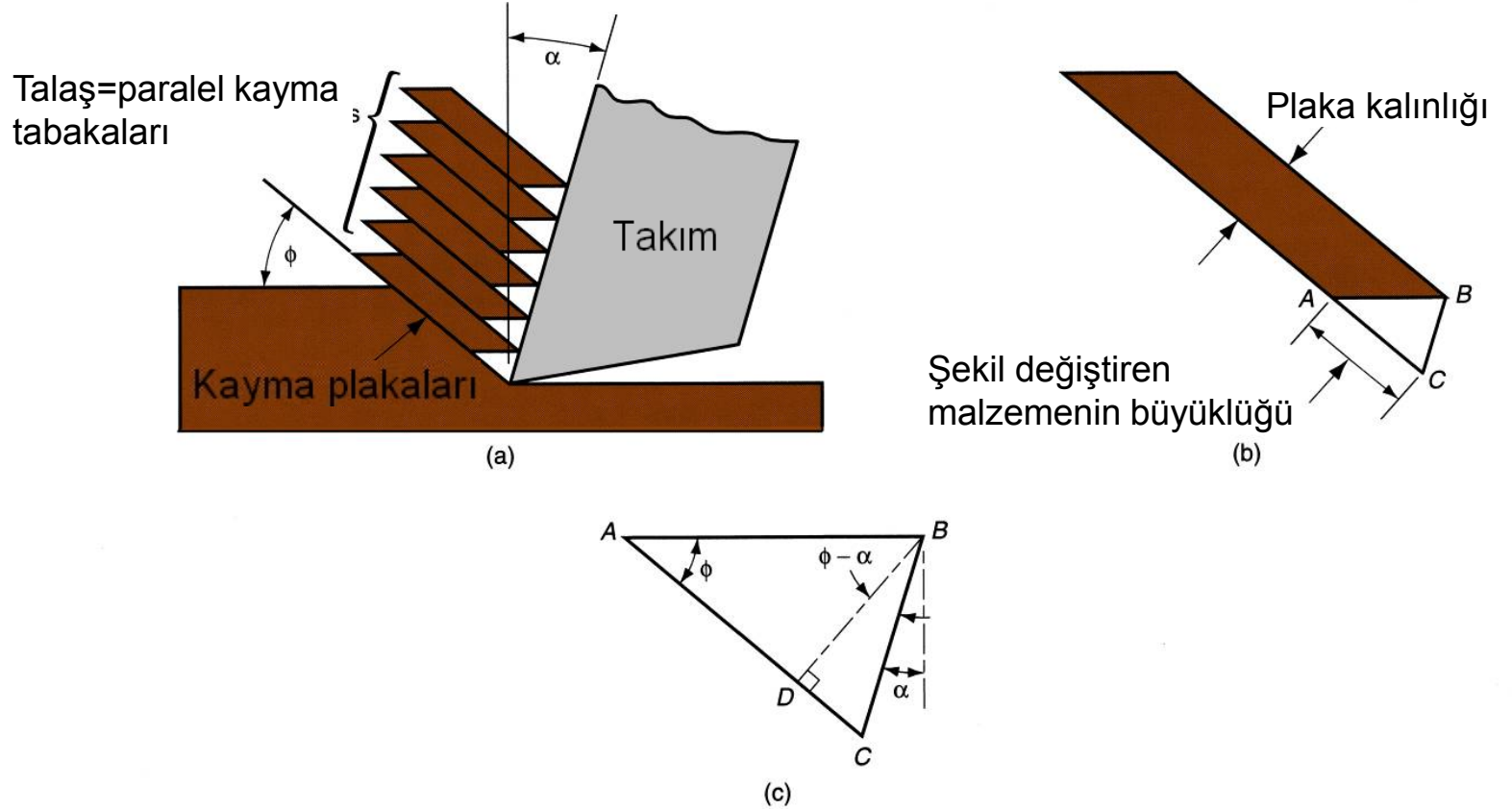
$$\tan \phi = \frac{r \cos \alpha}{1 - r \sin \alpha}$$

Burada; r = talaş oranı,
and α = talaş açısı

$$r = t_0/t_c$$

EUT

Talaş Oluşumunda Kayma Şekil Değişimi



Şekil 21.7 Talaş oluşumu sırasında kayma şekil değişimi: (a) birbirinin üzerinden kayan paralel serisi şeklinde talaş oluşumu, (b) plakalardan biri, kayma şekil değişimini göstermek için ayrılmıştır, ve (c) şekil değiştirme denkleminin çıkarılmasında kullanılan kayma şekil değiştirme üçgeni.

