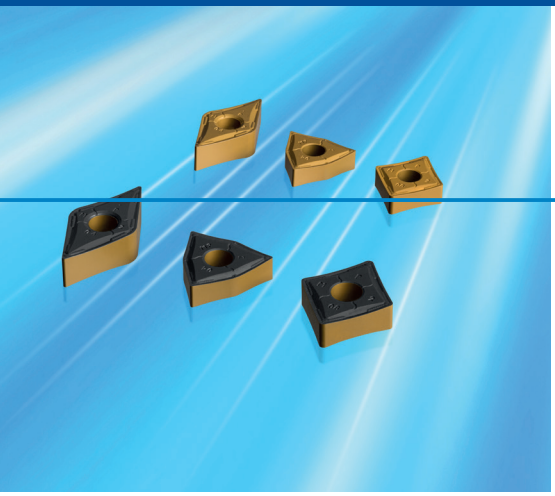
boehlerit

Boehlerit Türkiye Teknik El Kitabı



Boehlerit Sert Metal, Türkiyenin İlk Sert Metal Üreticisi

BOEHLERIT Sert Metal ve Takım Sanayi ve Ticaret A.Ş. imalat sanayinin önemli ara mamüllerinden biri olan sert metal ürünlerinin imalatını gerçekleştirmek amacıyla 23 Haziran 1967 yılında Kartal İstanbul' da kurulmuştur. 2013 Temmuz ayından günümüze Gebze Organize Sanayi Bölgesin'de yeni üretim tesisinde 11.000 m2 arazi içerisinde ve 7.500 m2 kapalı alan (5.000 m2 üretim, 2.500 m2 ofisler) üzerinde yer alan tesiste yaklaşık 135 personel görev yapmaktadır.

Dünyada sert metal üretimini gerçekleştiren ilk iki firmadan birisi olan Boehlerit GmbH & Co KG Avusturya iştiraki ile faaliyete geçen BOEHLERIT Sert Metal, en son teknolojiye uygun üretim imkanları ve güçlü servis teşkilatı ile 1967' den beri ülkemizin yanısıra dünyanın önemli endüstri ülkeleri ile uluslararası pazarlarda kalitesini kanıtlamıştır. Boehlerit Sert Metal'in en güçlü ürünleri tornalama ve frezeleme için standart takım ve uçlar kabuk soyma, boru ve krank şaft işleme gibi ağır işlem-eye yönelik takım sistemleridir. Uzman olduğu diğer alanlar özel parçalar, talaşsız şekillendirme ve aşınma parçalarıdır. Uzun bir süreden beri Toplam Kalite felsefesini benimseyen BOEHLERIT Sert Metal, müşterilerine sunmuş olduğu ürün ve sağladığı hizmetlerle ilgili olarak ISO 9001:2015 Kalite Sistem Belgesine sahiptir.

Konusunda ülkemizin tek üretici firması olan ve başta otomotiv, medikal, havacılık, kalıp endüstrisi, makina imalat sanayi, demir-çelik endüstrisi ve dökümhaneler, kesici takım endüstrisi, madencilik endüstrisi, tekstil sanayi, seramik ve tuğla endüstrisi, plastik ve ahşap sanayi gibi bir çok alanda ihtiyaç duyulan sert metal ürünlerin imalatını yapmaktadır.

Türkiye'nin ilk sert metal üreticisi konumunda olan şirketimiz 54 yıllık başarılı bir geçmişe sahip olmanın haklı gururunu yaşamaktadır. Sürekli gelişmemizi yurt içi ve yurt dışındaki müşterilerimizin takdir ve desteklerine borçlu olduğumuzun bilincindeyiz.

YERLİ ÜRETİM

BOEHLERIT SERT METAL VE TAKIM SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

ÖNSÖZ

Değerli Okuyucularımız,

Boehlerit Türkiye Teknik El Kitabı, 54 yıllık üretim tecrübemizin bir özeti niteliğindedir. Türkiye'nin sert metal uzmanı olarak, güncellediğimiz yeni teknik kitabımızla mesleki eğitim süreçlerine ve sektöre katkı sunmayı hedefliyoruz.

Bilgi birikimimizi paylaştığımız eğitim kitabımızda; sert metalin ve aşınma parçalarının genel özelliklerine, talaşlı imalatta karşılaşılan sorunlara ve çözümlerine ayrıca takım tutucu sistemlerine yer verilmiş, üretimde yer alan operatörler, mühendisler, programcılar ve öğrencilere başarılı üretim yapmak için gereken tüm bilgi ve tecrübenin aktarılması hedeflenmiştir.

Teknik eğitim kitabımızın yanı sıra, düzenli olarak verdiğimiz ücretsiz teknik eğitim seminerlerimiz sektöre ilgi duyan insan kaynağına fayda sağlamaktadır. Eğitim kitabımızda yer alan konuların seminer programlarını www.boehlerit.com.tr web sitemiz üzerinden takip edebilir ve kayıt gerçekleştirebilirsiniz.

Boehlerit Türkiye Eğitim Kitabının bu ikinci baskısını sizlere yeni ve daha faydalı bir hizmet verebilmenin huzuru ve kıvancı ile keyifli okumalar diliyoruz.

Bilgi paylaştıkça güzel…

BOEHLERIT TÜRKİYE

Üretime Genel Bakış

Toz Hazırlama

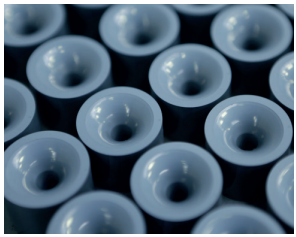
Boehlerit tarafından üretilen tungsten karbür hammaddeler (WC, TiC, TaC, NbC, Co, Ni) yüksek performans sürekliliği ile garanti edilmektedir,

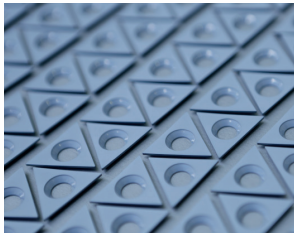
Hammadde, Karıştırıcı içinde nemli ortamda yoğrulduktan sonra kurutma kulellerin içinde urutulur. Bu aşamada, ürün toz haline getirilmiş ve preslenmeye hazır haldedir.

Karıştırıcı

Presleme

Toz üretimi ve kalıp teknolojilerimiz, yıllar boyunca elde edilen Know How ile parça üretiminde presleme teknolojilerimize yansıtılmaktadır.





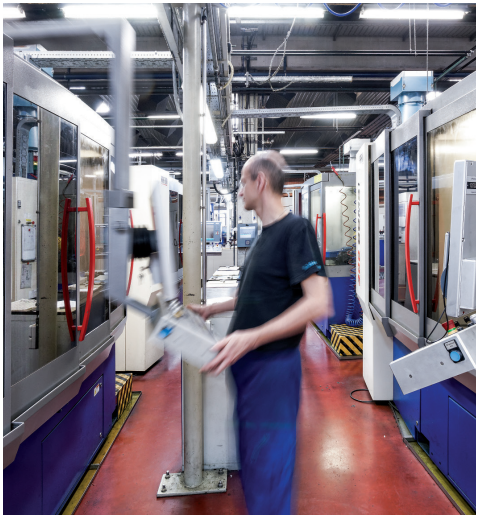
Pres Atölyesi

Şekillendirme

Şekillendirme Atölyesi

Seri imalat ile üretilen ürünlerin aksine, şekillendirme yöntemi ile konvarsiyonel veya CNC tezgahlar yardımı ile üretilen ürünler daha fazlaemek gerektirir. Bu üretim yöntemi kompleks ve imalat adeti düşük parçalar için uygundur.

Mekanik İşlemler



Mekanik Atölyesi

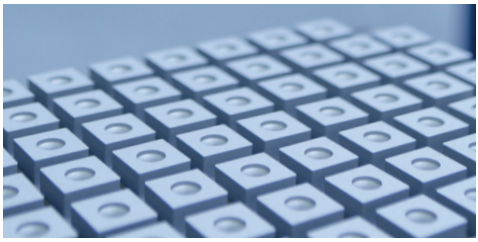
Sinterlenmiş sert metal mamüllere diğer üretim yöntemleri ile de şekil verilebilir:

- Taşlama
- Dalma Erezyon, Tel Erezyon
- Tornalama & Frezeleme
- Honlama
- Polisaj

Sinterleme

Sert metalin karakteristik mekanik özellikleri sinterleme esnasında oluşur. Sinterleme operasyonu 1300-1500derecede 100 bar basınç altında gerçekleşir ve ince taneli yapıların veya % 15 in altında bağlayıcı içeren yapıların eğme dayanımında belirgin bir artış sağlanır.

HIP Sinter Fırını



Sinter Sonrası Mamuller

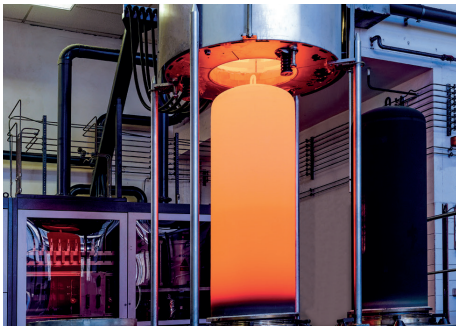
Yıkama

Üretim sırasında ürünlerin üzerinde biriken yağ, metal tozu gibi maddeler ultrasonik yıkama makinasında çeşitli kimyasalları içeren banyolardan geçerek temizlenir ve kurutulur.

Ultrasonik Yıkama

Kaplama

Sert metal ürünlere yüksek sertlik ve aşınma dayanımı kazandırmak amacıyla uygulanan orta sıcaklık-kimyasal buhar biriktirme (MT-CVD) işlemi, 850-1020°C arasındaki sıcaklıklarda uygulanır. MT-CVD tesisimiz kesici uçlarımızın kaplanmasında müşterilerimiz için son teknolojileri kullanıma sunmaktadır.


Kaplama Tesisi CVD

Kalite Laboratuvarı

Sert metal ürünlere yönelik, tüm fiziksel ve metalurjik özelliklerin ölçülebildiği kalite laboratuvarında, hasarlı ve hasarsız olarak uygulanabilen hammadde kontrolü, sinterlenmiş ürün kontrolü ve kaplama kontrolünün yanında, kıyaslama çalışmaları ve müşteri şikayeti analizleri yapılmaktadır. Titizlikle uygulanan ölçü kontrolleri, % 100 göz kontrolü ve metalürjik parametrelerin sürekli izlenmesi yüksek kalitemizin devamlılığını garanti etmektedir.

Optik Mikroskop

İÇERİK

Sert Metal Nedir ve Sert Metalin Tarihcesi 10-11

KESİCİ TAKIMLAR
Kesici Takım Malzemeleri 14-15
ISO Normları ve Metallerin Gruplandırılması 16-18
İş Parcası Malzemeleri 19-21
Metal Kesmeyi Anlamak 22-27
Sert Metallere Uygulanan Kaplamalar 28-32

TORNALAMA
Tornalamada Kullanılan Terimler ve Acıklamaları 36
(Kesme Hızı-İlerleme-Kesme Derinliği-Giriş Acısı-Talaş Kalınlığı-Talaş Genişliği)
Tornalama Yontemleri 37
Uç Performansı 38
Soğutma Sıvısı 39-40
Uç Köşe Radyüsleri 41
Kesme menarının korunması 42
Kesici Uç Tipleri 43
En Uygun Uc ve Takım Yaklaşımı 44-45
Titreşim 46-47
Boehlerit Tornalama Talaş Kırıcı Geometrileri 48

FREZELEME
Frezelemede Kullanılan Terimler ve Acıklamaları 52
(Kesme Hızı-Diş Başı ilerleme-Tabla Ilerlemesi-Radyal kesme derinliği
Kesme Derinliği-Giriş Acısı-Talaş Kalınlığı)
Frezeleme Yontemleri 53-54
Frezeleme Vibrasyon ve Hızlı İlerleme 55-56
Frezelemede Takım ve Uç Geometrisi 57
Frezeleme Sembolleri 58
Freze Seçimi 59-61
3D Kopya Freze Uygulamaları 62-63
Başarı Öyküsü 64-66
Etkin Frezeleme İcin Problem Cozme Teknikleri 67

DELİK DELME
Delik Delme 70
Talaş akışı, denge ve talaş formu 71-73
Başarı Öyküsü 74
Takım Aşınmaları 75-80
Takım Ekonomisi 81

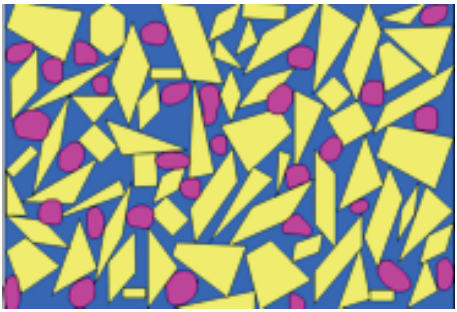
AŞINMA PARÇALARI
Neden Sert Metal Kullanmalıyız ve Kullanım Alanları 84
Sert Metal Toz ve Uretimi 85-87
Sert Metalin Ozellikleri 88
Aşınma Parcaları Ornekleri 89

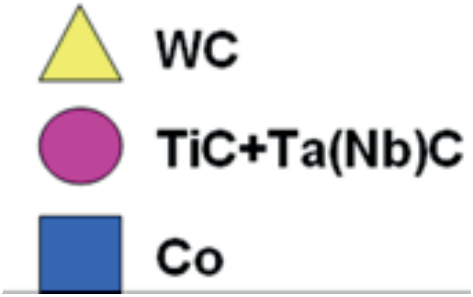
TAKIM TUTUCU SİSTEMLERİ
Tutucular 92-95
Balans 96
Cektirme Civatası (PULLSTUD) 97
Pens Kullanımı 98-99
Veldon-Bilyalı Tutucu 99-100
Shrink Makinası ve Tutucular 101
Shrink Tutucular 102-103
Shrink Makinaları 104-106
Kılavuz Çekme Tutucu ve Adaptörleri 107

TEKNİK BÖLÜM
Birimler ve Formüller 110
Parmak Freze Terminolojisi 111
Pratik Kesme Değerleri Tabloları 112-113
Matkap Terminolojisi 114-115
Kılavuz Terminolojisi 116-118
ISO Vida Ölçüleri ve DIN Şaft ve Kare Ölçüleri 119-125
Yüzey Pürüzlülük Sembol ve Değerleri 126
Mil Tolerans Tablosu 127
Delik Tolerans Tablosu 128
Problemler ve Çözümleri 129-130
Özel Takım Talep Formu 131
Sertlik Mukayese Tablosu 132
Çevre, Alan ve Hacim Formülleri 133
Ölçü Değişim Tablosu 134

Sert Metal Nedir?

Sert metal Toz metalurjisi ile üretilen bir yada bir kaç farklı malzemenin (metal yada seramik) metal bağlayıcıları ile birleşmesinden oluşan komposit yapılara sert metal denir. %70 ile %97 arasında karbür değerine sahip olan bu sert metallerin tane boyutu 0,2 ile 25 µm arasında değişmektedir. Sert metalin temel yapısını tungsten karbür (WC) ve kobalt (Co) oluşturmaktadır. Bu yapının içindeki bileşenlerin oranına göre farklı karbür kaliteleri oluşmaktadır. Kobalt, yapı içinde bağlayıcı olarak görev yapar tungsten karbür de sert fazı oluşturur. Tungsten karbür ve kobalt bulunan yapıya, reçeteye göre Titanyum Karbür (TiC), Tantal Karbür (TaC) ve Niobyum Karbür (NbC) ve Demir (Fe), Krom (Cr), Nikel (Ni) veya Molibden (Mo) ilave edilebilir. Metalurjik açıdan karbür, α-faz (tungsten karbür), ß-faz (kobalt) ve α-fazı (titanyum karbür, tantal karbür) olarak adlandırılan iki veya üç fazdan oluşmaktadır.





Uygulamalar için sert metallerin özellikleri

- Aşınma direnci ve sertlik
- Basma dayanımı
- Darbe dayanımı
- Kopma mukavemeti
- Kırılma tokluğu
- Termal davranış
- Isı direnci
- Elastik modül

Sert Metal'in Tarihçesi

Talaşlı imalat önceden tasarımı yapılan, imalat süreci belirlenen makine elemanının, imalat sürecine uygun talaşlı imalat tezgâhlarında, belirlenmiş uygun kesici takımlar kullanılarak, kesme operasyonuna tabi tutularak şekillendirilmesini kapsayan imalat yöntemidir. Talaş kaldırma işleminde kesici takım iş parçası üzerine belirli bir kuvvetle bastırıldığında ve kuvvet yönünde malzemede elastik ve plastik şekil değiştirmelerden sonra akmalar başlar. Gerilmeler malzemenin kopma sınırını geçtiği anda talaş olarak adlandırılan belirli bir yüzey tabakası iş parçasından ayrılır. İlk çalışma, 1851 yılında Finnie Cocquilhat tarafından delmedeki işi hesaplamak için yapılmıştır. 1873'te Hartig, kesme iş cetvelleri oluşturarak bunları bir kitapta yayınlamıştır.

1923 yılında Osram firmasında 0,3 mm tanecik boyutlarından küçük sert metal haddeler kullanılmaya başlanmıştır, 1925 yılında Friedrich Krupp Osram firmasının ihtiyacı olan sert metal kesici takımı üretmiş ve kullanılan takıma göre 50 kat ömür artışı sağlanmıştır. Bundan sonra 1927 yılında Leipzig fuarında ilk kez tanıtımı yapılan sert metal kesici takımın dünyadaki kullanım süreci başlamış oldu.

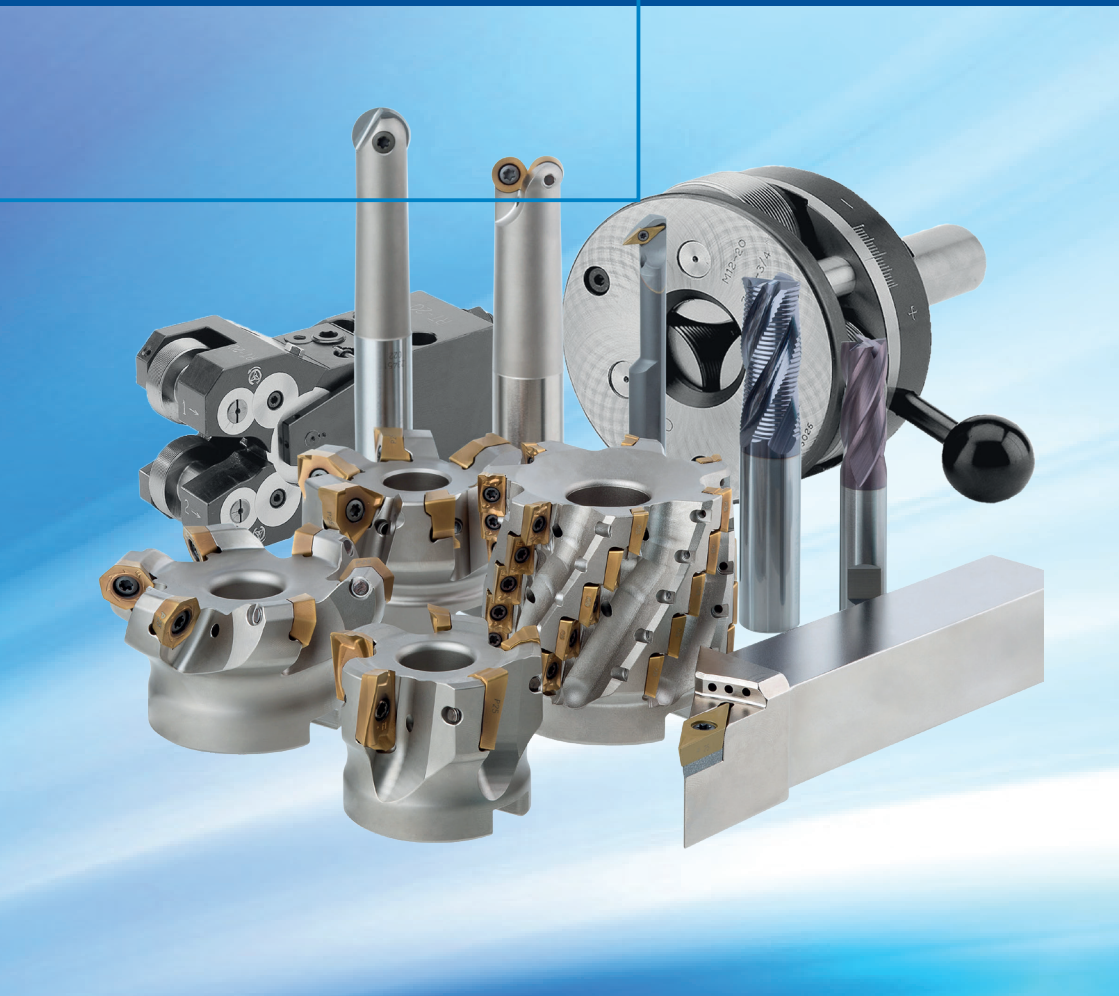
Talaşın biçimlenmesi konusundaki ilk çalışmalar ise 1870'de Time ve 1873'te Fransız bilim adamı Teresca tarafından yapılmıştır. 1881'de Mollock, malzemenin kesilmesinde kesme metodunun talaş biçimlenmesinde esas olduğunu ileri sürerek takım yüzeyindeki sürtünme etkisi üzerinde durmuştur. Kısmen biçimlendirilmiş talaş özelliklerinden yola çıkarak talaş çeşitlerini ortaya çıkartmıştır. Kesme metoduna takım ucunun ve kesme sıvılarının etkisini araştırmış ve istenmeyen sonuçlara yol açan dengesiz kesme metotlarını incelemiştir. Yaptığı çalışmaların çoğu bugünkü modern teorilerin de temelini ortaya koyacak kadar etkili olmuştur.