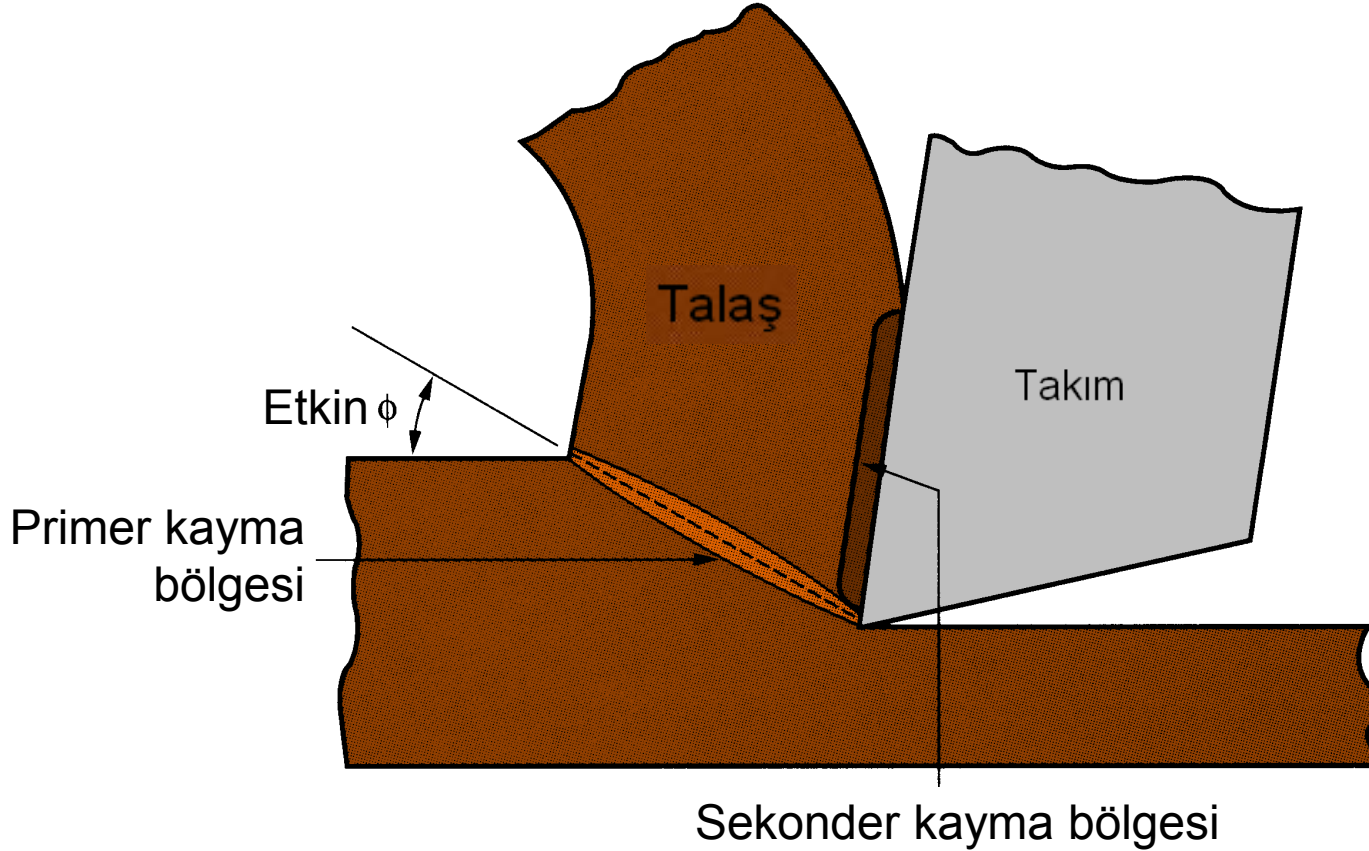
Kayma Şekil Değişimi

Talaş kaldırmada kayma şekil değişimi, önceki sayfada görülen paralel plaka modeline dayanan, aşağıdaki denklemden hesaplanabilir:

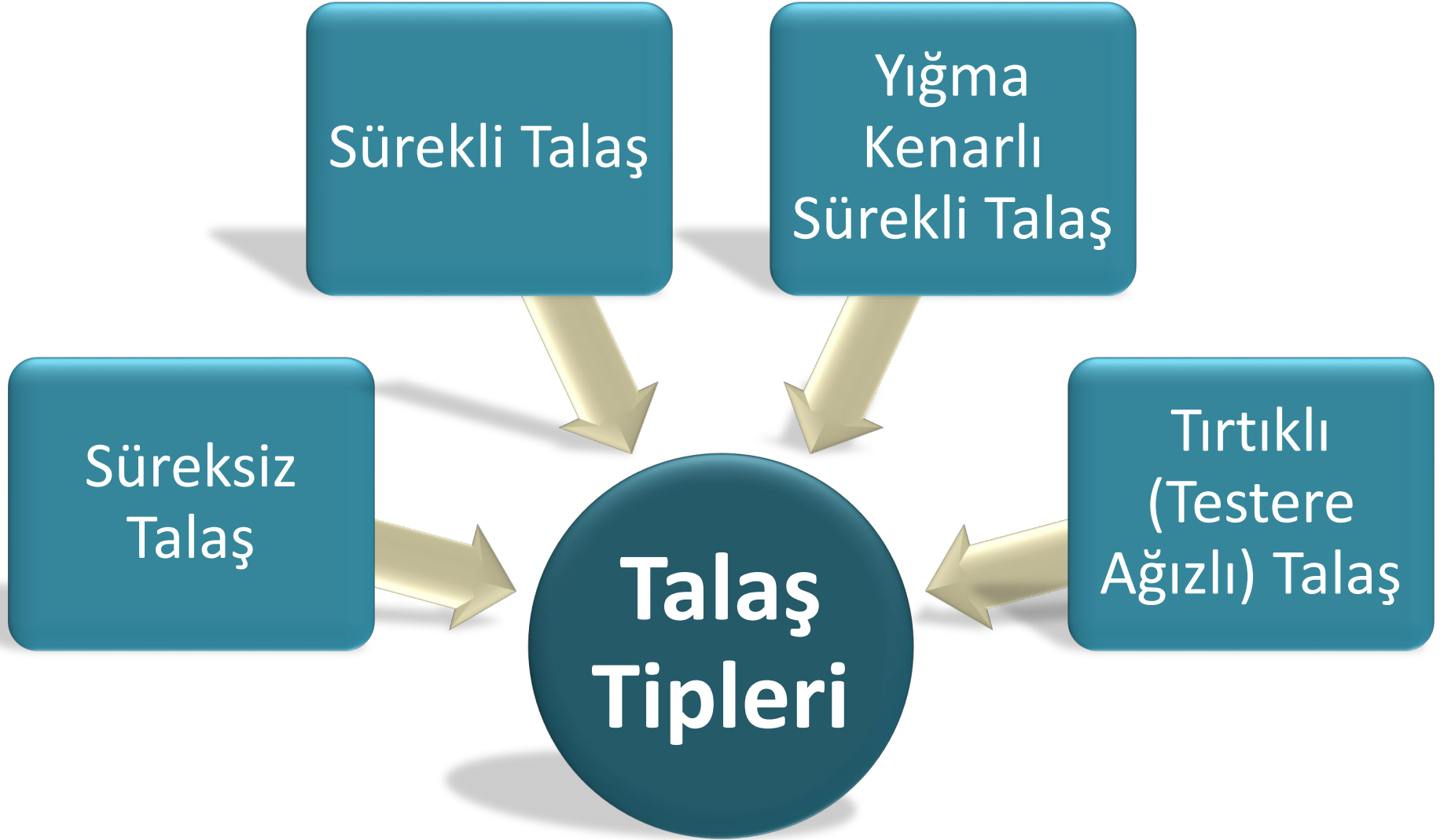
$$\gamma = \tan(\phi - \alpha) + \cot \phi$$