Ancak kesme mekaniği üzerindeki en etkili çalışmalar, günümüzde de yaygın olarak kullanılan şekliyle Taylor tarafından 1900'lü yıllardan sonra ortaya konulmuştur. Taylor yaklaşık 26 yıllık deney ve inceleme birikimlerini derleyerek, talaş kaldırma operasyonları sırasında kesme parametrelerinin ve takım malzemesinin takım ömrüne etkisini incelemiştir. Prensip olarak en ideal kesme şartlarını uygulamaya izin veren ampirik formüller geliştirmiştir. Geliştirdiği metotlarla gününün şartlarında çalıştığı kurumdaki verimi %500'lere kadar artırmıştır. Ortaya koyduğu prensiplerin günümüzde de kullanılıyor olması dikkat çekicidir. Taylor'un diğer en önemli keşfi ise, takım ve kesme kenarında oluşan sıcaklıklarla takım aşınma oranını kontrol edebilmesi idi. 1941'de Ernst ve Merchant tarafından bu prensipler daha da geliştirilmiş ve talaş oluşma (kesme) mekaniği olgunlaştırılmıştır. Merchant prensipleri olarak bilinen bu prensipler de günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tresca, Hartig, Finnie, Mallock, Taylor ve Merchant gibi bilim adamları metal kesme teknolojisinin gelişmesine öncülük etmişlerdir.

boehlerit

Kesici Takımlar

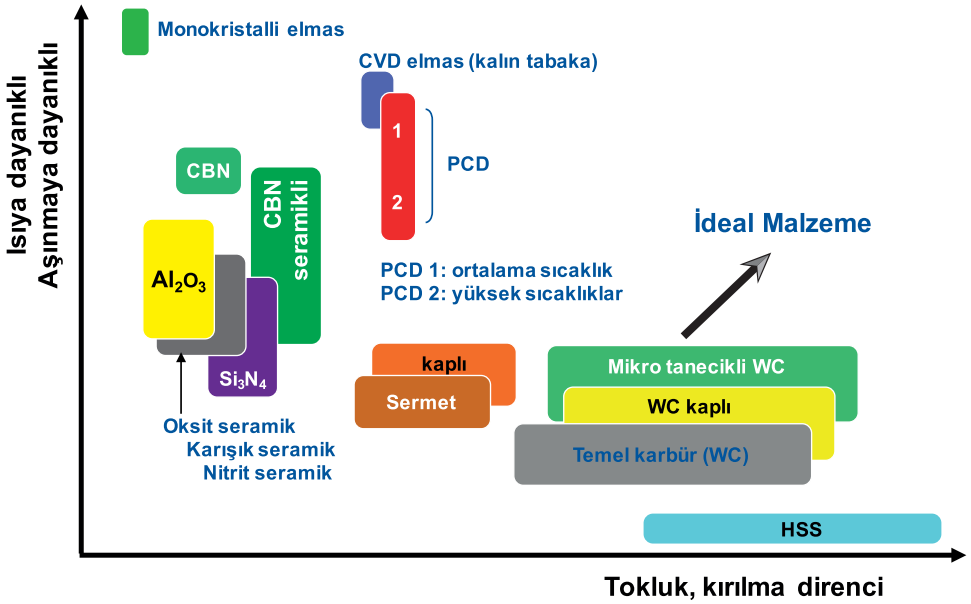


Kesici Takımlar

Kesici Takım Malzemeleri

Karbürün karakteristik özellikleri, diğer bilinen malzemelerden farklı olarak emniyetli ve güvenli çalışma ortamını sağlamasıdır. Güvenilirlik, kontrolsüz aşınma ile ilgilidir ve aşınma direnci, karbürün en önemli özelliğidir. Malzemelerin; darbeli çalışma, yüksek yük ve / veya basınç altında çalışma, yüksek sıcaklıklara ve / veya korozyona maruz kaldığı yerlerde karbür malzemeler tercih edilir.

Seri İmalat, ürün kalitesi ve üretim maliyetlerini düşürme sebepleri sert metali kullanmamız için önemlidir. Dünyada kullanılan kesici takım malzemelerinin %82'si sert metal, %6'sı sermet, %6 seramik, %3 CBN ve %2 PKD ve %1 CVD ve doğal elmaslardan oluşmaktadır.

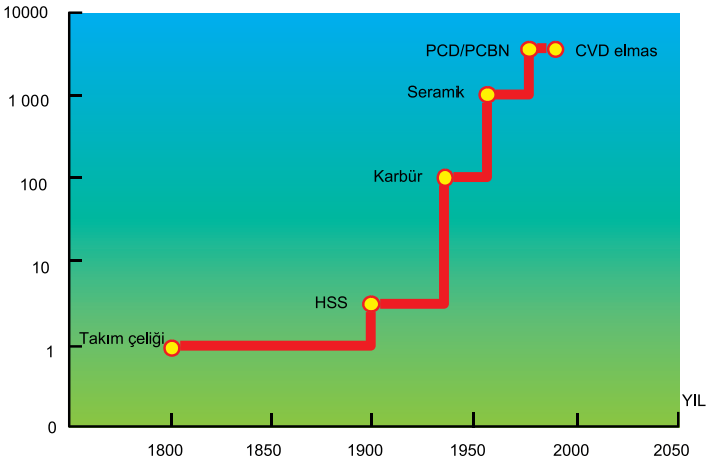


İdeal kesici takım malzemesi:

- Serbest yüzey aşınması ve deformasyona karşı koymalı
- Kırılma direnci yüksek sünek bir yapı olmalı
- İş parçası malzemesi ile kimyasal reaksiyona girmemeli
- Oksitlenme ve difüzyona karşı kimyasal olarak dengeli olmalı
- Ani termal değişimlere karşı yüksek dirence sahip olmalı

Yıllar İçinde Gelişen Kesici Takımlar

Kesme hızı –(m/dak)



Takım Çelikleri:
Ağırlıklı olarak kalıp üretiminde ve makine parçalarının üretiminde kullanılmaktadır.

HSS Yüksek Hız Çelikleri:
Kesici takımlarda daha çok kılavuz ve matkap ürünlerinin temel malzemesidir.

Karbürler:
İdeal kesici takım malzemesi olarak bilinir, kesici takımların %85'i karbür malzemelerden oluşmaktadır. Bir çok uygulama için aşınma direnci ve tokluğun uyumlu kombinasyonuna sahiptir.

Seramikler:
Sertleştirilmiş çelik ve döküm malzemelerin yüksek kesme hızlarında ve havacılık sektöründe kullanılan süper alaşım malzeme gruplarının işlenmesi için kullanılmaktadır.

Sermetler:
dar tolerans ve yüksek yüzey kalitesi gereken finiş işleme uygulamalarında kullanılır. Sert ve aşınma direnci çok yüksektir, kesici takımlarda çok düşük bir paya sahiptir.

CBN (Kübik Bor Nitrat):
Sertleştirilmiş çeliklerin ince talaş uygulamalarında, gri dökme demirlerin yüksek kesme hızlarında kaba ve çok yüksek aşınma direnci ile tokluk gerektiren uygulamalarda kullanılmaktadır.

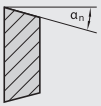
PCD (Çok Kristalli Elmas):
Demir dışı (Alüminyum) malzemelerin yüksek kesme hızlarında finiş uygulamaları için tercih edilir. Uzun takım ömrü ve çok iyi aşınma direnci en önemli karakteristik özelliğidir. Çok iyi yüzey kalitesi elde edilir.

S
Uç şekli

A		85°
B		82°
C		80°
D		55°
E		75°
H		120°
K		55°
L		90°
M		86°
O		135°
P		108°
R		–
S		**90°**
T		60°
V		35°
W		80°

Kenarların eşit olmaması durumunda uç açısı daima küçük olan açıdır.

N
Boşluk açısı



	α_n
A	3°
B	5°
C	7°
D	15°
E	20°
F	25°
G	30°
N	**0°**
P	11°
O	

Özel olarak verilecek boşluk açısı.

M
Toleranslar

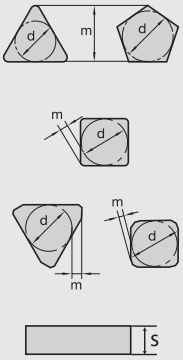
	m	s	d
A	±0,005	±0,025	±0,025
C	±0,013	±0,025	±0,025
E	±0,025	±0,025	±0,025
F	±0,005	±0,025	±0,013
G	±0,025	±0,13	±0,025
H	±0,013	±0,025	±0,013
J	±0,005	±0,025	bkz. Tab. 4
K	±0,013	±0,025	bkz. Tab. 4
L	±0,025	±0,025	bkz. Tab. 4
M	bkz. Tab. 5	±0,13	bkz. Tab. 4
N	bkz. Tab. 5	±0,025	bkz. Tab. 4
U	bkz. Tab. 5	±0,13	bkz. Tab. 4

Tab. 4

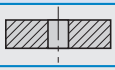
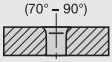
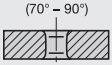
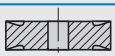
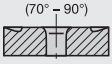
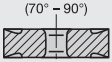
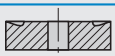
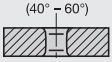
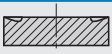
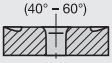
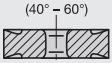
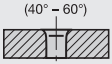
d -den fazla	d -e kadar	J, K, L, M	d U
3,9	10,0	±0,05	±0,08
10,0	15,0	±0,08	±0,13
15,0	20,0	±0,10	±0,18
20,0	26,0	±0,13	±0,25
26,0	32,0	±0,15	±0,25

Tab. 5

d -den fazla	d -e kadar	M, N	m U
3,9	10,0	±0,08	±0,13
10,0	15,0	±0,13	±0,20
15,0	20,0	±0,15	±0,27
20,0	26,0	±0,18	±0,38
26,0	32,0	±0,20	±0,38



X
Talaş kırıcı, sıkma tipi

A	
B	(70° – 90°) 
C	(70° – 90°) 
F	
G	
H	(70° – 90°) 
J	(70° – 90°) 
M	
N	
Q	(40° – 60°) 
R	
T	(40° – 60°) 
U	(40° – 60°) 
W	(40° – 60°) 

X Resme göre dizayn edilmiş uçlar

12
Kesici kenar uzunluğu

	l
06	6,350
07	7,938
09	9,525
11	11,000
12	12,700
15	15,875
16	16,500
19	19,050
22	22,000
25	25,400
31	31,750
38	38,100

ISO Normlar

06 Kalınlık

	S
02	2,38
03	3,18
T3	3,97
04	4,76
05	5,56
06	6,35
07	7,94
08	8,00
09	9,52

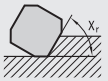
Ölçüler mm

AN Kesici kenar köşesi

Radyüslü uçlar için

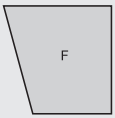
	Köşe radüsü
00	Kenar keskinliği
02	0,2
04	0,4
08	0,8
12	1,2
16	1,6
20	2,0
	vb.

Uç pahı

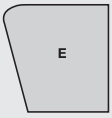


	Yanaşma açısı
	χ_r
A	45°
D	60°
E	75°
F	85°
P	90°
Z	Özel
	Boşluk açısı α_n
A	3°
B	5°
C	7°
D	15°
E	20°
F	25°
G	30°
N	0°
P	11°
Z	Özel
MO	Yuvarlak uçlar metrik
OO	Yuvarlak uçlar ich

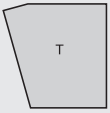
S Kesici kenar durumu[1)]



Keskin kenar

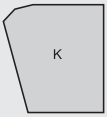


Yuvarlatılmış kenar

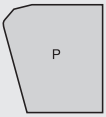


Kenar pah kırılmış

Pahlı yuvarlatılmış kenar*



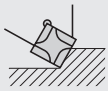
Çift pah kırılmış kenar



Çift pah kırılmış ve yuvarlatılmış kenar

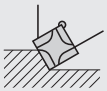
N Kesme yönü[1)]

R



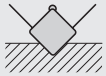
Sağ kesme yönü

L



Sol kesme yönü

N



Sağ-sol kesme yönü

1) İsteğe bağlı olarak farklı harfler kullanılabilir.

- MP Boehlerit-Norm

Geometri kodu

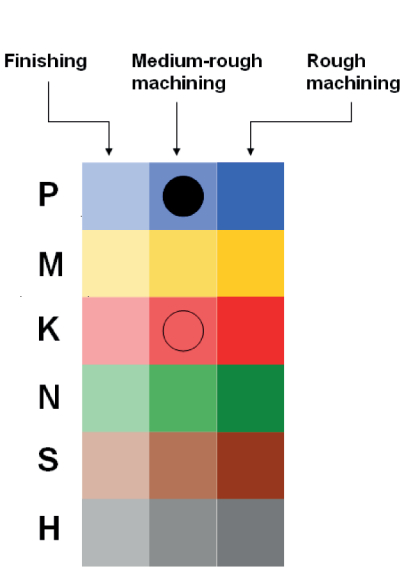
Örnek:

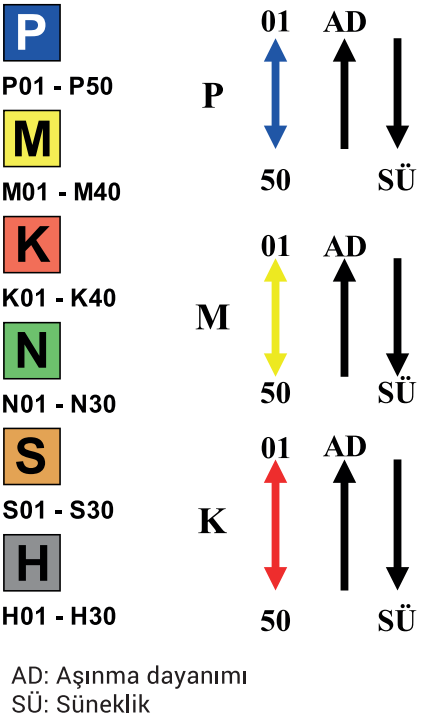
S N M X 12 06 AN S N - MP

#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1	Uç şekli	kare
2	Boşluk açısı	0°
3	Toleranslar	m ± 0,013 s ± 0,025 d ± 0,13
4	Talaş kırıcı geometrisi	Resime göre özel
5	Kesici kenar boyu	12,7
6	Kalınlık	6,35
7	Kesici kenar köşesi	45° Pah
8	Kesme kenar durumu	Yuvarlatılmış
9	Kesme yönü	sağ-sol kesme
10	Talaş kırıcı	TR = geometri

ISO Normları ve Metallerin Gruplandırılması





AD: Aşınma dayanımı
SÜ: Süneklik

Sert metaller işlenecek malzeme grubuna göre renk ve harf kodları ile sınıflandırılmaktadır. Örnek olarak çelik melzemeleri işlemek için uygun olan P harfini ve mavi etiketli sert metal uç kutularını tercih etmeliyiz.

P değeri kesici ucun sertliği (Aşınma Direnci) ve kırılganlığı (Süneklik) hakkında bilgi vermekte olup değer yükseldikçe ucun yumuşayarak kırılmalara karşı daha dirençli olduğunu, değer azaldıkça ise ucun sertleşerek aşınma mukavemetini arttırdığını söyleyebiliriz. Darbeli, vuruntulu ve derin talaş derinliklerinde P değerimiz yüksek, finiş uygulamalarda ve hassas işlerde ise P değerimiz düşük olmalıdır.

İş Parçası Malzemeleri

Talaşlı imalat endüstrisinde iş parçasının bilinmesi uygun kesici takımların seçimi ve ideal talaş kaldırma işlemi için son derece önemlidir. Her malzeme farklı alaşım, ısıl işlem ve sertlik değerine sahip olmakla birlikte son yıllarda uzay ve havacılık endüstrisi için geliştirilen yüksek sıcaklığa dayanıklı malzemeler geliştirilmiştir. Malzemeler 6 ana grupta toplanmaktadır.

P ÇELİKLER: Metal kesme alanında en çok kullanılan malzeme grubudur. Alaşımlı ve alaşımsız çelikler, çelik dökümler bu gruba ait işlenebilme özelliği kolay malzemeler olup sertlik ve karbon içeriğine göre işlenebilme özelliği değişebilir. Uzun talaşa sahip malzemelerdir.

M PASLANMAZ ÇELİKLER: Minimum seviyede en az %12 nikel, krom, molibden gibi alaşımlar içeren malzeme grubudur. Ferritik, martensitik, östenitik, duplex gibi farklı yapılarda karşımıza çıkar. İşlenebilme özelliği zor, kesme kenarında ısı oluşumu yüksek, talaş yığılması ve çentik aşınması fazladır.

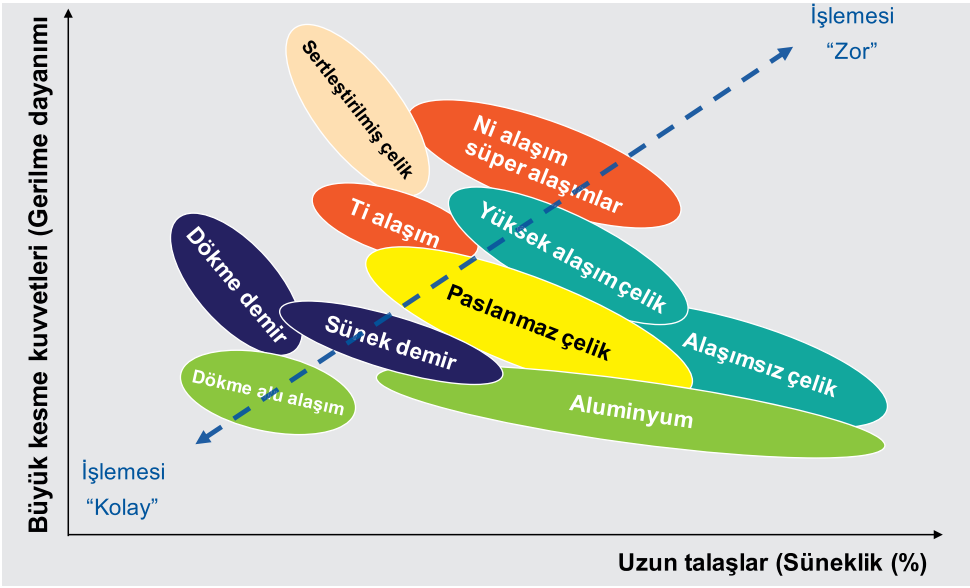
K DÖKME DEMİR: Kısa talaş veren malzeme grubudur. Gri dökme demir (GG) kolay işlenirken sfero dökme demir (GGG) işlenmesi zordur. Kompakt ve temperlenmiş dökme demir malzemelerinin işlenmesi daha da zordur.

N DEMİR DIŞI MALZEMELER: Demir dışı metaller alüminyum, bakır, pirinç gibi yumuşak metallerdir. %13 ve üzerinde “Si” içeren malzemeler çok yapışkandır ve talaş kaldırma imkanı zorlaşır.

S YÜKSEK SICAKLIK ALAŞIMLARI: Demir, nikel, kobalt ve titanyum alaşımlı ısıya dayanıklı malzeme grubudur. Talaş kaldırma zordur, işlenirken ısınarak sertleşirler.

H SERTLEŞTİRLMİŞ ÇELİK VE DÖKÜMLER: Sertleştirilmiş çelik ve dökümler 45-65 HRC sertliğe sahip malzemeler bu gruba girmektedir. İşlenmesi zordur, yüksek ısı oluşur ve talaş yapışkandır.

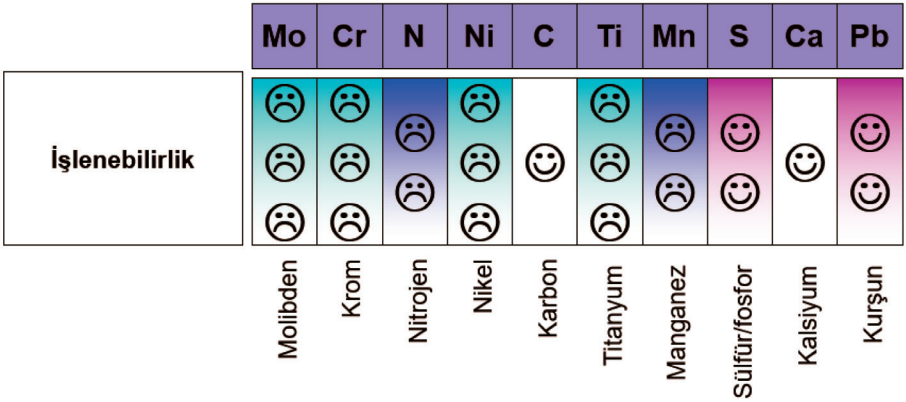
Malzeme Gruplarına Göre İşlenebilme Grafiği



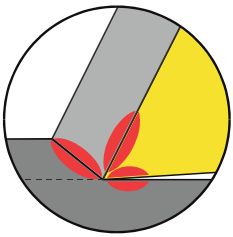
İşlenebilirliğin kaliteler veya sayılar gibi doğrudan bir tanımı yoktur. Geniş anlamda işlenecek iş parçası malzemesinin kabiliyetini, kesici kenar üzerinde yarattığı aşınmayı ve elde edilecek olan talaş oluşumunu içerir. Bu bakımdan düşük alaşımlı karbon çeliğin kesilmesi zorlu östenitik paslanmaz çeliklere kıyasla daha kolaydır. Düşük alaşımlı çeliğin, paslanmaz çeliğe kıyasla daha iyi işlenebilirliğe sahip olduğu düşünülür. “İyi işlenebilirlik” konsepti, genelde sorunsuz kesme hareketi ve uygun bir takım ömrü anlamına gelir. Belli bir malzeme için işlenebilirlik değerlendirmesinin çoğu pratik testler kullanılarak yapılır ve sonuçlar yaklaşık olarak aynı koşullar altında başka bir malzeme tipinin sonuçları ile karşılaştırılır. Bu testlerde mikro yapı, sıvama eğilimi, takım tezgahı, kararlılık, gürültü, takım ömrü vb. gibi diğer faktörler de göz önünde bulundurulur.

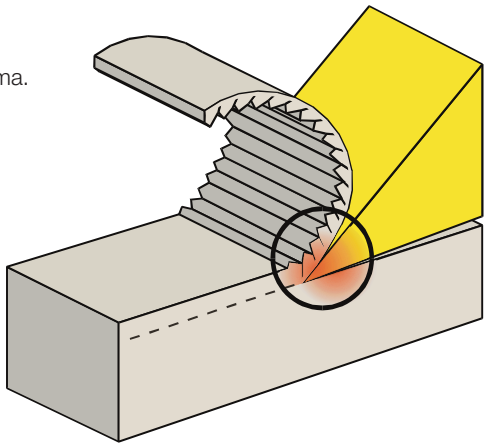
Paslanmaz Çelikler

Paslanmaz çeliklerin mikro yapıları ısıya, korozyona ve oksidasyona karşı yüksek direnç oluşturmaları sebebi ile paslanmaz çeliklerin işlenmesi sırasında talaşın kırılması ve tahliyesi oldukça zordur, yüksek kesme kuvvetlerine sahiptirler.