burada γ = kayma şekil değişimi, ϕ = kayma düzlem açısı, ve α = kesici takımın talaş açısı

Talaş Oluşumu

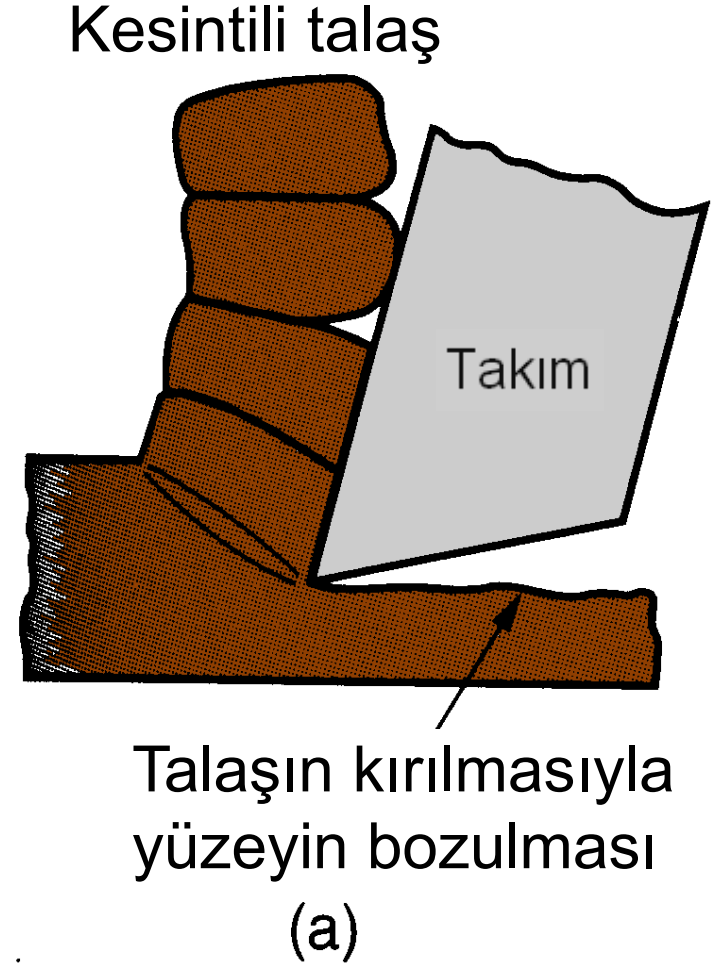


Şekil 21.8 Talaş oluşumunun gerçeğe daha uygun görünüşü. Kayma düzlemi yerine kayma bölgesi gösterilmiştir. Ayrıca takım-talaş sürtünmesinden doğan sekonder kayma bölgesi de gösterilmiştir.



Kesintili Talaş

- Gevrek malzemelerde
- Düşük kesme hızları
- Büyük ilerleme ve kesme derinliği
- Yüksek takım-talaş sürtünmesi



Şekil 21.9 Metal kesmede talaş oluşumunun dört türü: (a) kesintili talaş

Sürekli (Akma) Talaş

- Sünek malzemelerde
- Yüksek kesme hızları
- Küçük ilerleme ve derinlikler(paso)
- Sivri kesici kenar
- Düşük takım-talaş sürtünmesi

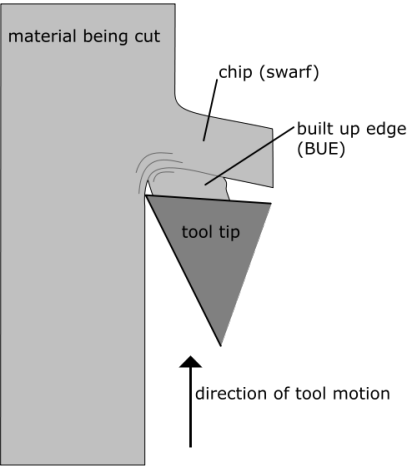


(b)

Şekil 21.9 (b) sürekli talaş

Yığılma Kenarlı (BUE*) Sürekli (Akma) Talaş

- Sünek malzemeler
- Düşük-orta kesme hızları
- Takım-talaş sürtünmesi, takım yüzeyine yapışan talaş parçacıklarına neden olur
- Yığılma kenarı oluşur ve belirli aralıklarda kopar