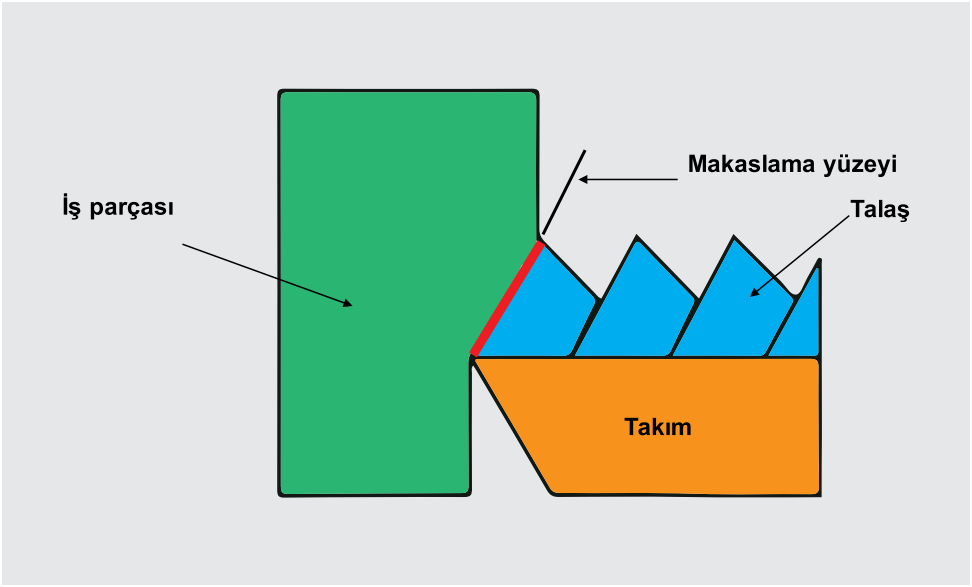
- İşlemeyi zorlaştıran faktöreler
- Talaş yapışma sorunları.
- Sert, çok homojen yüzeyler (bölümler).
- Kötü yüzey kalitesi.
- Çapaklanma.
- Kötü talaş oluşumu ve zor talaş kaldırma.





Metal Kesmeyi Anlamak

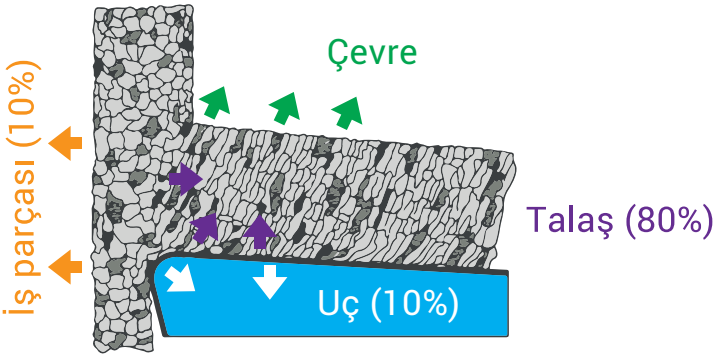
Metal kesme işlemi ısıyla yapılan mekanik bir işlemdir. Malzemeyi makaslayarak paketler halinde talaş oluşturana kadar deforme etmektir.



Metal işleme sürecini etkileyen birçok faktör çalışma sırasında farklı konular üzerinde durulmasını sağlamaktadır. Malzeme, tezgah, kesici takım, kesme koşulları, kesme işlemi, parça bağlama gibi bir çok önemli faktör çalışma koşullarımıza yön vermektedir. Malzemeye bağlı olarak değişen takım ömrü, kesici geometrisi ve kesme hızları karşısında oluşan kesme kuvvetleri neticesinde ise çalışma sırasında tezgah gücü ortaya çıkmaktadır.

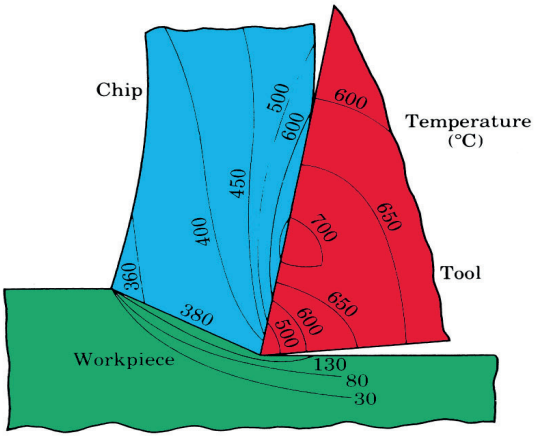
Metal Kesmede Isı Oluşumu ve Kesme Sıcaklıkları

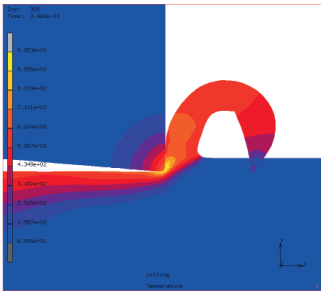
Metal kesme işlemi için ısı ile yapılan bir mekanik işlem tanımı yapmıştık. Kesme sırasında oluşan maksimum ısı kesici ucun üst kısmında, talaş kırıcıda ve kesme kenarının yanındadır. Oluşan anlık ısı yaklaşık olarak takım üzerinde 800 C, talaş üzerinde 400 C ve iş parçası üzerinde 100 C dir.



Kesme bölgesinden ısının %80'i talaş ile atılmalıdır. Bu nedenle talaşın kırılarak ortamdan uzaklaştırılması uzun takım ömrü açısından son derece önemlidir. Isının kalan kısmı uç ve iş parçası üzerinde kalır.

İş parçası malzemesi ve kesme hızları ısı oluşumunda önemli bir etkendir.

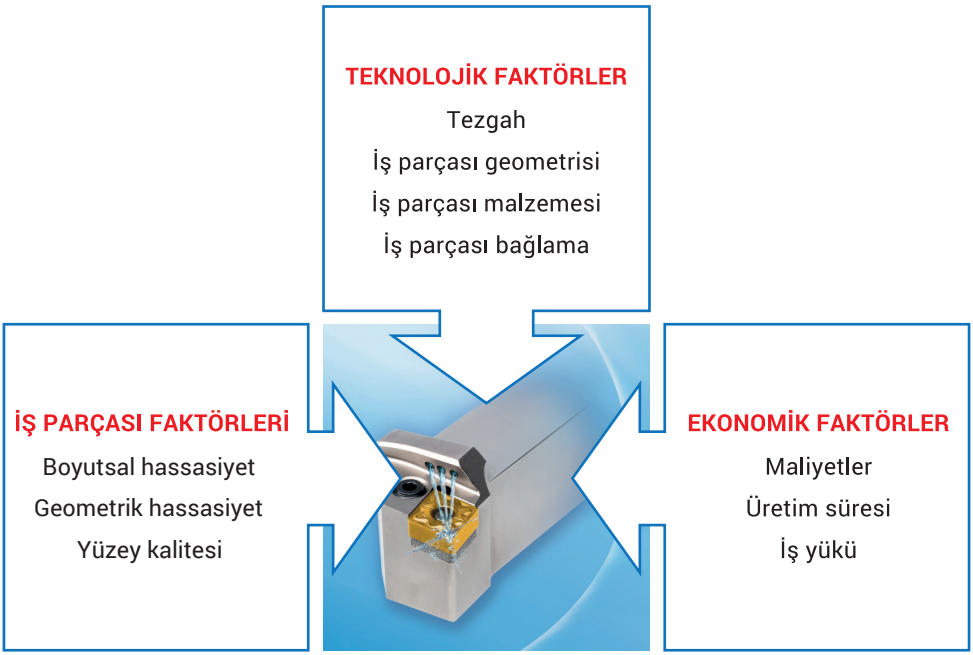




Metal Kesmeyi Etkiliyen Faktörler

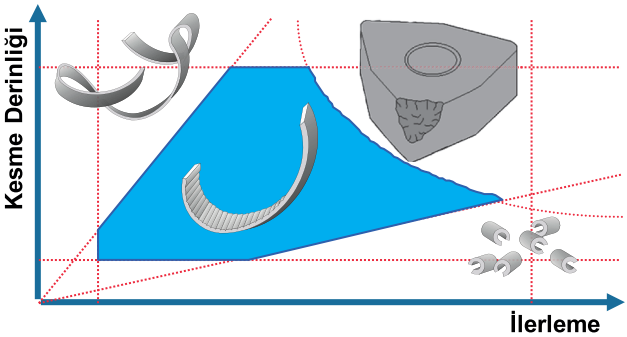
Metal kesme işlemi; İş parçası teknolojik ve ekonomik faktörler göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Tezgah kalitesi, kesme koşulları, rijit bağlama gibi önemli parametreler metal kesme işlemi için son derece önemlidir.



Talaş Oluşumu

Malzeme,kesme derinliği, ilerleme ve kesici kenar geometrisine bağlı olarak farklı talaşlar elde edilmektedir. Her ucun oluşturduğu talaş formuna bağlı olarak ap/f diyagramları hazırlanmakta, bu sayede uçların çalışma alanları belirlenmektedir.



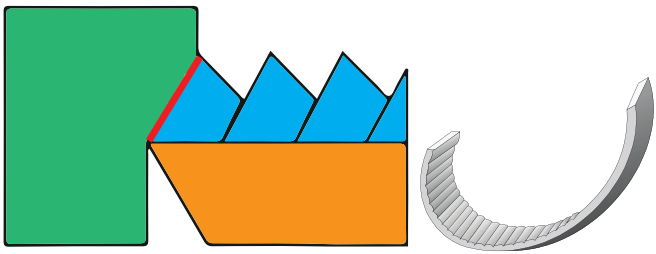
Kesme kuvvetleri ve talaş şekli, kesme derinliği ve uç geometrisi tarafından belirlenir.

Kesme malzeme kopana dek plastik olarak malzemeyi deforme etmektir. Bunun için gereken enerjinin büyük bir bölümü makaslama düzlemi boyunca kullanılır.

Kısa ve spiral şekilli talaşlar elde edersek; tezgahtan daha az güç çekilir, kesme kenarında daha az stres oluşur, boşaltımı kolay olur.

Kısa ve ince talaş elde edersek; tezgahtan daha çok güç çekilir, kesme kenarında stres artar, parça ve takımın esnemesi ile vibrasyon artar.

Uzun ve yapışkan talaş ise boşaltımı zor, operatör için tehlikeli olup takıma ve parçaya çarparak zarar verebilir.



Talaş Oluşumunu Etkileyen Faktörler:

Takım	Kesme Şartları	Malzeme	Kesme Sıvısı
Boşluk açısı Giriş açısı	İlerleme	Sertlik	Kuru işleme
Uc radyüsü	Kesme derinliği	Çekme muk.	Emülsiyon
Kaplama	Talaş kalınlık Oranı	Süneklik	Jetstream
Kesme kenarı ve talaş kırıcı geometrisi	Kesme hızı	Yapı	

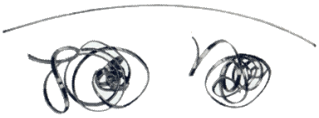
Kısa ve spiral şekilli talaş oluşturun

- Daha az güç gerekir.
- Kesme kenarında daha az stres
- Düşük kesme kuvvetleri
- Boşaltımı kolay

Kısa ve ince talaştan uzak durun

- Çok güç gerekir.
- Kesme kenarında büyük stres
- Parça ya da takımın esnemesi ve vibrasyon

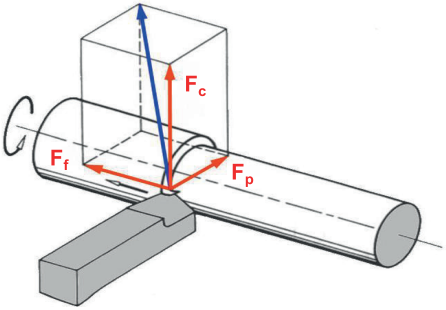
Uzun, yapışkan talaştan uzak durun

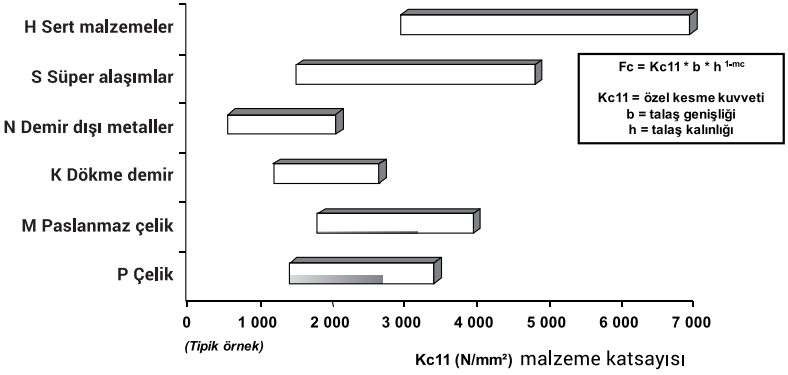


- Boşaltımı zor
- Operatör için tehlike lidir.
- Yeniden kesilip takıma ve parçaya zarar verir

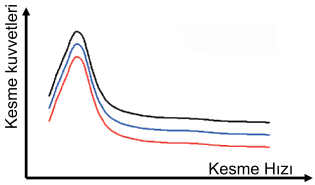
Kesme Kuvvetleri

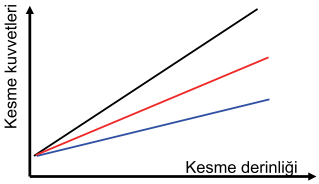
F_c = kesme hızı kaynaklı kuvvet bileşeni
F_f = ilerleme kaynaklı kuvvet bileşeni
F_p = pasif kuvvet bileşeni

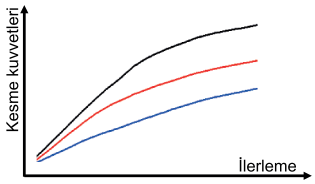




Kesme kuvvetleri iş parçası malzemeleri, takım geometrisi, kesme şartlarına bağlı olarak etkilenmektedir. Kesme kuvvetlerine bağlı olarak ise tezgah güç gereksinimi, vibrasyon, parça boyut deformasyonu, toleranslar ve takım ömrü doğrudan etkilenmektedir.







Sert Metallere Uygulanan Kaplamalar

İlk olarak 1960'ların sonunda, sert metaller üzerine birkaç mikron kalınlığında kaplanan TiC'ün takım ömrünü ve kesme hızını büyük ölçüde artırdığı görülmüştür. Kaplamalı takımlarla daha yüksek sıcaklıklarda, dolayısıyla daha yüksek paso ve kesme hızlarında çalışmak mümkündür. Günümüzde torna uçlarının %75'inden ve frezeleme uçlarının %80'indan fazlası kaplamalı olarak kullanılmaktadır.

Ana kaplama malzemeleri, TiC, TiN, Al2O3, TiAlN ve TiCN'dir. TiC ve Al2O3 takım ile talaş arasında bir ısı bariyeri olarak görev yapacak şekilde yüksek kimyasal inertliğe ve aşınma direncini artıracak şekilde yüksek sertliğe sahiptirler. TiN'ün sertliği çok yüksek değildir, ancak sağladığı sürtünme katsayısı daha düşüktür. Ayrıca altın sarısı rengiyle estetik bir görünüme sahiptir. TiCN'ün taban malzemeye iyi yapışması ve serbest yüzey aşınmasına karşı direnç gibi olumlu özellikleri vardır, ancak ısıya karşı bariyer etkisi zayıftır. Bu nedenle Al2O3 gibi iyi bir ısı bariyeri ile birlikte kullanılır. Al2O3 kaplamaların yüksek sıcaklıklarda difüzyon aşınmasına ve oksidasyona dirençleri yüksek olup, yüksek sıcaklıklarda sertliklerini korumaları bu kaplamaları dökme demir ve çeliğin yüksek hızda işlenmesinde başarılı kılmıştır.

Kesici takımlar üzerine uygulanan sert kaplamaların başarısı, bu kaplamaların üstün fiziksel ve mekanik özelliklerinin bir fonksiyonudur. Fonksiyonel yönden kimyasal denge, sıcak sertlik ve taban malzemeye iyi yapışma öncelikle bulunması gereken özelliklerdir. Optimum kaplama kalınlığı ince taneli mikroyapı ve kalıntı basma gerilmeleri kaplama performansını geliştiren parametrelerdir.

Bir kesici takımın serbest yüzeyi işlem sırasında abrazif aşınmaya maruz kalır. Sert kaplamalar işlem sıcaklıklarında tabandan daha yüksek olan sertliklerini korumaları şartıyla abrazif aşınma direncini artırırlar. Talaşla temas eden yüzeyde oluşabilecek krater aşınması da yüksek kaplama sertliğiyle azaltılabilir.

Maksimum metal işleme verimliliğini sağlamak üzere, kaplama kalınlıkları optimize edilmelidir. Kaplama kalınlığı çok ince ise, kesme sırasında kısa bir süre sürekliliğini koruyabilir. Kaplama çok kalın ise, katman kütlesel bir malzeme gibi davranır ve kompozit yapı avantajını kaybeder. Yapılan çalışmalar fonksiyonel takım kaplamalarda kalınlığın 2-20 µm arasında olması gerektiğini göstermiştir. CVD yöntemiyle üretilen kaplama kalınlıkları uygulama alanına göre 5-20 µm arasında değişirken, PVD yöntemiyle üretilen kaplamalarda kalınlıklar genellikle 5µm'dan incedir.

Kaplama Yöntemleri

Gaz fazından biriktirme sert metal takımlara uygulanan tüm sert kaplamaların uygulanma yöntemini karakterize eder. Kaplanacak malzemeler kaplama reaktörüne sokulur ve taban yüzeylerinde metal ve gaz atomlarının kontrollü reaksiyonu gerçekleşir. Termal ve plazma destekli kaplama yöntemleri arasındaki temel fark, kaplama malzemelerinin buharlaştırılması ve reaksiyonu için gerekli olan enerji tipleridir.

Günümüzde Ti temelli sert kaplamalardan, TiN, TiC, TiCN ve TiAlN ile Al2O3 karbür kesici takımlara yaygın bir şekilde uygulanmaktadır.Tablo 1'de, değişik termal ve plazma kaplama yöntemleriyle üretilebilen çeşitli kaplamalar gösterilmiştir.

HT-CVD	**MT-CVD**	**PA-CVD**	**PVD**	**Elmas kaplama**
TiN TiC TiCN Al2O3	TiCN	TiN TiCN TiAlN	TiN TiCN TiAlN	Saf elmas
Teknikler: LP-CVD AP-CVD	LP-CVD	LP-CVD	Elektron demeti Ark Sıçratma	Sıcak flaman Mikrodalga Plazma Plazma torch
Sıcaklıklar (°C) 900-1100	750-900	750-900	300-600	700-1000

CVD: Kimyasal kaplama
PVD: Fiziksel kaplama

Kimyasal Kaplama (CVD)

CVD yönteminde gelişen olaylar kimyasal karakterlidir. Bu yöntemde ortama gaz halinde verilen kaplanacak malzeme yüzeyde redüklenerek birikir. Redükleyici ve taşıyıcı gaz olarak genellikle H2 kullanılır. Kaplama sıcaklığının artışı birikme hızını da artırmaktadır. Yine de uygulamanın gerektirdiği limitleri aşmamak gereklidir.

Gerektiğinden yüksek sıcaklıklar kaplamada bozulmalara, çözünmelere ve reaksiyonların malzeme yüzeyine ulaşmadan oluşmasına neden olur.

HT-CVD prosesi 900-1100°C arasında uygulanır. HT-CVD proseslerinde kaplama-taban malzeme arayüzeyinde gevrek etafaz oluşumunu engellemek için ilk katman olarak TiN tercih edilebilir. TiN, kaplama sıcaklığının düşük olması ve sağlayacağı bariyer etkisi ile arayüzeyden C kaybına engel olur.

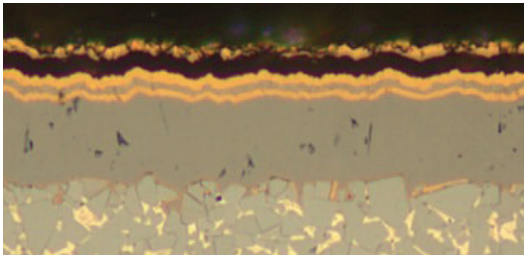
HT-CVD yöntemi ile üretilmiş Al2O3 kaplı takımlar çelik ve dökme demirlerin yüksek hızlarda işlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

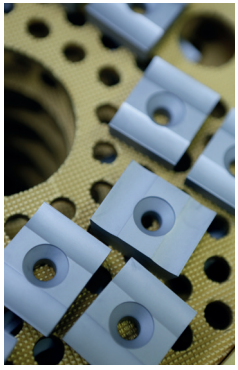
MT-CVD yöntemi ile üretilen TiCN kaplamaların tokluk özellikleri ile Al2O3 kaplamaların üstün yüksek sıcaklık özelliklerini birleştiren kompleks CVD kaplamalarda geliştirilmiştir. Bu kombine kaplamalar (MT TiCN-Al2O3) frezeleme ve tornalama işlemlerinde başarıyla uygulanmaktadır.

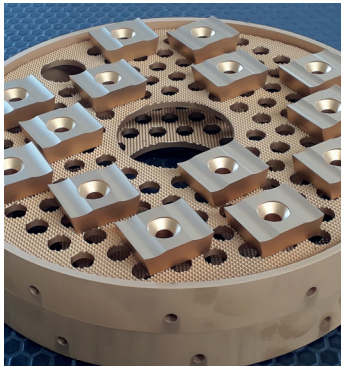
Titanium nitride (TiN - Sarı)
yüksek ısı ve oksidasyon direnci krater aşınmasına direnç.