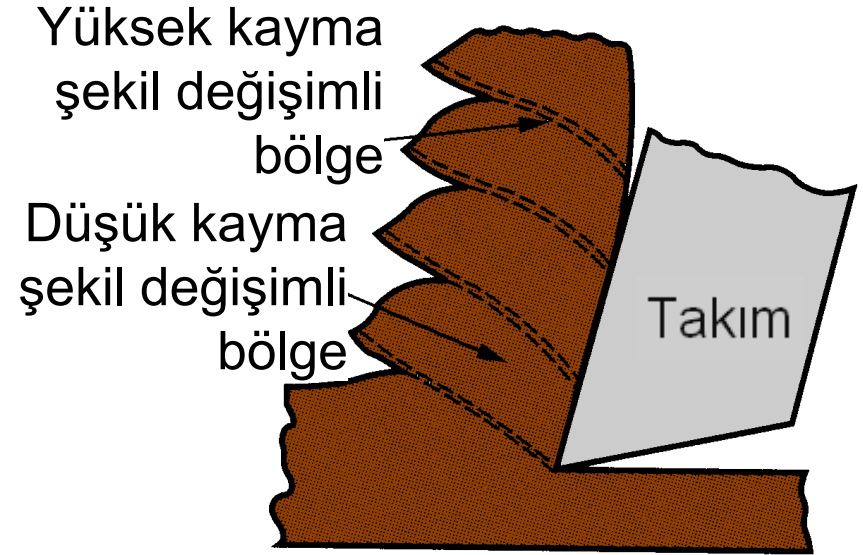


Şekil 21.9 (c) yığılma kenarlı sürekli talaş

)BUE: Built-up Edge

Yarı Kesintili Talaş

- Yarı sürekli – testere dişi görünümlü
- Yüksek kayma şekil değişimi ve düşük kayma şekil değişiminin ardışık olduğu çevrimsel talaş şekli
- Daha çok, talaş kaldırması zor metallerin yüksek hızlarda kesilmesi sırasında oluşur



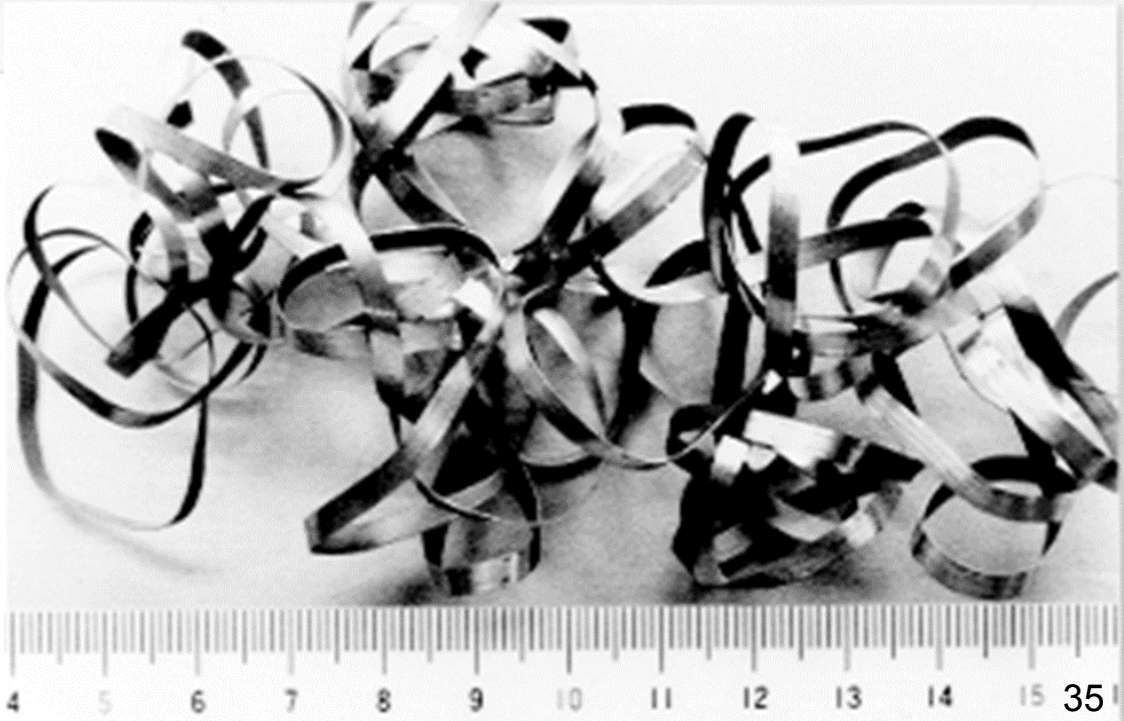
(d)

Şekil 21.9 (d) yarı kesintili talaş.



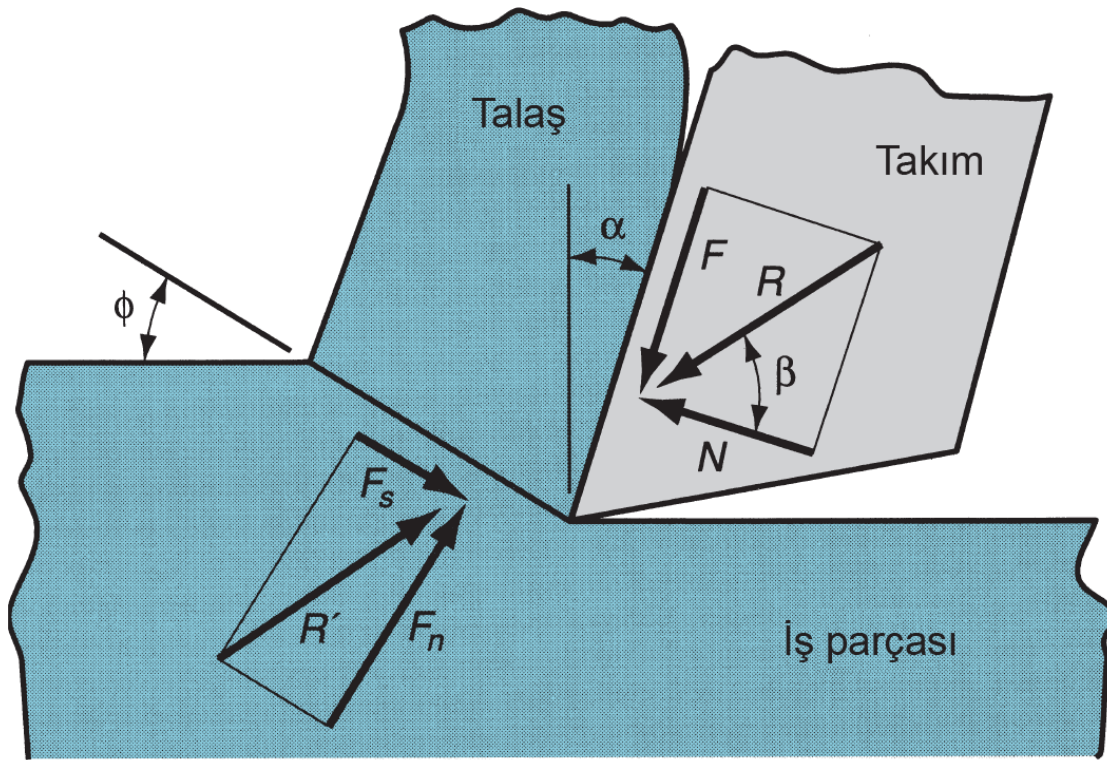
Sürekli Talaş

Kesintili Talaş



19.3 KUVVET BAĞLANTILARI VE MERCHANT EŞİTLİĞİ

19.3.1 METAL KESMEDE KUVVETLER



ŞEKİL 19.10

Metal kesmede kuvvetler: (a) ortogonal kesimde talaşa etkiyen kuvvetler, ve (b) takıma etkiyen ölçülebilen kuvvetler

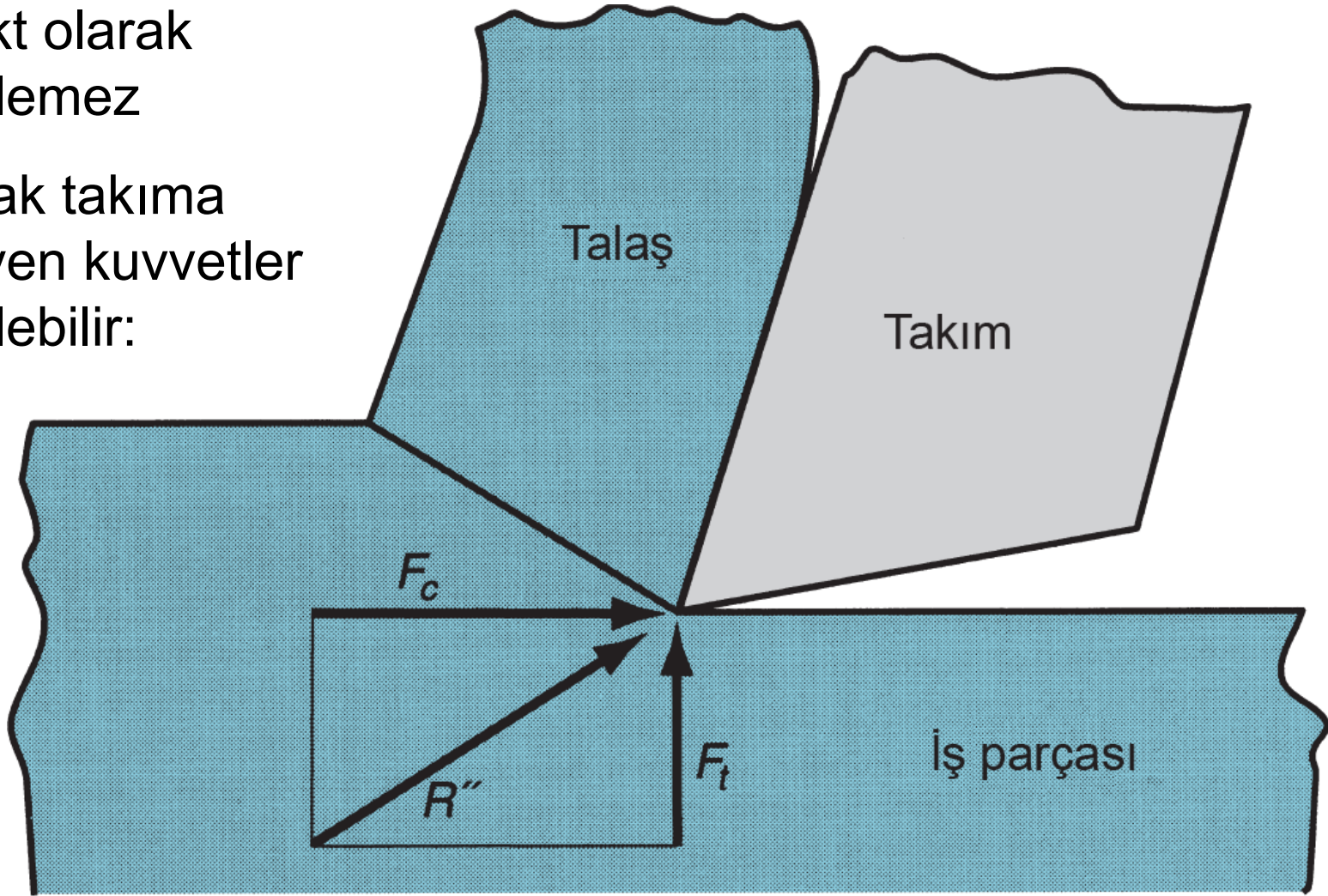
F:Sürtünme kuvveti^(a) ve F_s :Kayma kuvveti