Aluminium oxide (Al2O3 - Siyah)
Dengeli kimyasal krater aşınması

Titanium carbonitride (TiCN -Gri)
Yüksek sertlik, düşük ısı iletimi, iyi yapışma özelliği



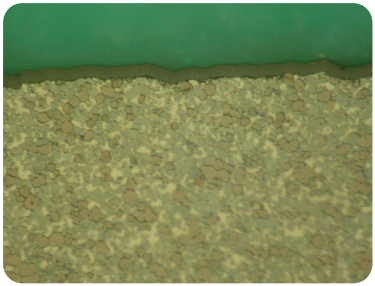




CVD Fırını

Fiziksel Kaplama (PVD)

Uygulamanın temel esası vakum altında buharlaştırılan bir metalin herhangi bir kimyasal reaksiyona izin vermeden kaplanacak parça üzerinde biriktirilmesidir.
CVD tekniklerinin aksine PVD teknikleri düşük sıcaklıkta uygulanırlar (300-600°C). Kaplanacak malzeme yüzeyine uygulanan negatif voltaj (bias) ile oluşturulan iyon bombardımanı sayesinde, CVD'den elde edilen kaplamalara göre daha ince taneli, kolonsal, iç basma gerilmeleri yüksek ve aşınmaya dirençli katmanların oluşturulması sağlanır.



PVD kaplamaların sağladığı avantajlar arasında, düşük kaplama sıcaklıkları, keskin köşeler üzerine düz, ince taneli, çatlaksız olarak kaplanabilme özelliği ve içerdiği kalıntı basma gerilmeleri sayılabilir. PVD yöntemleri ile karbür kesici takımlara ve sermetlere TiN kaplamalar başarıyla uygulanmaktadır.

PVD teknolojisinde sağlanan gelişmeler, TiCN, TiAlN, TiZrN ve CrN gibi yeni kaplamaların ticarileşmesini de beraberinde getirmiştir.

Günümüzde kaplı uçların çoğunluğunu CVD yöntemi ile kaplanmış uçlar oluştursa da, frezeleme, matkaplama, diş açma gibi operasyonlarda PVD yöntemiyle kaplanmış takımlar üstünlük sağlamaktadır. PVD kaplamalar, yüksek sıcaklık alaşımları ve ostenitik paslanmaz çelik gibi işlenmesi zor parçaların işlenmesinde de başarılı sonuçlar vermektedir.

Geçtiğimiz 10 yıl boyunca, PVD kaplamalar, süreksiz kesme işlemlerinde ve keskin köşeler gerektiren proseslerde sert metal uçlara başarıyla uygulanmıştır. En yaygın kullanılan PVD teknikleri ark, elektron demeti ve sıçratma teknikleridir.

PVD Fırını

Ark PVD

Bu yöntem ile buharlaştırılacak malzeme (katot) ile anot arasına uygulanan potansiyel ile oluşturulan ark ile buharlaştırma işlemi gerçekleştirilir.
Bu yöntem elektrik iletkenliği iyi olan malzemelerin buharlaştırılmasında kullanılabilir.

Sıçratma

Yöntem, inert gaz iyonlarının hedef malzeme yüzeyine çarparak yüzeyden atom sıçratması esasına dayanır. Hedeften kopan atomlar kaplanacak parça üzerinde birikerek kaplamayı oluştururlar. İnert gaz olarak genellikle Ar kullanılır. Sıçratma amacı ile kullanılan enerjinin yalnızca %1'i sıçratma işine yaramakta, geri kalanı hedef malzeme üzerinde ısı olarak açığa çıkmaktadır. Bu durum da kaplama hızını çok düşürmektedir.

Elektron Demeti

Elektron tabancasından çıkan elektronların buharlaştırılacak malzemeye çarpmaları ve enerjilerini vermeleri sonucu ısıtma işleminin gerçekleştiği sistemlerdir. Elektrik akımı ile ısıtılan flamandan fırlayan elektronlar, anot olarak davranan hedef malzeme yüzeyine yönlenirler ve çarparak enerjilerini bırakırlar. Bu sayede ısıtma ve buharlaştırma işlemleri gerçekleşir. Flaman ile hedef malzeme arasında 30-40 kV'luk bir potansiyel uygulanır.

Elmas Kaplamalar

Elmas kaplı uçlardaki aşınma, oksidasyon, kimyasal reaksiyon ve mikrokırılmaların bir fonksiyonudur. Otomotiv sanayi özellikle Al-Si alaşımlarından yapılan elemanların işlenmesinde elmas kaplı takımları kullanmaktadır. Metal matris kompozitlerin işlenmesi de elmas kaplı takımların bir diğer uygulama alanıdır. Elmas kaplı takımların diğer potansiyel alanları, ağaç işleme endüstrisi ve C-C kompozit malzemelerin işlenmesidir.

Kübik BN (c-BN) Kaplamalar

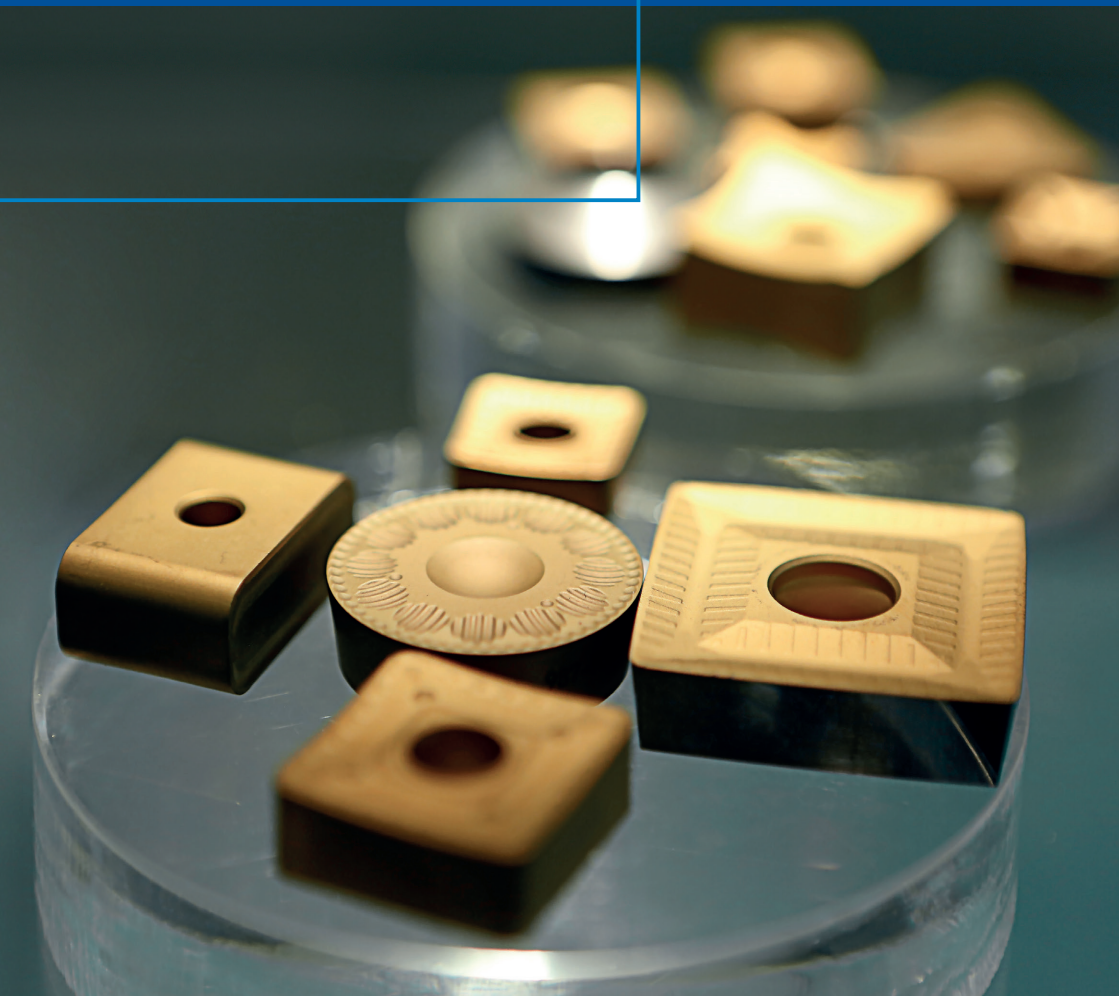
Kübik BN (c-BN), BN'in yüksek basınç fazıdır. Yeryüzündeki en sert ikinci malzemedir ve yapısı itibari ile elmasa benzer. Bununla birlikte c-BN, sıcak demir, çelik ve oksitleyici atmosferlere karşı inerttir. Oksidasyon sırasında yüzeyinde oluşan ince oksit filmi kaplamaya kimyasal denge kazandırır. Bu nedenle bu kaplamalar sert demir alaşımları, gri dökme demir, yüksek sıcaklık alaşımları ve sinterlenmiş parçaların işlenmesinde avantaj sağlar.

Gelecek Potansiyeli

Yaklaşık 25 yıldan beri, CVD yöntemleri ile kaplı karbür kesici takımların uygulama alanları giderek artmıştır. MT-CVD kaplamalar, HT-CVD kaplamalara göre yüksek tokluk ve düşük sıcaklıklarda kaplama olanağı gibi avantajlar sağlasa da bu teknolojinin TiCN dışındaki katmanlara uygulanabilmesi şu an için mümkün görünmemektedir. Plazma destekli CVD prosesi de benzer avantajlar sunmakla birlikte, kaplama bileşimini kontrol etmek zordur. Yeni kaplama bileşenlerinin bulunması, bu düşük sıcaklık kaplama proseslerinin de cazibesini atırmaktadır.

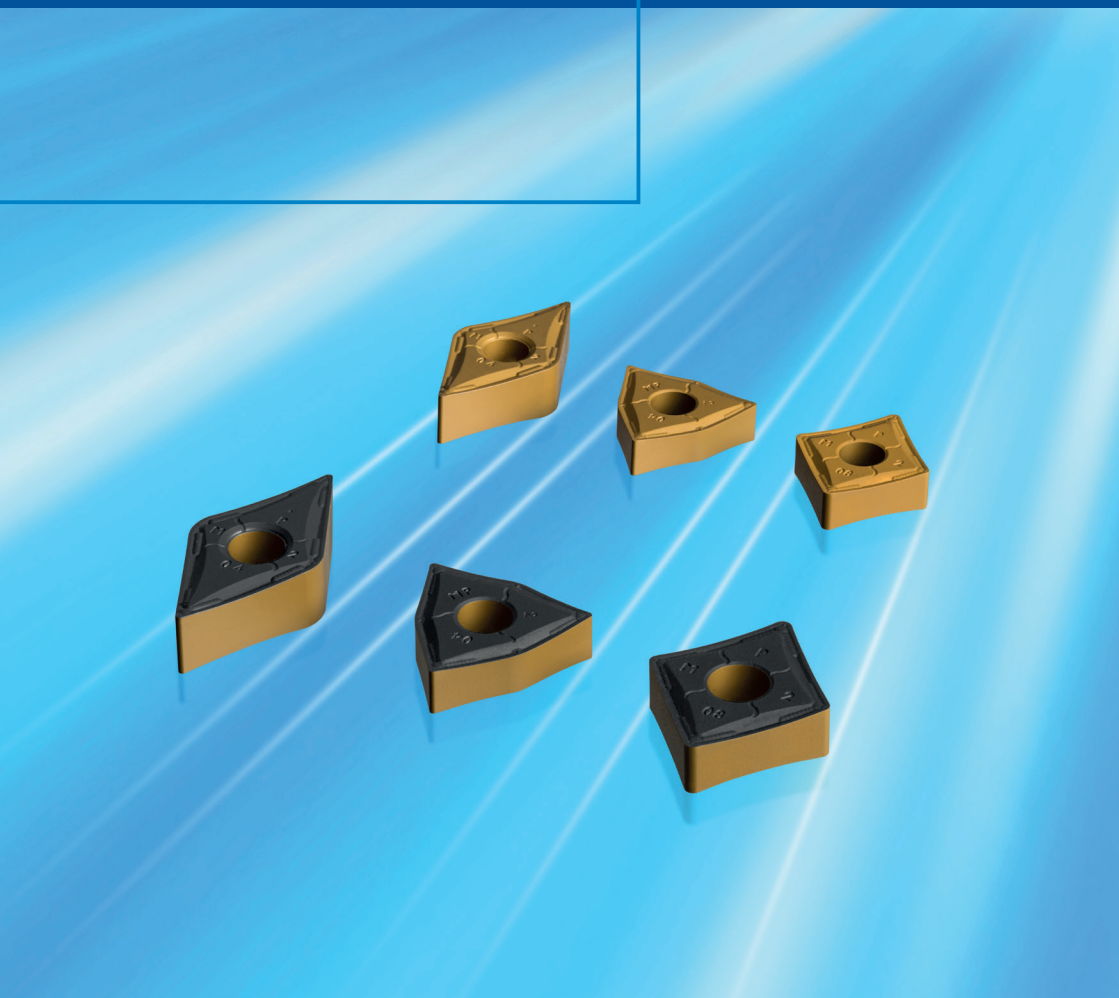
TiN/NbN, TiN/Ni gibi çok sert süperlatis kaplamalar da, metal kesme işlemlerinde umut vaadeden kaplamalardır. İşlem ekonomisinde sağlanan gelişmeler de elmas kaplı takımların kullanım oranını artırabilir. Asıl potansiyel ise, günümüzde talaşlı olarak işlenen malzemelerin %75'ini teşkil eden demir-çelik alaşımlarının işlenmesinde kullanılması düşünüle BN kaplamalardadır.

boehlerit



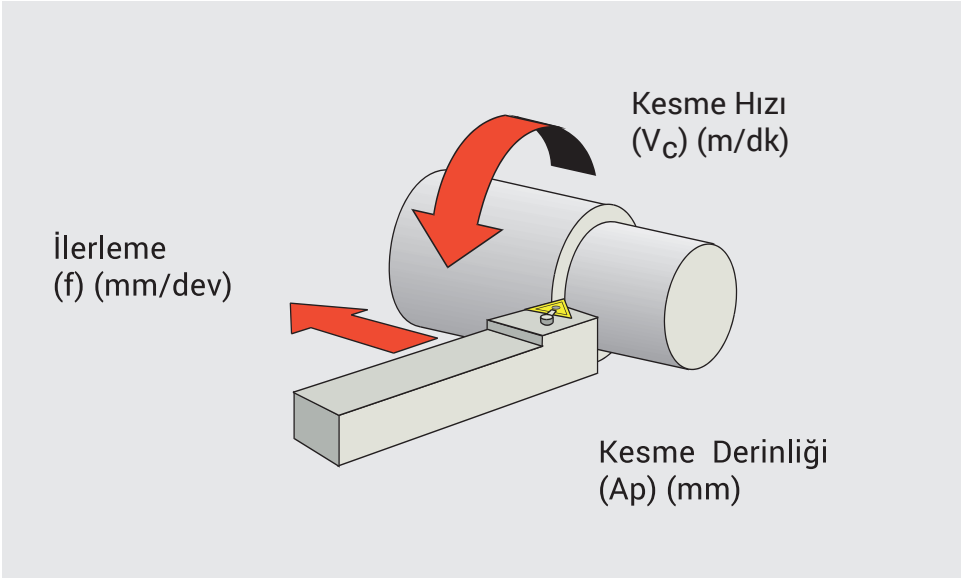
boehlerit

Tornalama



Tornalama

İş parçası ayna (iş parçasının torna tezgahında bağlandığı hareketli parça) ekseninde dönerken sabit kesici takımların ilerleme ve paso verme şeklinde olan izafi (göreceli) hareket yapması esnasında talaş kaldırılarak iş parçasının istenilen geometriye getirilmesine (istenilen şeklin verilmesine) tornalama işlemi denilmektedir.



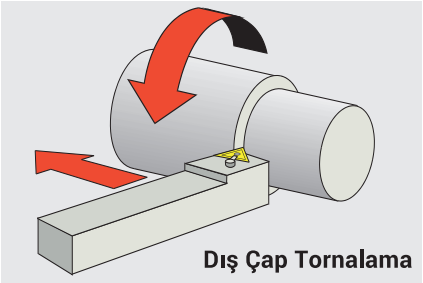
Kesme Hızı Vc (m/dak): Takımın iş parçası boyunca hareket hızıdır. Kesici kenarın bir devirde kat ettiği mesafedir.

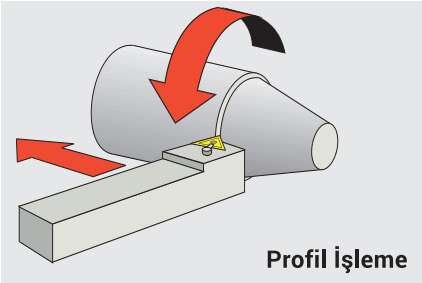
Devir Hızı N (dev/dak): Ayna ve iş parçasının dönüş hızıdır.
İlerleme f (mm/dev): Kesim ilerlemesi
Yarı çapta kesme derinliği ap(mm)
Kesme Hızı Formülü: $Vc = \pi \times D \times N/1000$ (metre/dak.)

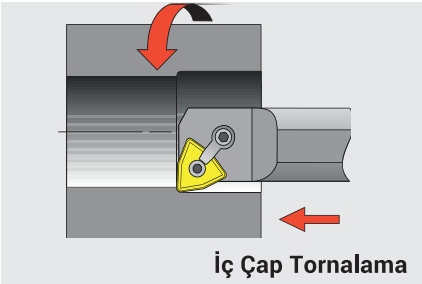
Temelde 3 tip tornalama yapılmaktadır;
- Çap tornalama
- Alın tornalama
- Profil tornalama

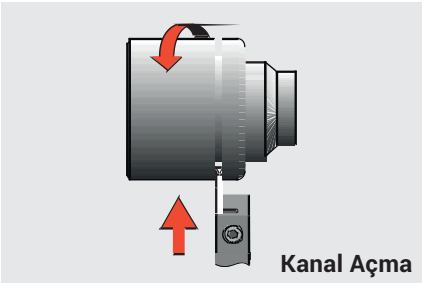
Tornalama da esas olan takım bileşenleri kater, uç geometrisi ve sert metal kalitesi ile oluşmaktadır.

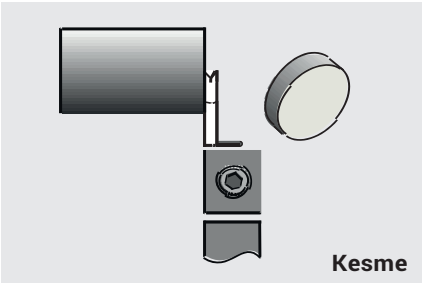
Tornalama Yöntemleri

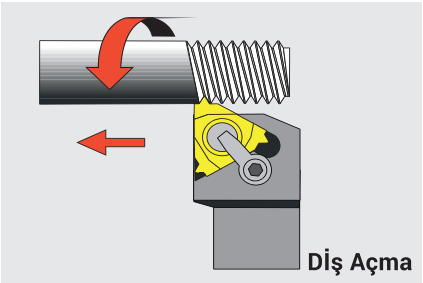


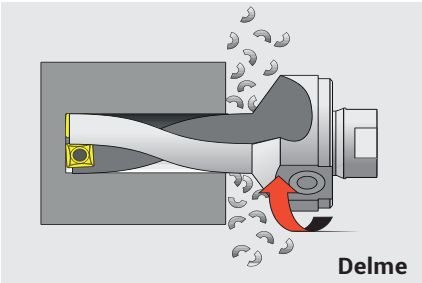






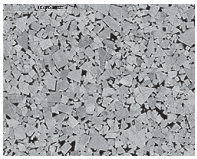




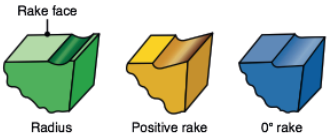


Uç Performansı

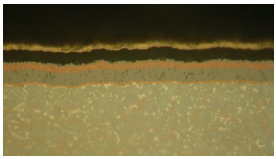
Kesici ucun performansına direkt etki eden 3 faktör sert metal toz kalitesi %40, geometri %30 ve kaplama'dır(%30). Temelde işlenecek malzemeye göre sert metal toz kalitesi uygulamaya göre de geometri ve kaplama seçimi yapılmaktadır.



Toz kalitesi %40



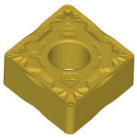
Geometri % 30



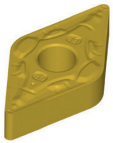
Kaplama %30

Temel Geometriler

FP



MP

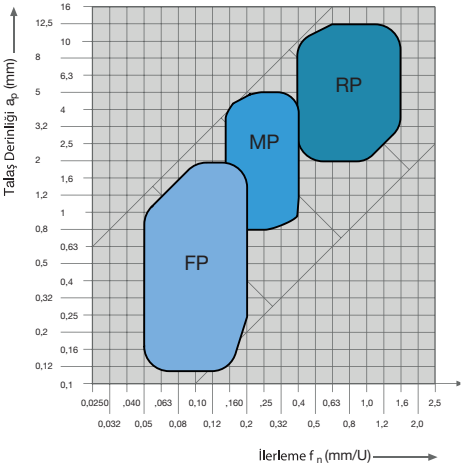


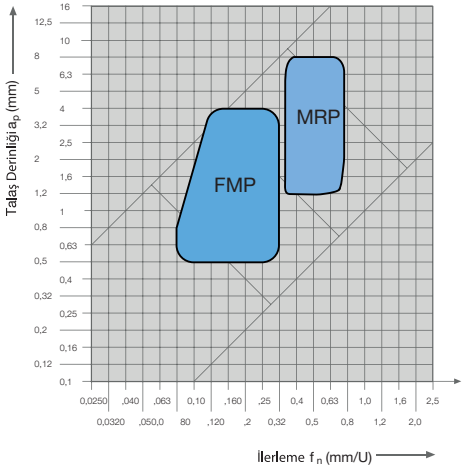
RP

Ara Geometriler

FMP

RP



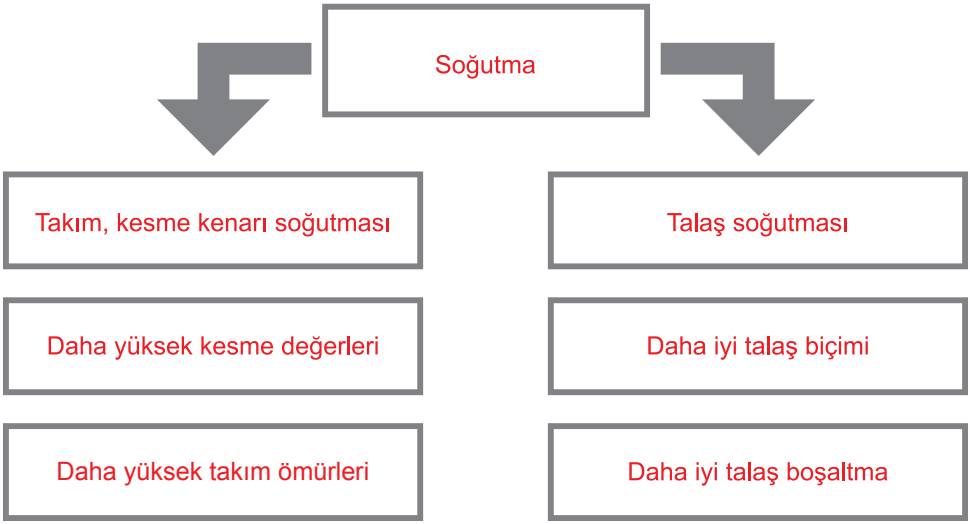


Soğutma Sıvısının Kesime Etkisi

Soğutma sıvısı yada hava kullanarak üretim kalitesini bir çok konuda arttırmak mümkündür.