Bileşke Kuvvetler

- Sürtünme kuvveti F ve sürtünme oluşturan normal kuvvet N
- Kayma kuvveti F_s ve kayma oluşturan normal kuvvet F_n
- F ve N 'nin vektörel toplamı = bileşke R
- F_s ve F_n 'in vektörel toplamı = bileşke R'
- Talaş üzerine etkiyen kuvvetlerin dengede olması gerekir:
 - R' 'nün R 'nin büyüklüğüne eşit olması gerekir
 - R' 'nün R 'nin yönüne zıt olması gerekir
 - R' 'nün R ile kolinear olması gerekir

F , N , F_s , ve F_n
direkt olarak
ölçülemez

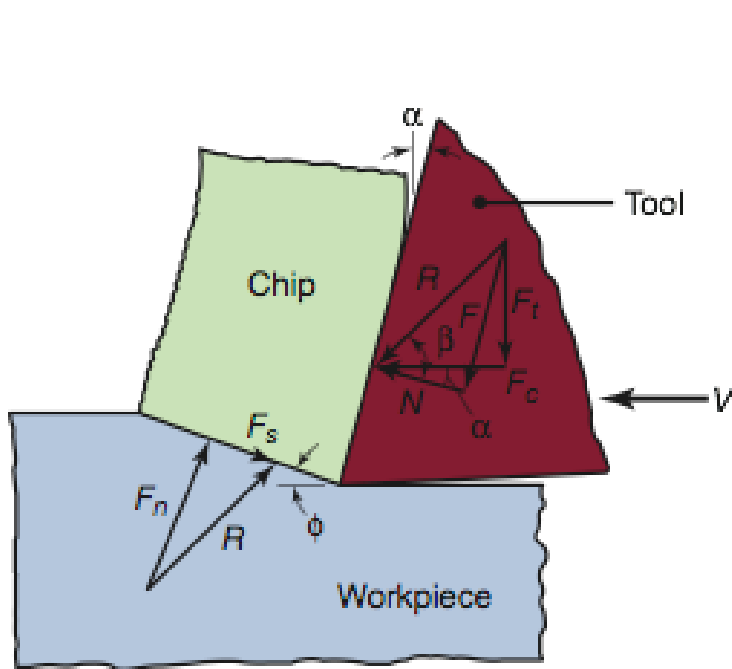
Ancak takıma
etkiyen kuvvetler
ölçülebilir:



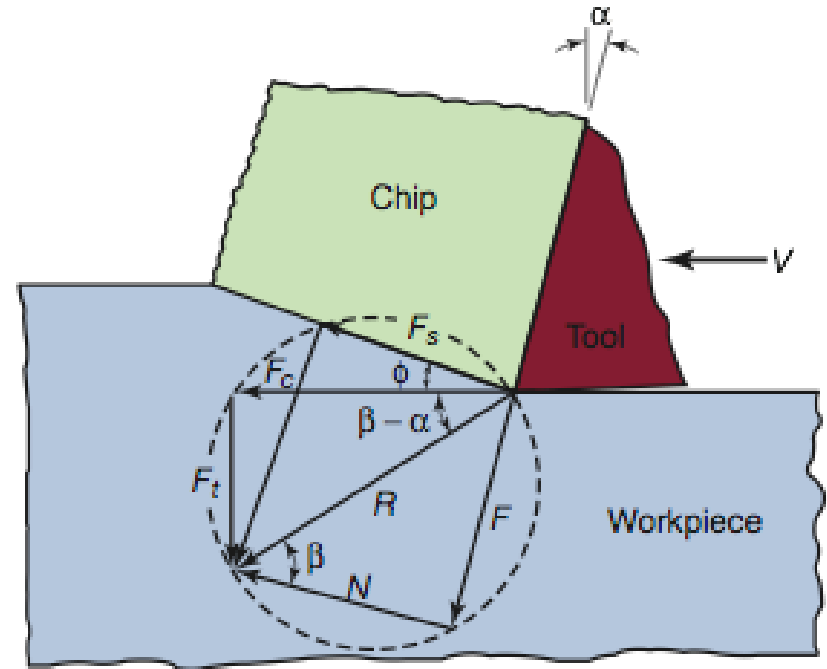
(b)

Kesme kuvveti F_c ve itme kuvveti F_t

Kesme Kuvvetleri



(a)