Sıcaklık kontrolü ile iş parçası kalitesi ölçüsel ve metalürjik olarak korunmuş olur. Talaşın ortamdan uzaklaşmasını hatta daha rahat talaş kırılması, yağlama ve temizleme sayesinde tezgahın bakımı, iş parçası yüzey kalitesinin iyileşmesi, takım performansı, üretkenlik ve düşük maliyet gibi konularda fayda sağlamaktadır.

Kesme Sırasında Soğutma



Kesme soğutması kesme performansını arttırmak için talaş kaldırma işlemlerine direk uygulanan herhangi bir sıvı veya gazdır.

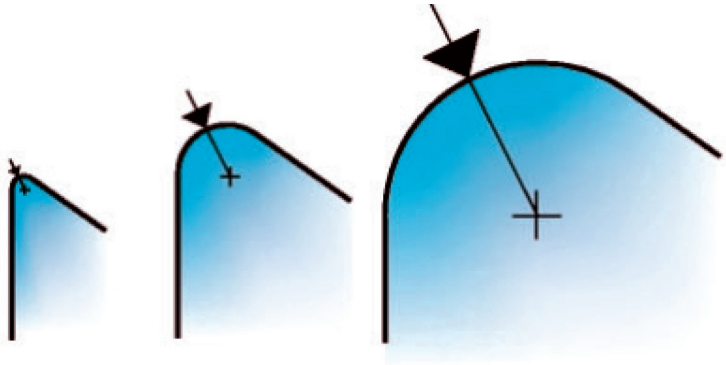
Kesme sıvıları; kesme ve sürtünme bölgelerinde oluşan ısıyı uzaklaştırır ve takım ile talaş ve iş parçası ile kesme takımı ara yüzlerindeki sürtünmeyi azaltır.

Gerekli kesme gücünü düşürmek, takım ömrünü arttırmak, iş parçasının boyutsal kararlılığını arttırmak ve yüzey kalitesini arttırmak gibi faydaları da bulunur.

Uç Köşe Radyüsleri

Köşe Radyüs Seçimini Etkiliyen Faktörler

* İlerleme
* Kesme derinliği
* Yüzey kalitesi
* Talaş kırma
* Uç kuvveti



Küçük köşe radyüsü

* Küçük kesme derinliği için ideal
* Titreşimi azaltır
* Zayıf kesici kenar
* Genel olarak daha iyi talaş kırma

Büyük köşe radyüsü

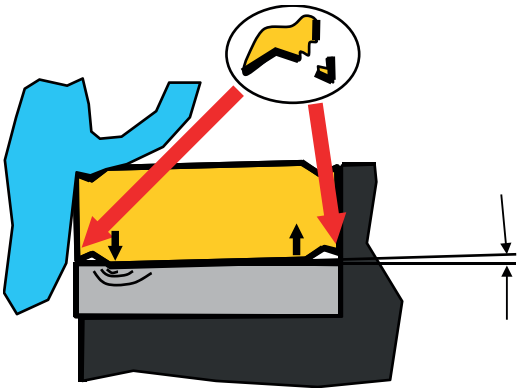
* Yüksek ilerleme hızları
* Büyük kesme derinlikleri
* Yüksek kenar güvenliği
* Yüksek radyal kuvvetler

Prensip olarak en az uç köşe radyüsü kadar kesme derinliği ile çalışmak gerekir.

Uç köşesi malzemeye dalmalı ve makaslama düzlemi üzerinde talaş akışı sağlanmalıdır.

Uç radyüs değerinden daha küçük kesme derinliklerinde çalışma olursa kesme yerine sürtünme oluşarak ucun çok erken sürede aşınmasına sebep olacaktır.

Kesme kenarının korunması



Yüksek sıcaklık ve
büyük kesme kuvvetleri .

NETİCE:

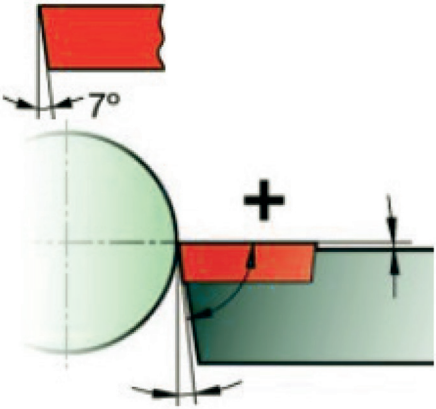
Altlığın aşınması uç kenarının
Kırılmasına sebep olur !

Çok sık altlık değiştirilmelidir!

İşletmelerde kullanılan torna uçlarının altlığa bağlı olarak erken aşındığını ve kırıldığını biliyor musunuz. Düzenli altlık değişimi ve kontrolü ile uç sarfiyatlarınızın önüne geçebilirsiniz.

Talaş çarpması ve darbe sonucu aşınan altlıklar ucu gerektiği gibi destekleyemez ve bir müddet sonra ucun kırılmasına sebep olur. Aşınan uçların diğer kenarlarını kullanabilirken kırılan ucu kullanma imkanımız yoktur.

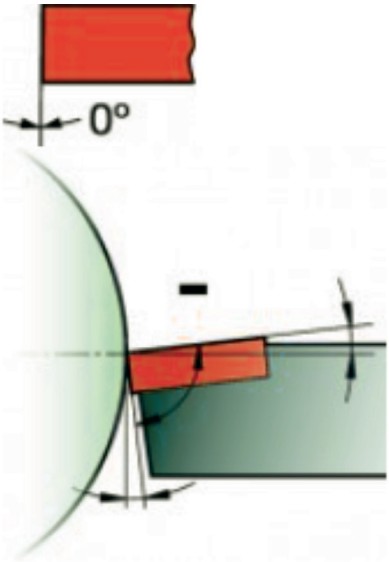
Kesici uç tipleri



Boşluk açısı

Pozitif tornalama kesici ucu

* Tek taraflı
* Düşük kesme kuvvetleri
* Kenar boşluğu
* Hassas parçaların iç ve dış çap tornalama



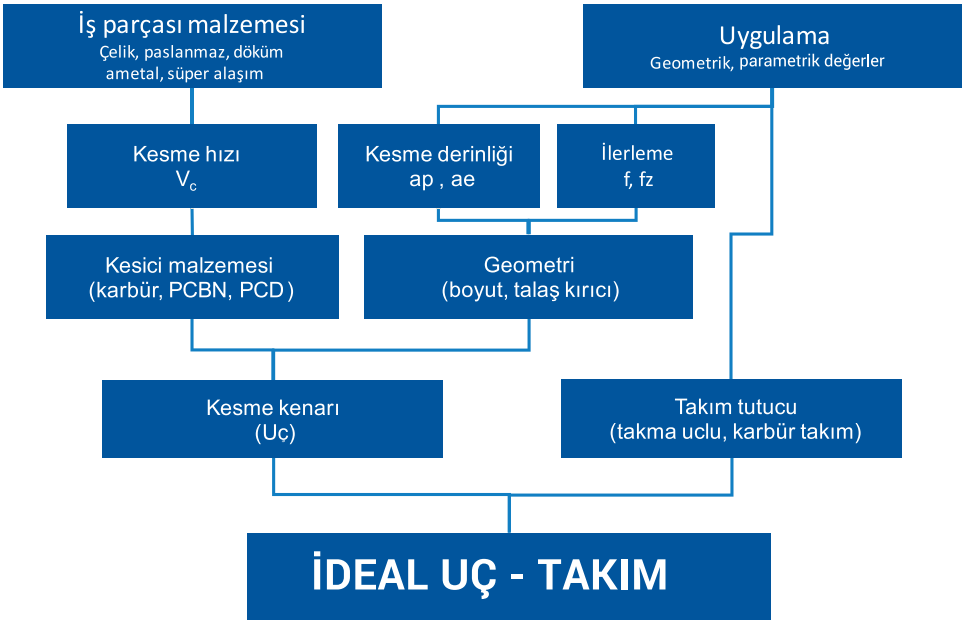
Boşluk açısı

Negatif tornalama kesici ucu

* Çift ve/veya tek taraflı
* Yüksek kenar mukavemeti
* Sıfır boşluk
* Dış çap tornalamada ilk tercih
* Ağır kesme şartları

En Uygun Uç ve Takım Yaklaşımı

Kullanılacak ucun uygun olması için malzeme bilgisi ile ürün kalitesi ve kesme hızı belirlendikten sonra uygulamaya bağlı olarak geometri ve kesme koşulları tespit edilerek çalışma yapılmalıdır.

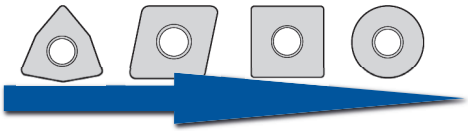


Uç Şeklinin Seçimi

Torna uygulamalarında biribirinden farklı şekil açılarında ISO norm uçlar kullanılmaktadır. Uç şekil açısı azaldıkça vibrasyon eğilimi azalır, işleme kabiliyeti artar, uç dayanımı azalır ve tezgahtan daha az güç çekilir. Tornalama için daima mümkün olan en büyük uç açısı, güçlü uç kullanılmalıdır.

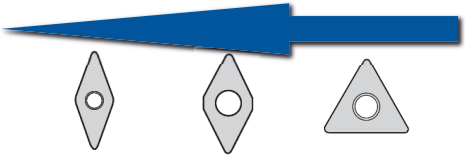
İşlem için daima münkün olan en güçlü ucu kullanın !

Kaba işleme
Yüksek ilerleme
Uç dayanımı artar.



Güç sarfiyatı yükselir
Kesme Kuvveti artar.

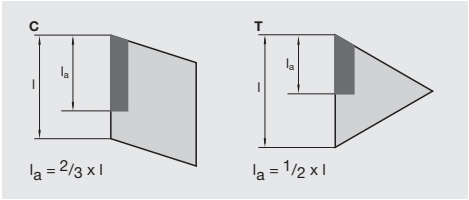
Düşük vibrasyon
Uç dayanımı azalır.

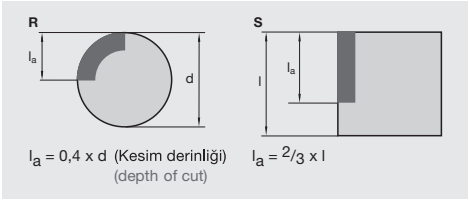


Çok yönlü ulaşabilirlik.
Düşük kesme kuvveti.

Uç Boyutunun Seçimi

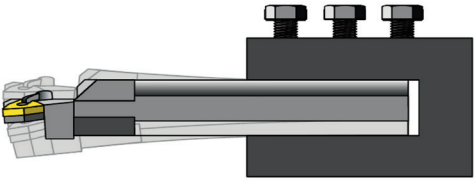
Maksimum kesme derinliği; uç şekli, boyutu ve giriş açısı ile belirlenir. Mekanik sıkmalı her uç maksimum kesme derinliğinde çalışabilecek maksimum bir gerçek kesme boyuna sahiptir. Kesme derinliği gerçek kesme boyundan büyükse ya daha büyük bir uç seçilmeli yada kesme derinliği azaltılmalıdır.

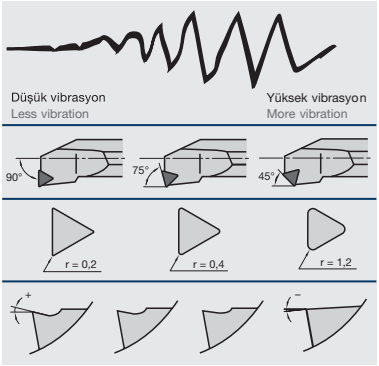




Titreşim

Kesme sırasında oluşan teğet ve radyal kuvvet bileşenlerinin kombinasyonu vibrasyonun ve parça deformasyonunun ana sebebidir.



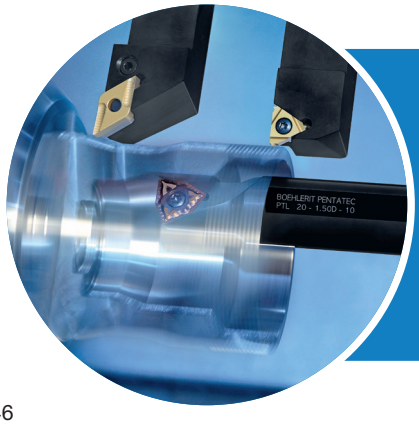


Titreşim tornalama ve frezeleme uygulamalarında farklı parametrelere bağlı olarak değişebilmektedir.

Tornalamayı ele alacak olursak öncelikle mümkün olan en büyük kater şaftıyla çalışmamız gerekir. Takım kullanma boyu kater şaft ölçüsünden maksimum 4 kat olmalıdır. Uzunluk/Çap oranı 3'den küçük ise vibrasyon eğilimi yok, 6'dan büyük ise vibrasyon riski var demektir. Özellikle iç çap tornalama işlemlerinde içten su vermeli katerler ile talaş sıkışması önlenmiş olur.

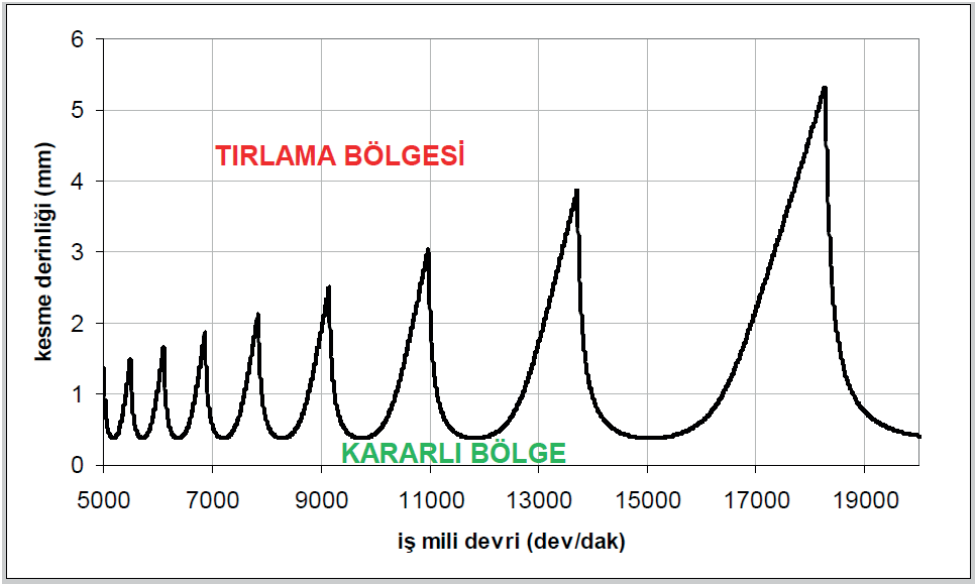
Uç şekil açısı ve radyüsü azaldıkça titreşim eğilimi azalmaktadır. Kesici uçta yetersiz boşluk açısı varsa yada çok büyük talaş açısı varsa titreşim kaçınılmaz olur. Küçük kesme derinliği ve yüksek ilerleme değeri de titreşim ve yüzey kalitesi açısından önemlidir.

Tornalamada vibrasyonu azaltmak için



- Takım ve iş parçası arasında sönümleme yapılmalı
- Kesme hızı değiştirilmeli
- Takım yeniden pozisyon almalı
- Daha keskin uç kullanmak
- Küçük kesme derinliği ve yüksek ilerleme değerlerinde çalışılmalı

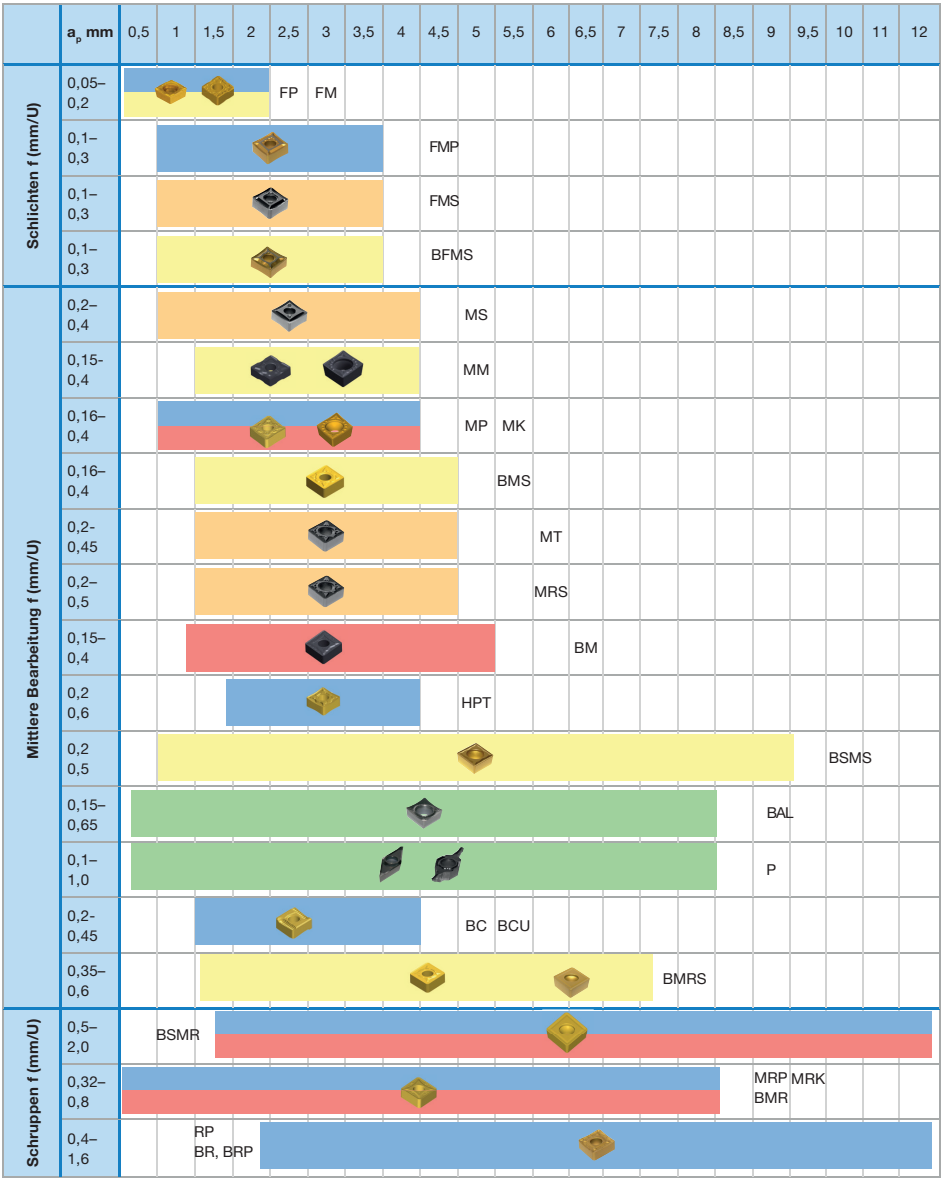
Kesici Takımlarda Titreşim



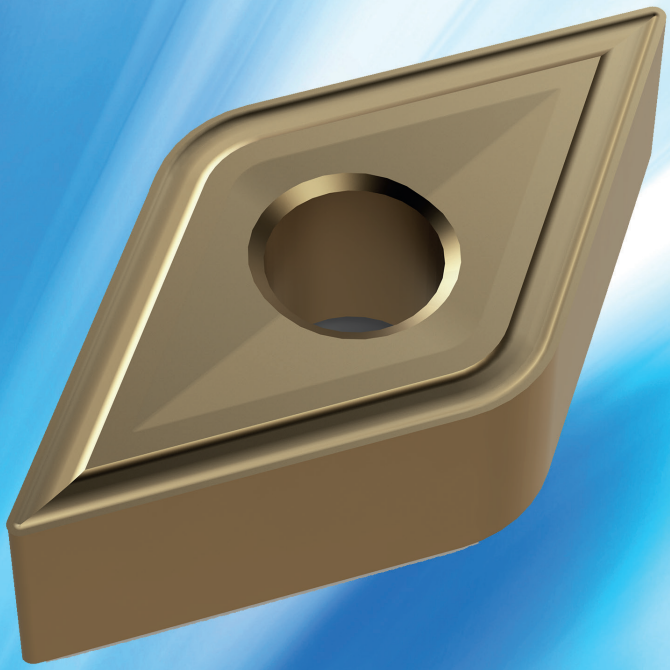
Her malzemenin bir esneme ve yorulma değeri vardır. Titreşim ve rezonans malzemelerin erken deformasyonuna sebep olmaktadır.

Titreşim kesici takıma, iş parçası yüzeyine ve tezgah miline zarar vermektedir. Malzemeler üzerinde yapılan test çalışmalarında kararlı ve tırlama bölgelerinın oluştuğu tespit edilmiştir. Farklı kesme derinliği ve devir aralıklarında elde edeceğimiz kararlı çalışma bölgeleri ile titreşimden uzak, yüksek performanslı talaş kaldırma işlemi yababilmekteyiz.