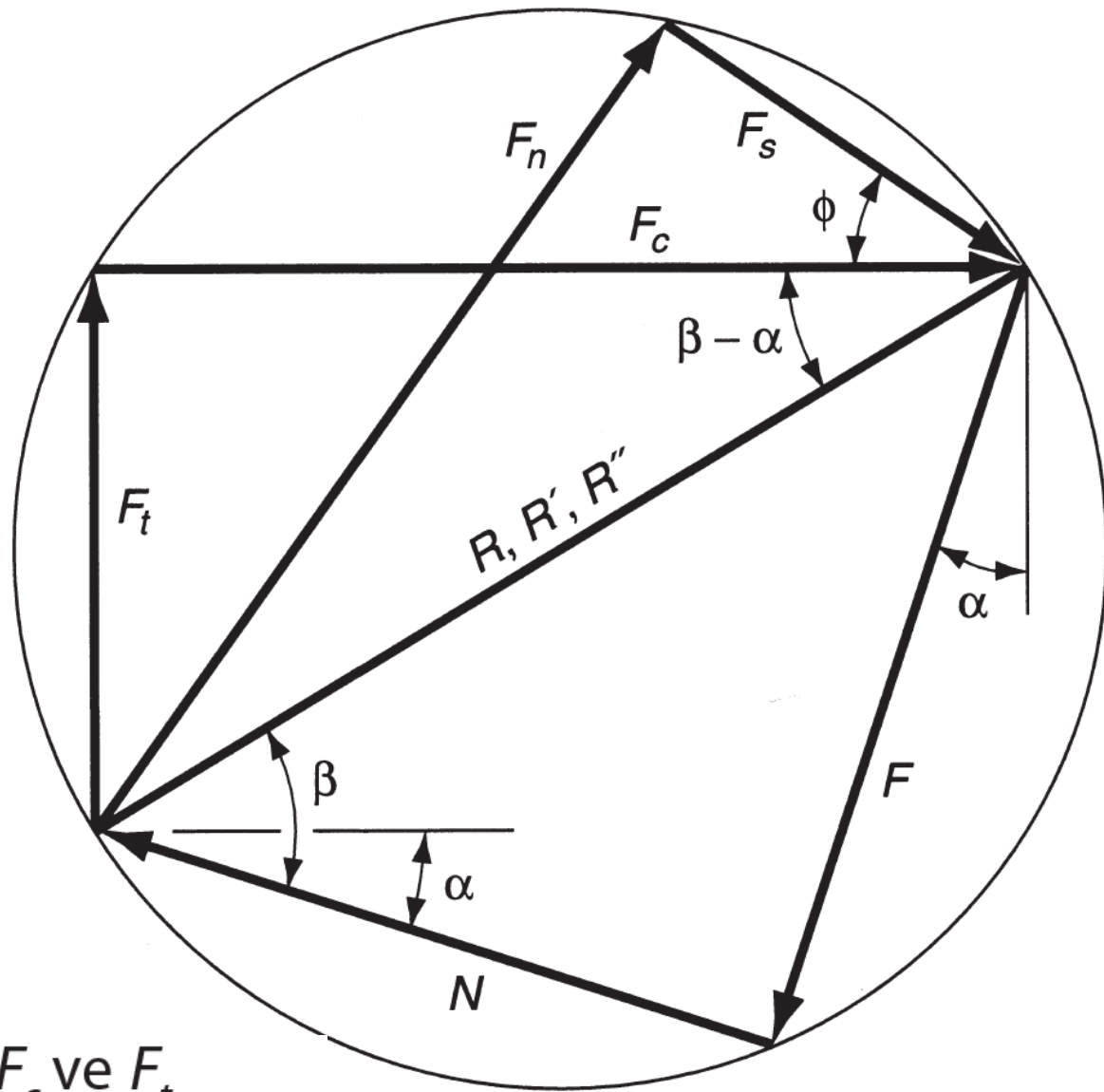
(b)

Kesme kuvveti

$$F_c = R \cos(\beta - \alpha) = \frac{wt_o \tau \cos(\beta - \alpha)}{\sin \phi \cos(\phi + \beta - \alpha)}$$

Sürtünme Katsayısı

$$\mu = \tan \beta = \frac{F_t + F_c \tan \alpha}{F_c - F_t \tan \alpha}$$



ŞEKİL 19.11 F, N, F_s, F_m, F_c ve F_t arasındaki geometrik ilişkileri gösteren kuvvet diyagramı

Sürtünme Katsayısı

Takım ile talaş arasındaki sürtünme katsayısı

$$\mu = \frac{F}{N}$$

Sürtünme açısı ile sürtünme katsayısı ilişkisi

$$\mu = \tan \beta$$

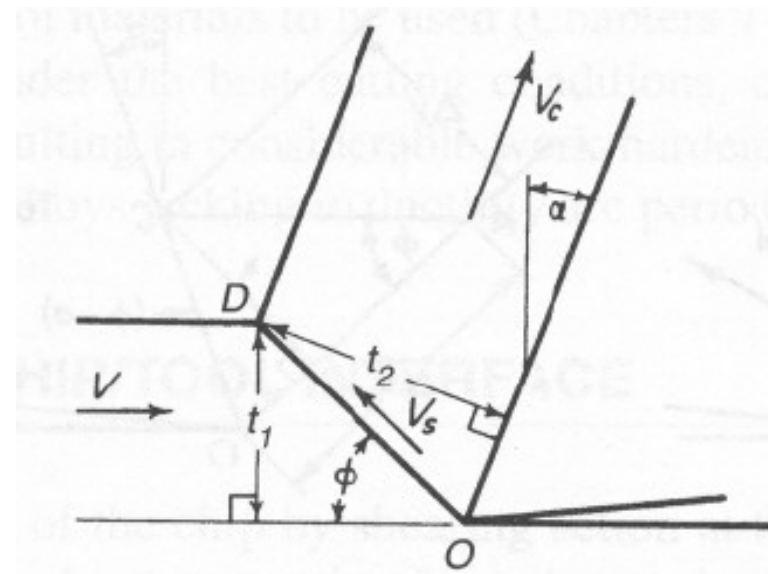
Kayma Gerilmesi

Kayma Düzleminde etki eden Kayma Gerilmesi:

$$S = \frac{F_s}{A_s}$$

burada A_s = kayma düzlemindeki Alan

$$A_s = \frac{t_o w}{\sin \phi}$$



Kayma Gerilmesi = İş parçası malzemesinin kayma dayanımına eşit,

Talaş Kaldırmada Kuvvetler

- Aşağıdaki denklemler, ölçülemeyen kuvvetleri, ölçülebilen kuvvetler cinsinden ifade eder:

$$F = F_c \sin \alpha + F_t \cos \alpha$$

$$N = F_c \cos \alpha - F_t \sin \alpha$$

$$F_s = F_c \cos \phi - F_t \sin \phi$$

$$F_n = F_c \sin \phi + F_t \cos \phi$$

- Hesaplanan bu kuvvetlere göre kayma gerilmesi ve sürtünme katsayısı belirlenebilir