Boehlerit Tornalama Talaş Kırıcı Geometrileri



boehlerit

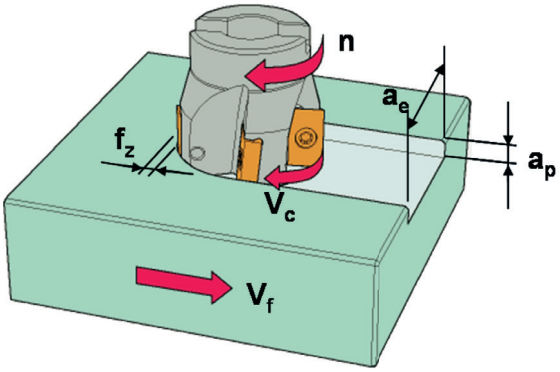


boehlerit

Frezeleme

Frezeleme

Frezeleme işlemi de tornalama işlemine benzemekle birlikte burada önemli bir fark bulunmaktadır. Şöyle ki: Tornalama işleminde iş parçası dönme hareketi yaparken takım sabit kalıyordu, yani dönme hareketi yapmıyordu. Frezelemede ise iş parçası sabit kalırken takımlar dönme hareketi yaparak talaş kaldırmaktadır.



Frezelemede Kullanılan Terimler

D_c	=	*Kesici çapı (mm)*	a_e	=	*Radyal kesme derinliği (mm)*
Z_n	=	*Uç sayısı*	f_z	=	*Uç başına ilerleme (mm/uç)*
Z_c	=	*Efektif uç sayısı*	f	=	*Devir başına ilerleme (mm/dev)*
V_c	=	*Kesme hızı (m/dak)*	V_f	=	*İlerleme hızı (mm/dak) (tabla ilerlemesi)*
n	=	*Devir dev/dk*			
a_p	=	*Eksenel kesme derinliği (mm)*			

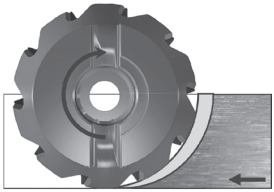
$$v_f = n \times Zc \times f_z = [mm/dk]$$

$$f = Zc \times f_z = [mm/dev]$$

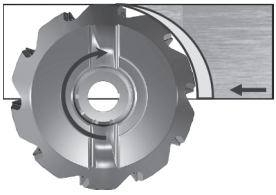
$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_c} = [devir]$$

$$v_c = \frac{n \times \pi \times D_c}{1000} = [m/dk]$$

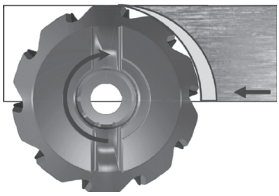
Frezeleme Yöntemleri



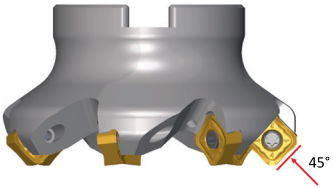
Aynı yönlü frezeleme
- Büyük talaş kalınlığı ile başlar. Sürtünme oluşmaz.
- Daha az ısı oluşumu
- Minimum deformasyon sertleşmesine maruz kalmış yüzey
- Kesme kuvvetleri iş parçası ile takımı sürekli temasta tutar.
- Talaş ikiye bölünür, kesici kenara zarar vermez.

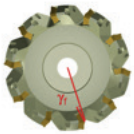


Karşıt yönlü frezeleme
- Sıfır talaş kalınlığı ile başlar. Sürtünme oluşur.
- Yüksek ısı oluşumu
- Deformasyon sertleşmesine maruz kalmış yüzey
- Kesme kuvvetleri iş parçası ile takımı birbirinden ayırmaya çalışır.
- Talaş kesici uç ile iş parçası arasında sıkışarak ucu kırabilir.

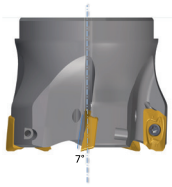


Radyal Kesme Derinliği ae (mm):
- Kesicinin çapı tarafından kavranan parça genişliğidir.
- Bir başka deyişle takımın kapladığı mesafedir.
- ae=%50 x Dc ideal talaş için önerilir.

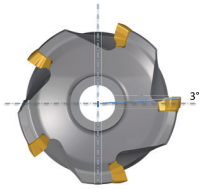




Giriş açısına ve radyal boşluk açısına göre freze geometrisi oluşmaktadır. Farklı pozisyonlandırmalar için tasarımı yapılan frezeler ile etkin talaş kaldırma işlemi yapılmaktadır.



Pozitif - Pozitif



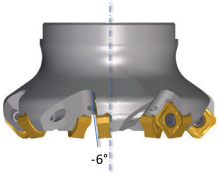
Avantajları
+ Yumuşak kesim
+ İyi talaş kaldırma
+ İyi yüzey düzlüğü

Dezavantajları
- Kesme kenarı dayanıklılığı
- İstenmeyen giriş teması
- İş parçasını tezgah tablasından uzaklaştırır.

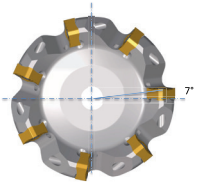
Negatif - Negatif

Avantajları
+ Kesme kenarı dayanıklılığı
+ Üretkenlik.
+ İş parçasını tezgah tablasına doğru iter.

Dezavantajları
- Büyük kesme kuvvetleri
-Talaş engelleme



Pozitif - Negatif



Avantajları
+ İyi talaş kaldırma
+ Uygun kesme kuvvetleri
+ Uygulama çeşitliliği

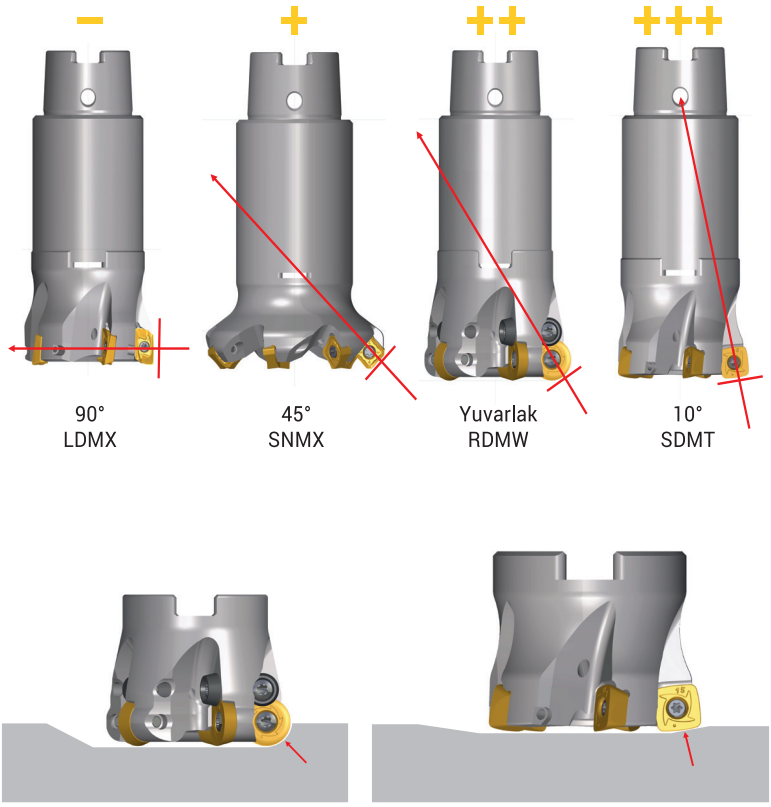
Dezavantajları yoktur

Frezelemede Vibrasyon ve Hızlı İlerleme

Frezelemede ise kısa ve büyük takım çapları ile çalışmak, düşük kesme derinliği, daha seyrek ağız sayısı, pozitif geometriler, daha düşük ilerleme değerinde çalışmak, aynı yönlü frezeleme sayesinde vibrasyon eğilimi azalmaktadır.

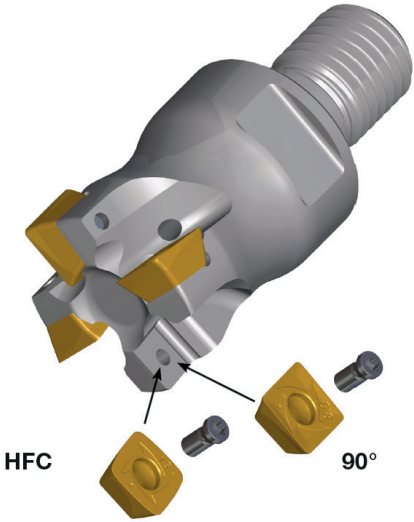
Uç yanaşma açısı azaldıkça oluşan kesme kuvvetleri tezgah miline doğru yönelme eğilimi gösterir ve yatay kuvvetler azaldığı için hızlı ilerleme değerinde çalışmak
mümkündür.

Vibrasyon riski F x I ile tespit edilir.



- Küçük kesme derinliği.
- Büyük kesme genişliği.
- Yüksek ilerleme.
- Büyük hacim boşaltmaları için ideal.

DELTAtec 90P Feed - Çok amaçlı takımlar



Boehlerit çok amaçlı takımlar ile üniversal ve hızlı ilerleme uygulaması yapılabilmektedir. Aynı takım üzerine bağlanabilen 4 kesme kenarlı SDMT uç geometrisi sayesinde kesme kuvvetleri azaltılarak vibrasyon eğilimi azaltılmış ve takım performansı arttırılmıştır.

Frezelemede vibrasyonu azaltmak için

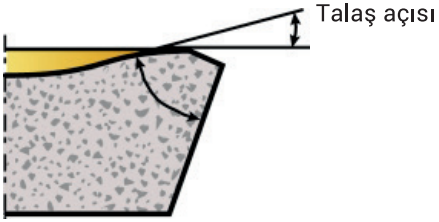
- Kısa ve büyük takım çapı
- Düşük kesme derinliği
- Daha seyrek ağız sayısı
- Daha pozitif geometriler
- Değişken kesme hızı
- Daha düşük ilerleme değerleri
- Kanal açılmış takım şaftları (Weldon)
- Yukarı yönlü frezeleme

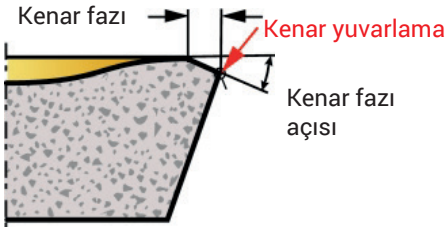
Frezelemede Uç ve Takım Geometrisi

Uç geometrisi iş parçası malzemesi, işleme özelliklerine ve diş başına ilerleme değerine bağlı olarak seçilmelidir.

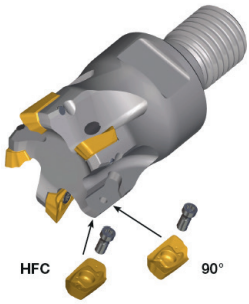
Talaş yüzeyi açısı uçta meydana gelen yüklenmeyle beraber gerekli gücü etkiler, bu açıdaki 1°lik değişim gücü %1,5 etkiler.

Kenar düzlüğü sayesinde kesme kenarı güçlendirilerek fazla yüklenmelere izin verilir. Kenar yuvarlama ile uç kesme kenarı kuvvetlendirilerek kaplamanın yapışmasına yardımcı olur.





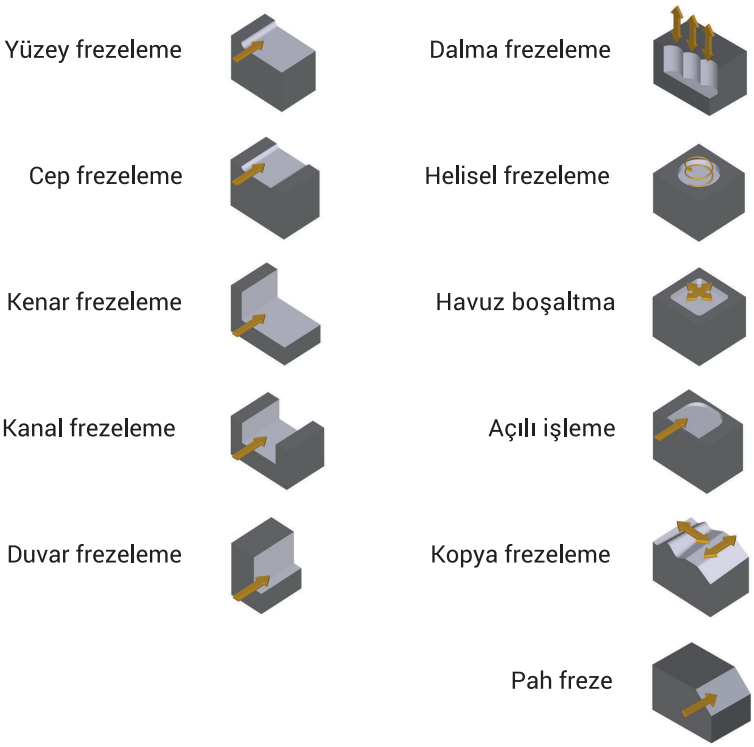
BETAtec 90P Feed Çok Amaçlı Takımlar



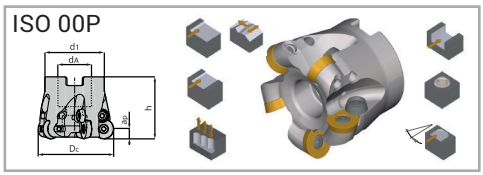
Boehlerit çok amaçlı takımlar ile üniversal ve hızlı ilerleme uygulaması yapılabilmektedir. Aynı takım üzerine bağlanabilen 2 kesme kenarlı LDMX uç geometrisi sayesinde kesme kuvvetleri azaltılarak vibrasyon eğilimi azaltılmış ve takım performansı arttırılmış olur.

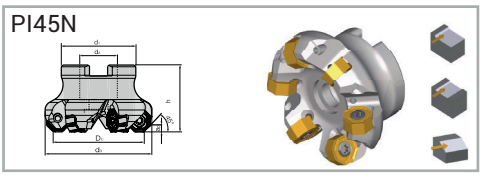
Frezeleme Sembolleri

Boehlerit frezeleme operasyonlarını semboller ile sınıflandırarak kullanıcılarına kolay kullanım imkanı sunmaktadır.



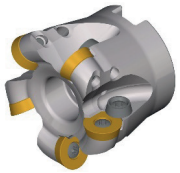
Katalog sayfalarında yer alan bu semboller ile frezelerin hangi operasyonlar için uygun olduğu anlaşılmaktadır.





Freze Seçimi

Yuvarlak Uçlu Frezeler



Avantajlar

* Güçlü takımlar
* Yüzey ve profil frezeleme
* Hızlı ilerleme imkanı

Dezavantajlar

* Dengeli tezgah ihtiyacı

45° Yüzey Frezeler

Avantajlar

* Yüzey frezeleme
* Dengeli kesme kuvvetleri
* Uygun talaş akışı

Dezavantajlar

* Max 6-10 mm talaş derinliği

90° Yüzey Frezeler

Avantajlar

* Farklı uygulamalar
* Derin talaşlarda çalışma
* Düşük eksenel kuvvetler

Dezavantajlar

* Düşük ilerleme

Freze Seçimi

45° Frezeleme/Takım Seçimi

Özellikler	ISO 00P	PItec 45N	ETAtec 45P	THETAtec	ISO 45P
Tutucu	BT40/50	BT40/50	BT30/40/50	BT40/50	BT30/40/50
Kararlılık	★★★★☆	★★☆☆☆	★☆☆☆☆	★★☆☆☆	★☆☆☆☆
Kaba	★★★★☆	★★★☆☆	★★★★★	★★★☆☆	★★★★★
Finiş	★★☆☆☆	WIPER uç	★★★☆☆	WIPER uç	★★★☆☆
Kesme derinliği	★★☆☆☆	★☆☆☆☆	★★★☆☆	★★☆☆☆	★★★☆☆
Çok yönlülük	★★★★★	★★★☆☆	★★★☆☆	★★★☆☆	★★★☆☆

Frezelerin takım ve uç geometrilerine bağlı olarak işleme özellikleri, bileşke kuvvet dağılımına bağlı olarak ise talaş derinliği ve ilerleme değerleri tespit edilmektedir. İdeal olan aynı takımla çok amaçlı freze işlemlerinin yapılabilmesidir.

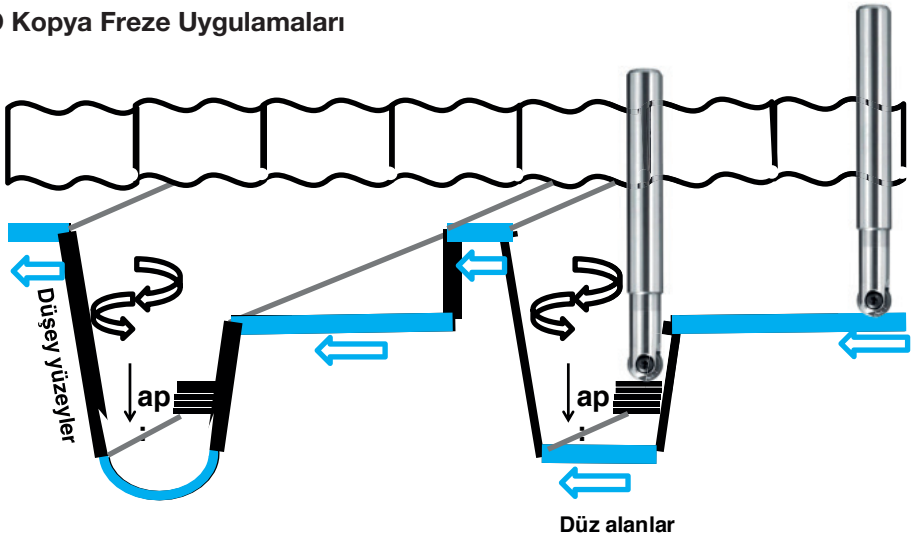
Freze Seçimi

90° Frezeleme/Takım Seçimi

Özellikler	BETAtec 90P	DELTAtec 90P	DELTAtec 90N	DELTAtec 90N Tang	ISO 90P	THETAtec 88N	ZETAtec 90N
Tutucu	BT30/40/50	BT40/50B	T40/50	BT50	BT30/40/50	BT40/50B	T40/50
Kararlılık	☆☆☆☆☆	★★☆☆☆	★★★★★	★★★★★	☆☆☆☆☆	★★★★☆	★★☆☆☆
Kaba	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	★★★★★	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
Finiş	★★★★★	★★★☆☆	★★☆☆☆	★★☆☆☆	★★★☆☆	★★☆☆☆	★★★☆☆
Kesme derinliği	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆	☆☆☆☆☆
Çok yönlülük	★★★★★	★★★☆☆	★★☆☆☆	★★☆☆☆	★★★☆☆	★★☆☆☆	★★★☆☆

Frezelerin takım ve uç geometrilerine bağlı olarak işleme özellikleri, bileşke kuvvet dağılımına bağlı olarak ise talaş derinliği ve ilerleme değerleri tespit edilmektedir. İdeal olan aynı takımla çok amaçlı freze işlemlerinin yapılabilmesidir.

3D Kopya Freze Uygulamaları



Düz alanlar
Strateji: Kopya

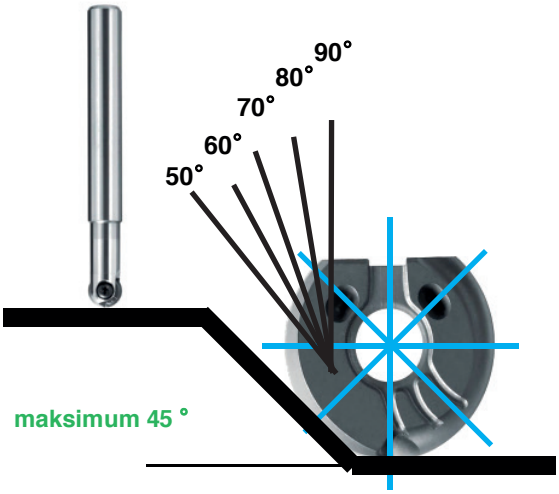
D:eff: 5,5 mm

Vc: 300 m/min
n: 17362 U/min
fz: 0,5 mm
Vf: 17362 mm
ap: 0,5 mm

Düşey kenarlar
Strateji: z- sabit

D: 1 6 mm

Vc: 300 m/min
n: 6000 U/min
fz: 0,5 mm
Vf: 6000 mm
ap: 0,5 mm



45°'ye kadar işleme alanları için yandaki tabloyu kullanınız

Talaş Derinliğine Bağlı Olarak Efektif Takım Çapları

Küresel frezeler için efektif takım çapları

Ø	Radyüs	Kesme derinliği a_p in mm											
		0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
0,3	0,15	0,224	0,283	0,300	0,283	0,224							
0,4	0,2	0,265	0,346	0,387	0,400	0,387	0,346						
0,5	0,25	0,300	0,400	0,458	0,490	0,500	0,490						
0,6	0,3	0,332	0,447	0,520	0,566	0,592	0,600						
0,8	0,4	0,387	0,529	0,624	0,693	0,742	0,775						
1	0,5	0,436	0,600	0,714	0,800	0,866	0,917						
1,5	0,75	0,539	0,748	0,900	1,020	1,118	1,200						
2	1	0,624	0,872	1,054	1,200	1,323	1,428	1,732					
2,5	1,25	0,700	0,980	1,187	1,356	1,500	1,625	2,000	2,449				
3	1,5	0,768	1,077	1,308	1,497	1,658	1,800	2,236	2,8828	3,000			
4	2	0,889	1,249	1,520	1,744	1,936	2,107	2,646	3,464	3,873	4,000		
5	2,5	0,995	1,400	1,706	1,960	2,179	2,375	3,000	4,000	4,583	4,899	5,000	
6	3	1,091	1,536	1,873	2,154	2,398	2,615	3,317	4,472	5,196	5,657	5,916	
7	3,5	1,179	1,661	2,027	2,332	2,598	2,835	3,606	4,899	5,745	6,325	6,708	
8	4	1,261	1,778	2,170	2,498	2,784	3,040	3,873	5,292	6,245	6,928	7,416	
9	4,5	1,338	1,887	2,304	2,653	2,958	3,231	4,123	5,657	6,708	7,483	8,062	
10	5	1,411	1,990	2,431	2,800	3,122	3,412	4,359	6,000	7,141	8,000	8,660	
11	5,5	1,480	2,088	2,551	2,939	3,279	3,583	4,583	6,325	7,550	8,485	9,220	
12	6	1,546	2,182	2,666	3,072	3,428	3,747	4,796	6,633	7,937	8,944	9,747	
14	7	–	2,358	–	3,323	3,708	4,055	5,196	7,211	8,660	9,798	10,724	11,489
16	8	–	2,522	–	3,555	3,969	4,341	5,568	7,746	9,327	10,583	11,619	12,490
20	10	–	2,821	–	3,980	4,444	4,862	6,245	8,718	10,536	12,000	13,229	14,283
25	12,5	–	3,156	–	4,454	4,975	5,444	7,000	9,798	11,874	13, 565	15,000	16,248
30	15	–	3,458	–	4,883	5,454	5,970	7,681	10,770	13,077	14,967	16,583	18,000
32	18	–	3,572	–	5,044	5,635	6,168	7,937	11,136	13,528	15,492	17,176	18,655
40	20	–	3,995	–	5,643	6,305	6,902	8,888	12,490	15,199	17,436	19,365	21,071

Yuvarlak uçlu frezeler için efektif takım çapları

Ø	Radyüs Uç	Kesme derinliği a_p in mm									
		0,1	0,2	0,25	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
16	3,5	10,661	11,332	11,598	11,835	12,606	13,899	14,745	15,325	15,708	15,928
20	3,5	14,661	15,332	15,598	15,835	16,606	17,899	18,745	19,325	19,708	19,928
20	5	11,990	12,800	13,122	13,412	14,359	16,000	17,141	18,000	18,660	19,165
24	6	14,182	15,072	15,428	15,747	16,796	18,633	19,937	20,944	21,747	22,392
25	3,5	19,661	20,332	20,598	20,835	21,606	22,899	23,745	24,325	24,708	24,928
25	5	16,990	17,800	18,122	18,412	19,359	21,000	22,141	23,000	23,660	24,165
32	6	22,182	23,072	23,428	23,747	24,796	26,633	27,937	28,944	29,747	30,392
32	8	18,522	19,555	19,969	20,341	21,568	23,746	25,327	26,583	27,619	28,490
35	5	26,990	27,800	28,122	28,412	29,359	31,000	32,141	33,000	33,660	34,165
35	6	25,182	26,072	26,428	26,747	27,796	29,633	30,937	31,944	32,747	33,392
42	5	33,990	34,800	35,122	35,412	36,359	38,000	39,141	40,000	40,660	41,165
42	6	32,182	33,072	33,428	33,747	34,796	36,633	37,937	38,944	39,747	40,392
52	6	42,182	43,072	43,428	43,747	44,796	46,633	47,937	48,944	49,747	50,392
52	8	38,522	39,555	39,969	40,341	41,568	43,746	45,327	46,583	47,619	48,490

Başarı Öyküsü

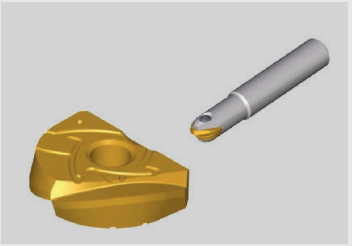
Uygulama

Müşteri / Kalıp Endüstrisi
3D Kopya Frezeleme
1.2379 58-60 HRC

Kesme değerleri:
Vc= 125 m/dak
Vf= 1200 mm/dak
ap= 0,25 m m
ae= %1
Vb= 0,1 (3 saat içinde)
Uç ömrü 180 dakik a
İşleme süresi: 12 saat

Çözüm

Boehlerit
CEB00 BE20.020 140
BE20 - FHF2 BCH13 M

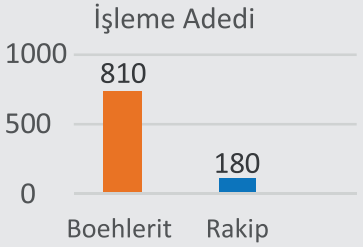


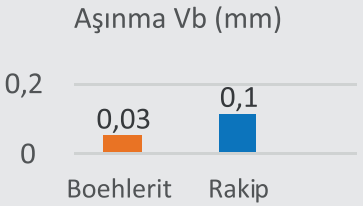
Kesme değerleri:
Vc= 280 m/dak
Vf= 2500 mm/dak
ap= 0,25 m m
ae= %1
Vb= 0,01 mm (4,5 saat içinde)
Uç ömrü 810 dakik a
İşleme süresi: 4,5 saat

Müşteri Avantajı

3700 dakika kapasite kazanımı olmuştur.

Uç kazanımı 35.000 €/yıl,
Kapasite kazancı 55.000 €/yıl
Yıllık kazanç 90.000 €.





Başarı Öyküsü

Uygulama

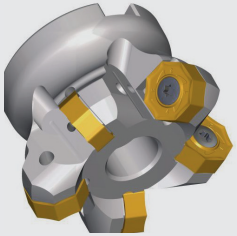
Müşteri / Boru Endüstrisi
SWMT 13T308 AH120
Ø63 mm , Z=5
X70 25-30 HRC
Yüzey frezelem e

Kesme değerleri:

Vc=158 m/dak
Vf=450 mm/dak
Ap= 2 mm
Fz=0,11
Ae= 60 mm
Uç ömrü 14 parça

Çözüm

Boehlerit BF45.ON08.063 Z05
ONMU 080608 SN-MP BCP35M
Ø63 mm , Z=5, 16 kesme kenarı

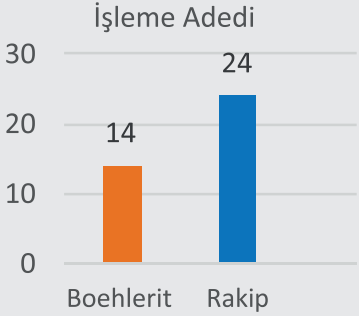


Kesme değerleri:

Vc=178 m/dak
Vf=450 mm/dak
Ap= 3 mm
Fz=0,10
Ae= 60 mm
Uç ömrü 24 parça

Müşteri Avantajı

70% daha uzun uç ömrü, 50% daha yüksek talaş atımı



Başarı Öyküsü

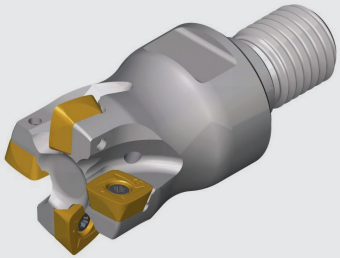
Uygulama

Müşteri / Kalıp Endüstrisi
Yüksek hız frezeleme
Mevcut takım Ø32 Z5
K340 44 HR C

Kesme değerleri:
Vc= 175 m/dak
Vf= 6000 mm/dak
ap= 0,35 mm
ae= 20 mm
Takım ömrü= 1 m

Çözüm

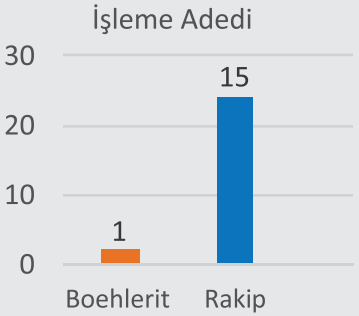
Boehlerit
BS90 SD10.032 Z0 3
SDMT 100415 SR-MMH
BCM35M



Kesme değerleri:
Vc= 175 m/dak
Vf= 6000 mm/dak
ap= 0,35 m m
ae= 20 mm
Takım ömrü= 15 m

Müşteri Avantajı

İşlem sonunda uçta bir aşınma görülmedi.



Etkin Frezeleme İçin Problem Çözme Teknikleri

• Mümkün olan en kısa frezeyi seçin ve mümkün olduğu kadar frezeyi ve parçayı sağlam bağlayın.

• Mümkün olan en büyük çaplı frezeyi seçin.

• Yakın ağız aralığı olan frezeler talaş atma için daha az boşluğa sahiptir.
Daha dengelidirler ve daha yüksek tabla ilerleme hızına izin verirler.

• Eğer yüzey kalitesi fazla önemli değilse, tabla ilerlemesi mümkün olduğunca hızlı olmalıdır. Bununla birlikte ağız başına maksimum ilerleme aşılmamalıdır.

• Eğer yüzey kalitesi önemliyse, tabla ilerlemesi düşürülmelidir. Bununla birlikte ağız başına minimum ilerlemenin altında olmamalıdır (artan aşınma).

• Tezgah aşırı yüklendiğinde, kesme derinliği azaltılmalıdır. Bu ilerlemeyi azaltmaya göre tercih edilir.

• Yüksek ilerleme malzeme yüzeyinin sertleşmesini önlemek için gereklidir, özellikle de süper alaşımlar frezelenirken.

• Yeni uç takmadan önce daima uç yuvasını temizleyin.

• Eğer uç yuvası zarar görürse altlık veya takımı değiştirin. Yuvalar sık sık hava ile temizlenmelidir. Hiç bir zaman tamir edilmiş (kaynaklanmış) takım kullanmayın.

• Hasar görmüş vida ve anahtarları değiştirin. Hareketli parçaları düzenli olarak yağlayın.

• Daima doğru anahtarları kullanın (dinamometrik anahtarlar).

• Yerine bağlanmadan önce ucu doğru pozisyona yerleştirin. Ucun yuva duvarlarına doğru ve düzgün oturduğundan emin olun. Eğer uç takıma doğru yerleştirilmez ise düzgün şekilde oturmaz ve uç kırılmasına neden olur.

boehlerit

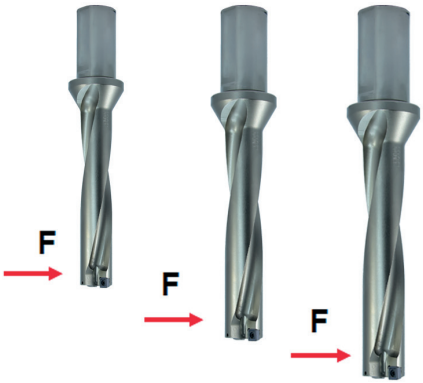
Delik Delme

Delik Delme

Takma uçlu matkaplar ile yüksek kesme hızlarında yüksek talaş kaldırma oranı ve üretkenliğe ulaşılmaktadır. Matkap her zaman iş parçasının içine çekilir ve operasyonu görmek mümkün olmadığı için talaş kontrol edilmeli ve rahat akışı sağlanmalıdır. Çünkü bu delik kalitesini, takım ömrünü ve güvenli işlemi etkiler.

Maksimum delik derinliği

Delik derinliği takım seçimini belirler. Farklı delme derinlikleri için matkaplar tasarlanmıştır. 2xD, 3XD, 4XD, 5XD delme derinlikleri için farklı matkaplar standart olarak üretilmektedir.



Kesme Hızı Vc:

Delik delmede verimlilik önemli oranda delme hızına Vf bağlıdır.

$Vc = \pi \times D \times N/1000$ $Vf = fn \times n$

Fn= devir başına ilerleme (mm/dev)

Talaş akışı aşağıdaki etkenlere bağlıdır;

- Talaş akışı kanallarının şekli
- Soğuma
- Kesme koşulları

Talaş oluşumu aşağıdaki parametrelere bağlıdır;

- Kesme hızı
- İlerleme değeri
- Malzeme
- Soğutma sıvısı iletimi ve basınç
- Uç geometrisi
- Matkap geometrisi (talaş boşaltma kanalları)

Delme işlemi için yöntemler

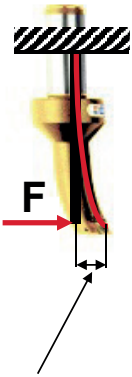
- Tavsiye edilen minimum ilerleme oranı ile başlayın. Bir kaç mm delin, talaş şeklini ve delik çapını değerlendirin.

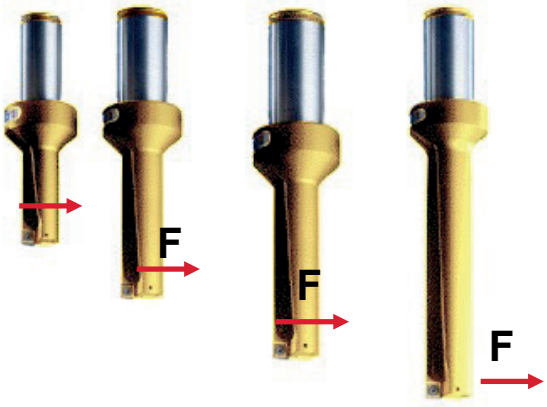
- Üretkenliği arttırmak için ilerleme oranını gerektiği kadar 0,01 mm aralıklarla arttırın.

- Delme sırasında gücü kontrol edin. Ani değişiklikler talaş tıkanıklığını gösterir. Daha kısa talaşlar oluşturmak için ilerleme oranını arttırın.

- Eğer matkap veya iş parçasının eğilme riski varsa aşırı yüksek ilerleme oranlarından kaçının. İlerleme kuvvetlerindeki ani değişiklikler uçlara veya gövdelere zarar verebilir.

Denge





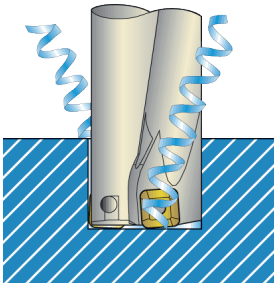
İşleme boyu	Salgı
2XD	1a
3XD	4a
4XD	8a
5XD	16a

5xD matkapların bükülme direnci daha azdır, bu nedenle daha büyük çap toleransına sahiptir.

Talaş formu

Talaş oluşumunu etkileyen faktörler
- Kesme hızı
- İlerleme
- Malzeme
- Soğutma sıvısı ve basıncı
- Uç geometrisi
- Takım geometrisi (talaş tahliye kanalı)

Talaş tahliyesini etkileyen faktörler
- Talaş kanalı
- Soğutma
- Kesme koşulları



Başarı Öyküsü

Uygulama

Müşteri / Makine Endüstrisi
SOEX 050204-01
20X50/W 8313(16,5/51R)
ST52 35 HR C
Delme

Kesme değerleri:

Vc=35 m/dak
Fz=0,14
Takım ömrü 110 adet

Çözüm

Boehlerit BTID 4220-32T2-0 7
Ø22 mm SPGX 07T308

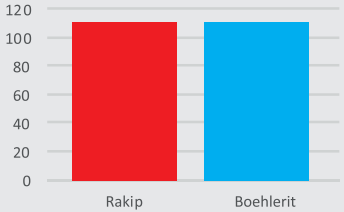
Kesme değerleri:

Vc=35 m/dak
Fz=0,14
Takım ömrü 110 adet

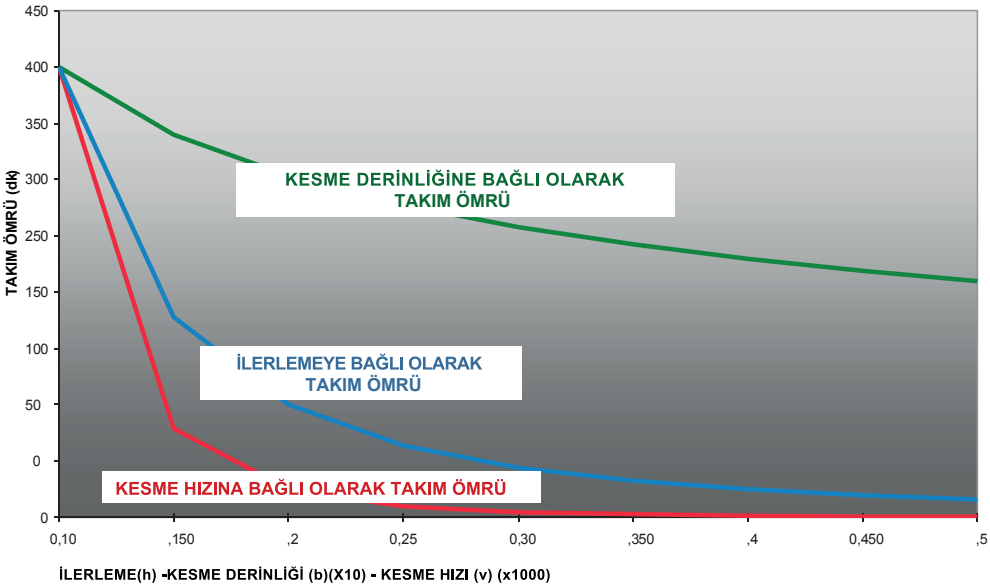
Müşteri Avantajı

Aynı takım ömrü, önemli fiyat avantajı

2000 adet uç ve 40 adet gövde siparişi veren müşterimiz yılda 12.000 € kazanç elde etmiştir.



Takım Aşınması



Tailor Yasası
Metal kesme sırasında kesme derinliğine, ilerleme değerine ve kesme hızına bağlı olarak kesici takım ömründe azalma görülmektedir.

%10 artış	Takım ömrü azalması
kesme derinliği	4%
ilerleme	20%
kesme hızı	50%

Takım Aşınması

Kesme hızı, Vc

Çok düşük

Talaş yığılması
Kenarda matlaşma
Ekonomik değil
Kötü yüzey

Çok yüksek

Çok hızlı serbest yüzey aşınması
Yetersiz yüzey kalitesi
Hızlı krater aşınması
Plastik deformasyon

İlerleme hızı, fn

Çok düşük

Kirişler
Çok hızlı serbest yüzey aşınması
Talaş yığılması
Ekonomik değil

Çok yüksek

Daha az talaş kontrolü
Yetersiz yüzey kalitesi
Krater aşınması/plastik deformasyonu
Yüksek güç tüketimi
Talaş kaynaması

Kesme derinliği, ap

Çok küçük

Daha az talaş kontrolü
Titreşim
Aşırı ısı
Ekonomik değil

Çok derin

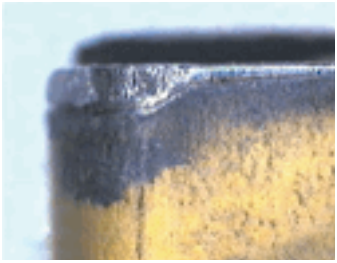
Yüksek güç tüketimi
Kesici uç kırılması
Daha yüksek kesme kuvveti

Takım Aşınmaları

İş parçası malzemeleri özelliklerine bağlı olarak ve talaş kaldırma uygulamasına bağlı olarak kesici takımlar üzerinde bir deformasyon oluşturur ki buna genel olarak aşınma diyoruz.

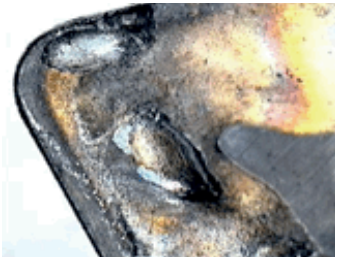
Mekanik yükler, termal değişimler, kimyasal reaksiyon, aşındırıcı ve yapışkan malzemeler farklı aşınma tiplerine neden olmaktadır.

Serbest Yüzey Aşınması



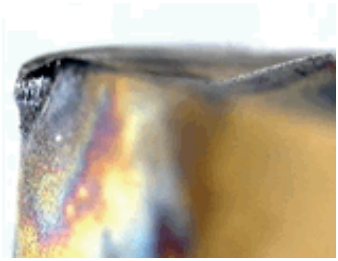
- Serbest yüzeyde abrazif aşınma mekanizması ile meydana gelir.
- Takım ömrünü belirleyen ana aşınma türüdür.
- Aşırı serbest yüzey aşınması köşe formunu değiştirirken kötü yüzey dokusuna ve buna bağlı olarak parçaların hatalı işlenmesine neden olur.

Krater Aşınması (Kimyasal)



- Talaş yüzeyinde abrazif ve difüzyonlu aşınma mekanizmaları ile oluşur.
- Krater, sert partiküllerin aşındırması ya da talaş ile takım arasında talaşın sıcaklığının en yüksek olduğu bölgede meydana gelen difizyon sonucunda talaş kırıcı yüzeyden malzeme kaybı ile oluşur.
- Sertlik, sıcak sertlik ve malzemeler arasındaki minimum kimyasal ilgi bu tür aşınmanın takımlarda oluşum eğilimini azaltır.

Plastik Deformasyon



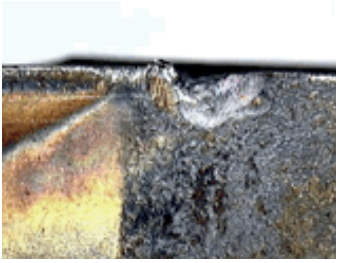
• Kesme köşesinde yüksek sıcaklık ve basınç etkisi ile oluşur.

• Yüksek kesme ve ilerleme hızları ile sert iş parçaları bu koşulları oluşturur.

• Bu tür aşınmaya dayanıklılık için yüksek sıcak sertlik esastır.

• Köşe yuvarlama ve kesme geometrisi bu tür aşınma ile mücadelede önemli parametrelerdir.

Çentik Aşınması (Yapışma)

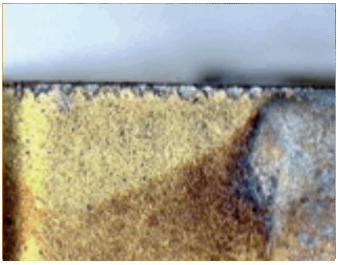


• Hem serbest yüzey hem de talaş kırıcı yüzeyde kesme derinliği hattında oluşabilen bölgesel aşınma türüdür.

• Çentik aşınması, ostenitik paslanmaz çelik gibi sertleştirilmiş parçaların işlenmesinde sıkça görülür.

• Bu tür aşınma takım yada malzemesinin atmosferle olan kimyasal reaksiyonu ya da talaşın sert köşelerinin takımı abrazif olarak aşındırması ile meydana gelir.

Talaş Yığılması

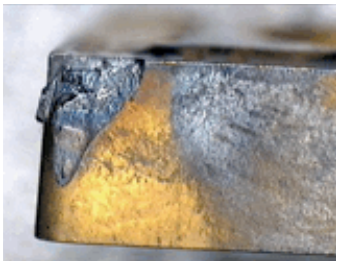


• Köşe hattının aşınmaktan çok, kırılması ile kendini gösterir.