Merchant Denklemi

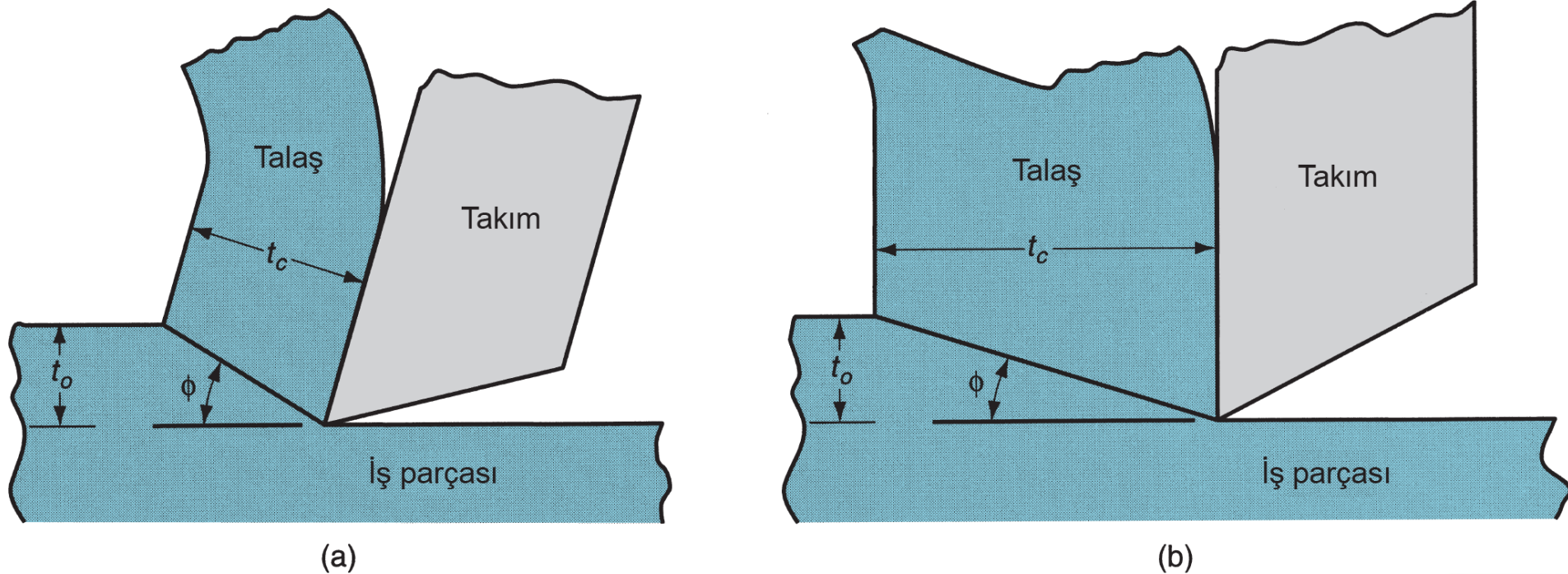
- İş parçasında kayma açısı kaymanın gerçekleşebileceği tüm düzlemler içerisinde, enerjiyi minimize edecek biçimde meydana gelir

$$\phi = 45 + \frac{\alpha}{2} - \frac{\beta}{2}$$

- Eugene Merchant tarafında ortaya konulmuştur
- Ortogonal talaş kaldırma için hesaplanmıştır ancak 3 boyutlu durum için de kullanılmaktadır

ŞEKİL 19.12

Kesme düzlem açısının etkisi: (a) daha yüksek kesme düzlem açısı sonucu daha az kesme düzlem alanı oluşur; (b) daha küçük kesme düzlem açısı sonucu daha büyük kesme düzlem alanı ortaya çıkar. Not: (a) şikkındaki talaş açısı daha büyüktür ve Merchant eşitliğine göre kesme düzlem açısını arttırmaktadır.



Mechant Denklemi:

$$\phi = 45 + \frac{\alpha}{2} - \frac{\beta}{2}$$

- Kayma düzleminin açısını arttırmak için
 - Talaş açısı arttırılmalıdır
 - Sürtünme açısı (veya sürtünme katsayısı) azaltılmalıdır

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

F_c = Kesme kuvveti

v = Kesme hızı

Güç ve Enerji İlişkileri

- Tezgahın ihtiyacı olan toplam güç (P_g / HP_g):
by

$$P_g = \frac{P_c}{E} \quad \text{veya} \quad HP_g = \frac{HP_c}{E}$$

burada E = takımın mekanik verimi

- Genellikle $E \sim 90\%$

Talaşlı İmalatta Birim Güç

- Gücün, birim hacim için kullanılan güce dönüştürülmesinde kullanılır
- Birim Güç: P_u veya HP_u

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

R_{MR} = Malzeme kaldırma hızı (m³/s)

Specific Energy in Machining

Birim güç aynı zamanda spesifik enerji U olarak tanımlanır

$$U = P_u = \frac{P_c}{R_{MR}} = \frac{F_c v}{vt_o w}$$

Spesifik enerji birimleri: N-m/mm³ veya
J/mm³ (in-lb/in³)

19.4 İŞLEME İŞLEMLERİNDE GÜÇ VE ENERJİ BAĞINTILARI

TABLO 19.2 $t_o = 0.25$ mm kesme öncesi talaş kalınlığı ve keskin kesme takımları kullanıldığı seçilmiş iş parçası malzemeleri için birim beygir gücü ve özgül enerji değerleri

Malzeme	Brinel sertliği	Özgül enerji U veya birim güç P_u N-m/mm ³
Karbon çeliği	150–200	1.6
	201–250	2.2
	251–300	2.8
Alaşımli çelikler	200–250	2.2
	251–300	2.8
	301–350	3.6
	351–400	4.4
Dökme demirler	125–175	1.1
	175–250	1.6
Paslanmaz çelik	150–250	2.8
Alüminyum	50–100	0.7
Alüminyum alaşımları	100–150	0.8
Pirinç	100–150	2.2
Bronz	100–150	2.2
Magnezyum alaşımları	50–100	0.4

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-plastik 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

Şekil: Üç farklı iş malzemesi için ölçülen takım-talaş arayüzey sıcaklıklarının değişimi

$$T = K \cdot v^m$$