• Süreksiz kesme işlemlerinde, yükte meydana gelen periyodik yükleme boşaltma, takım yüzeyinden malzeme kaybına neden olarak bu tür hasarı oluşturur.

• Dökülmeler ve sıyırlamalar da bu tür aşınmanın farklı versiyonlarıdır.

Kırılma

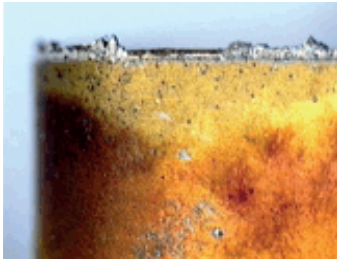


• Bu tür hasarlar takımı tamamen kullanılmaz hale getirir.

• Kırılma, aslında diğer aşınma türlerinin de ileri safhalarında gözlenen bir hasardır.

• Geometrinin değişmesi, köşenin zayıflaması, sıcaklık ve kuvvetin yükselmesi kırılma eğilimini artırır.

Talaş Yapışması



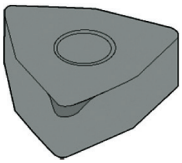
• Özellikle kesme sıcaklığı, dolayısı ile kesme hızı ile ilişkili bir hasar türüdür.

• Bu hasar, düşük kesme hızlarında meydana gelir ve takım malzemesinin iş parçasına olan kimyasal ilgisi ile doğru orantılıdır.

• Düşük kesme sıcaklıkları ve yüksek basınçlar, talaş ile takımın talaş kırıcı yüzeyinin kaynamasına neden olurlar.

• Günümüzde, bu hasar türünün oluşacağı sıcaklık ve kesme hızı aralıkları oldukça iyi tanımlanmıştır.

Uç Aşınması Önlemek İçin Yapılması Gerekenler



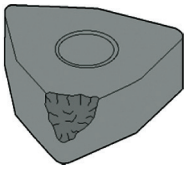
İlerleme: ↘ ↗ →

Kesim hızı: ↘ ↗ →

Karbür uç kalitesi: ↘ ↗ Sert

Geometri: ↘ KeskinG ↗ üçlü →

Uç Kırılması Önlemek İçin Yapılması Gerekenler



İlerleme: ↘ ↗ →

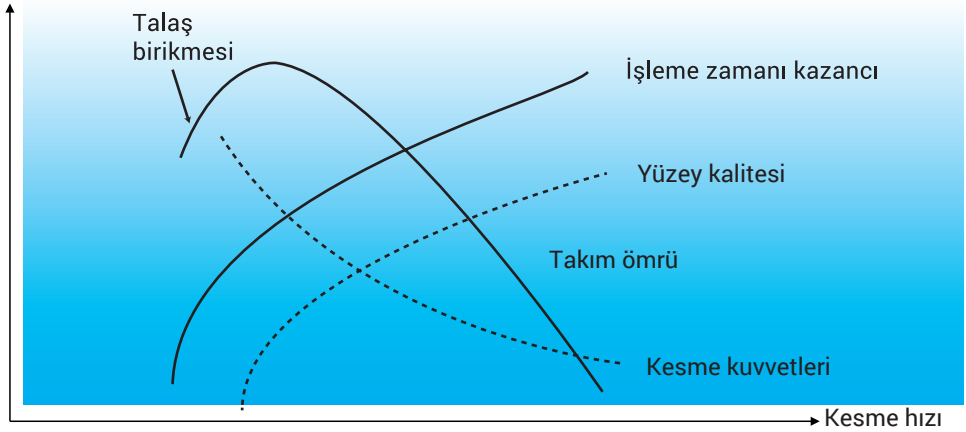
Kesme derinliği: ↘ ↗ →

Karbür uç kalitesi: ↘ Sert ↗

Geometri: ↘ Keskin ↗ Güçlü

İşletme ve Takım Ekonomisi

İşletmelerde özellikle havacılık ve otomotiv endüstrisinde gün geçtikçe maliyetler artmakta ve verimli işleme öne çıkmaktadır. Bu nedenle işlenebilirliğin daha ekonomik hale gelmesi beklenmektedir. Daha verimli çalışarak üretim maliyetlerini düşürmek için en önemli parametre yüksek kesme hızlarında çalışmaktır. Yüksek kesme hızlarında çalışmak takım ekonomisi kazancı ile birlikte yüzey kalitesi, talaş atımı, havacılık ve uzay endüstrisinde kullanılan alüminyum malzemelerin işlenmesinde oluşan kesme kuvvetlerini azaltan etki yaratmaktadır.



İşletmede üretim maliyetleri değişken ve sabit maliyetlerden oluşmaktadır. Girdi/çıktı ise verimlilik olarak bilinmektedir.

Değişken maliyetler sadece üretim sırasında gerçekleşen maliyetler olup kesici takımlar ve sarf malzemeler %3, iş parçası malzemeleri %22 paya sahiptir. (%25)

Sabit maliyetler ise üretimde olunmayan zamanlarda da gerçekleşen maliyetler olup işçilik %28, tezgah ve takım tutucular %22, bina ve yönetim gibi diğer maliyetler ise %25 paya sahiptir. (%75)

Takım ömrünü 2 kart arttırdığımızı düşünelim. Bu durumda sadece kesici takım sarfiyatı azalır ve üretim maliyeti yarıya düşerek işletme maliyeti %1,5 azalır.

Özel fiyat çalışması ile %20 indirim aldığımız taktirde %3 lük bir dilimden sadece %0,6 gibi küçük bir iyileştirme olacaktır.

Kesme hızını %20 arttırarak işleme zamanımızı %20 düşürdüğümüz taktirde ham madde ve kesici takım maliyetleri sabit kalırken işçilik, tezgah , bina ve diğer maliyetler %75'den %60'a düşer ve toplam maliyetimiz %25 + %60 = %85'e düşerek toplamdaki maliyet düşümü %15 olur.

boehlerit

Aşınma Parçaları

AŞINMA PARÇALARI

Neden Sert Metal Kullanmalıyız?

• Tungsten Karbür malzemeler sadece aşınma dayanımı yüksek olduğu için değil, ekonomik boyutlarından ötürü de tercih sebebidir.

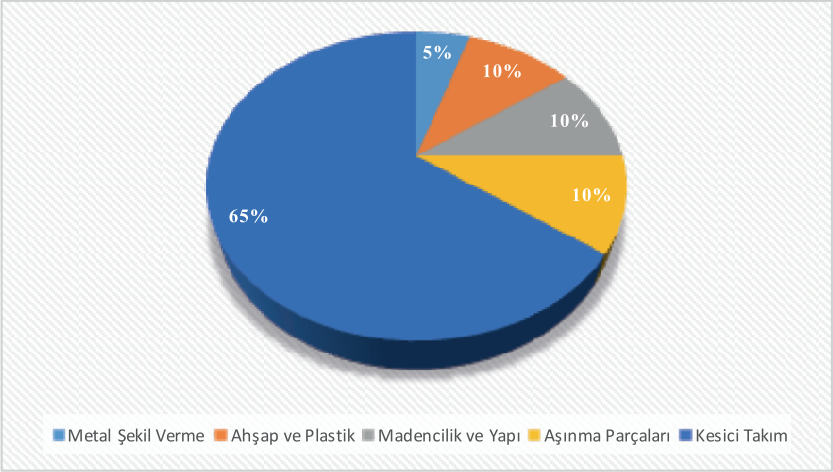
• Üretim prosesinde bir veya birkaç faktörü iyileştirerek büyük avantajlar sağlayabiliriz.

• Daha kaliteli yüksek performanslı üretim yapılması
• Takım değişim zamanının azaltılması
• Makine duruş zaman kayıplarının giderilmesi
• Daha düşük vibrasyonlu takımların kullanılması
• Seri üretim adetlerinin arttırılması

Prensip olarak bu faktörler, aşınma ve yüzey deformasyonuna maruz kalan darbeye karşı dirençli ve yüksek seviyedeki mekanik strese dayanması beklenen yüksek hacimli üretim senaryoları için geçerlidir.

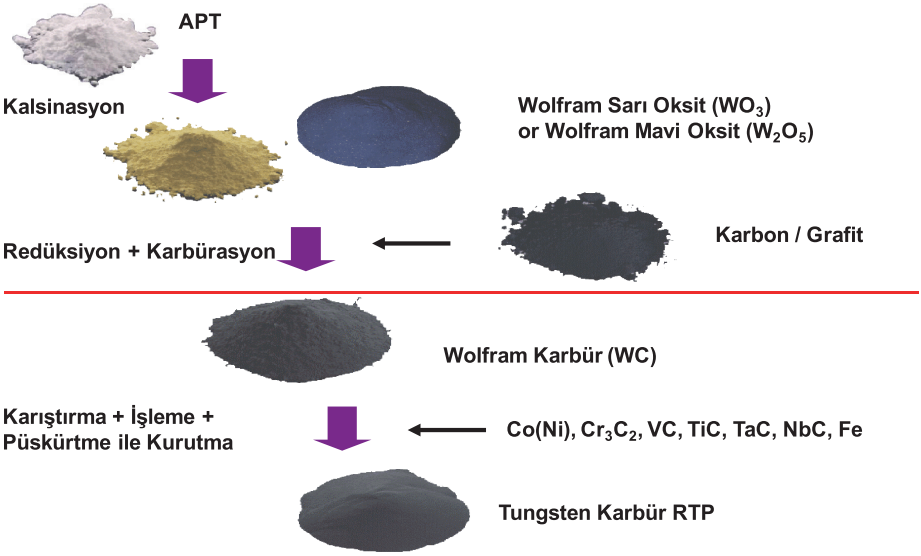
Takımlar komple karbür veya hybrid malzemeden (Karbür+Çelik) yapılır. Çelik/karbür konstrüksiyonunu lehimleyerek, yapıştırarak veya farklı mekanik yöntemler ile sağlanabilir. Tecrübeler, en iyi konstrüksyon çözümlerinin genellikle, uygulama mühendisleri ve karbür imalat mühendisleri arasındaki yakın işbirliğinden kaynaklandığını göstermiştir. Karbürün faydalarından tamamen yararlanacak şekilde tasarımın ayarlanabilmesi mümkün olsa da, bu ilişkileri projenin erken safhasında kurmak son derece avantajlıdır.

Sert Metallerin Kullanım Alanları



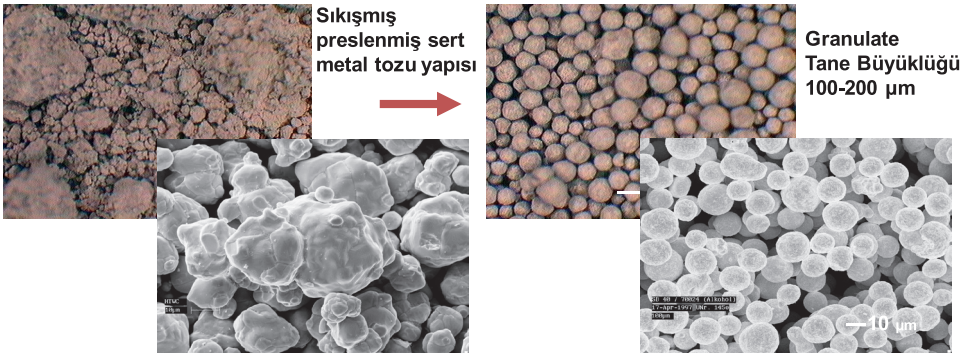
Toz Hazırlama

Madenden gelen APT ham madde bir çok fiziksel ve kimyasal işlemden geçtikten sonra preslenebilir toz (RTP) hale gelmektedir.



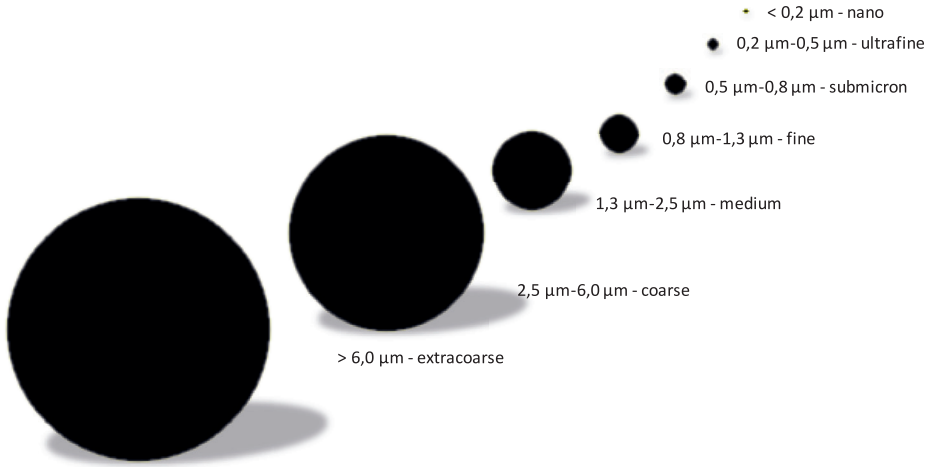
(Üretime Hazır Granül) Üretim Aşamaları

Tungsten Karbür prosesinde öncelik, karbür tozundan Homojen, akıcı ve preslenebilir bir Granül elde etmektir.



Sert Metal Tane Yapısı

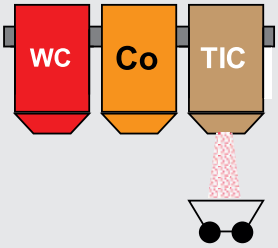
Sert metal toz tanecik yapıları farklı ölçülerde üretilmekte, ürünün fiziksel ve kimyasal açıdan çalışma performansına direkt etki etmektedir. Tanecik yapısı küçüldükçe uç aşınma direnci artar, yapı büyüdükçe süneklik ve buna bağlı olarak kırılma mukavemeti artar.



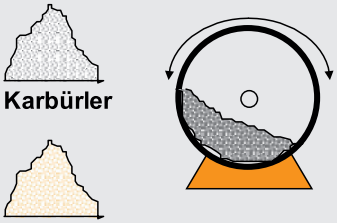
Tungsten Karbür Azdırma Üretim Örneği

Sert Metal Üretim Şeması

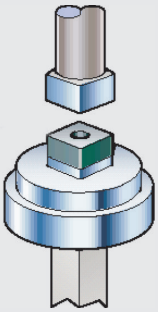
Kullanıma hazır sert metal tozu, fiziksel özelliklerine göre farklı bileşimlere sahip yapılar oluşturmak üzere, parafin ile karıştırılarak preslenmeye hazır hale getirilir. Ortalama cm2'ye 125 kg'lık bir kuvvet ile sıkıştırılan ürünler şekillendirme için ön sinter yada nihai ürün ise direk sinter yapılarak mekanik işlemler ve kaplama yapılarak üretim süreci tamamlanmış olur.



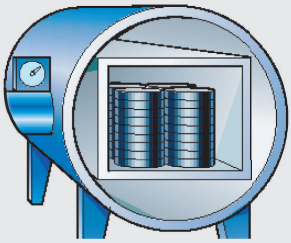
Toz Karışımı



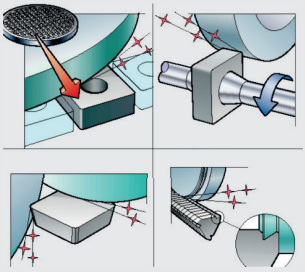
Bağlayıcı Metal



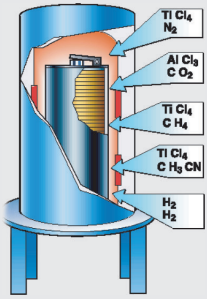
Presleme



Sinterleme

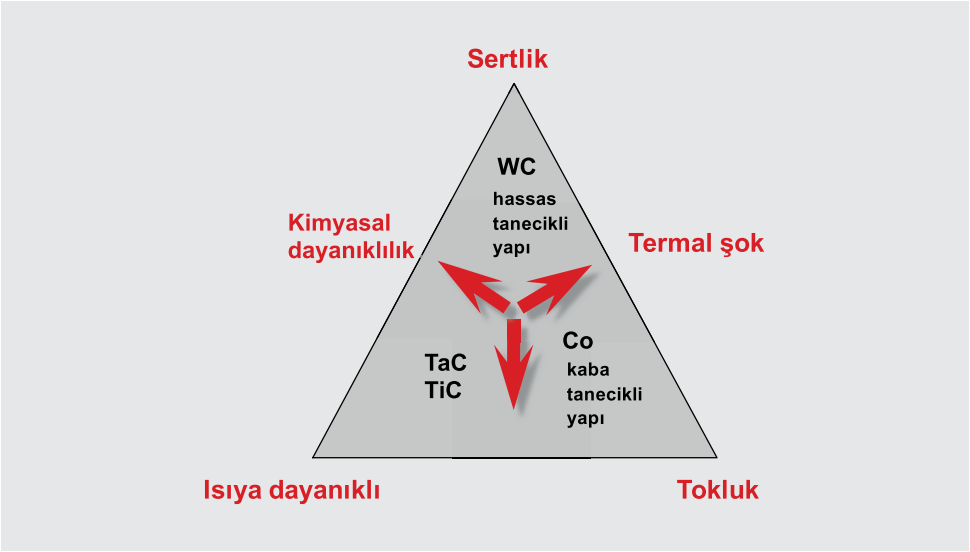


Bileme / Kenar Hazırlama



Kaplama

Sert Metalin Önemli Özellikleri



Sertlik: Karbürün en göze çarpan özelliklerinden biri, malzemeyi son derece güvenilir kılan aşınma direncidir. Fiziksel stres, darbe, deformasyon, yüksek sıcaklık, korozyon ve yüksek basınç, sadece karbürün dayanabildiği zorluklardır.

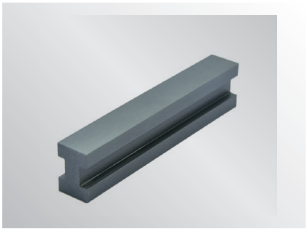
Eğme Mukavemeti: Yükleme esnasında yapıda oluşan gerilmelere ve bükülmeye direnç kabiliyeti olarak adlandırılır ve eğilme testi ile hesap edilir.

Kırılma Tokluğu: Çekme mukavemeti ve şekil verilebilirlik gibi malzemenin mekanik bir özelliğidir, statik ve dinamik yüklerle değerlendirilir. Bu, "tokluk" kavramının ilkesidir. Tokluk, bağlayıcı içeriği ve WC tane boyutu ile ilişkilidir ve bu iki faktör büyüdükçe artar.

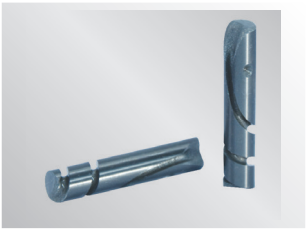
Isı Direnci: Sert metalin yüksek sıcaklık dayanımı, malzemenin karakteristik özelliklerinden biridir ve teknik uygulamalarda tercih sebebidir. Sürekli yük altında çalışabilme kabiliyeti, yüksek eğme dayanımına ilave önemli özellikleridir. Tel erezyonda kesme prosesinde, yüksek basma dayanımı 1.100°C ye kadar çalışma olanağı sağlar.

Termal Şok: Tungsten karbur çok düşük genleşme değerine sahiptir - ferritik ve martensitik çeliğin sadece yarısı değerindedir. Östenitik çelik ile karşılaştırıldığında, oran yaklaşık 1: 3'dür. Alaşımsız çeliklerin ısıl iletkenliği, karbürün değerinin yaklaşık yarısı kadardır. Tungsten karbürün tane boyutu, ısı iletkenliğini düşürmede önemli bir faktördür.

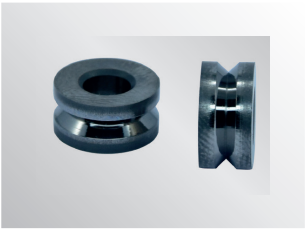
Aşınma Parçaları Uygulama Örnekleri



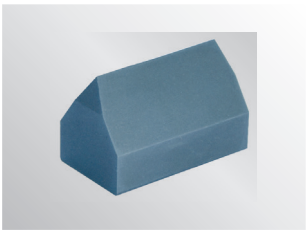
Kırıcı bıçak



Dizgi kılavuzu

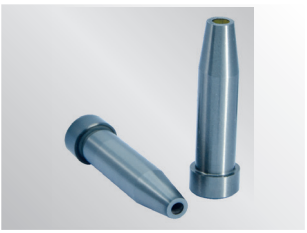


Yönlendirici

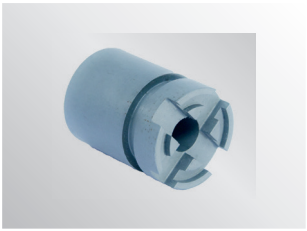


Karbür çekiç

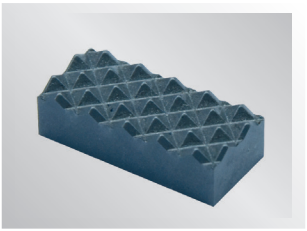
Sert metal sıyırıcı



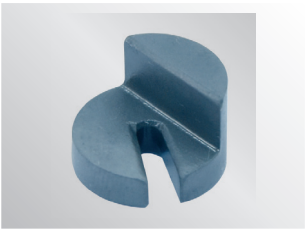
Sert metal nozül



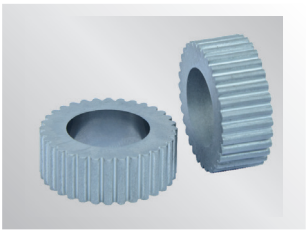
Hisarlı disk



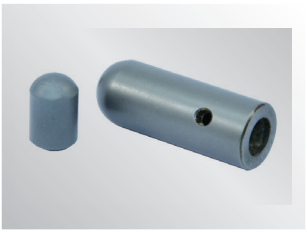
Sondaj ürünü



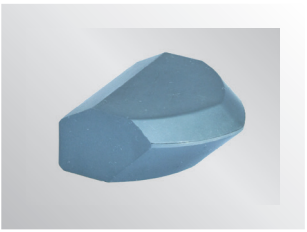
Tel bükme aparatı



Sert metal dişli



Sondaj ucu



Taş kırıcı

Takım Tutucu Sistemleri

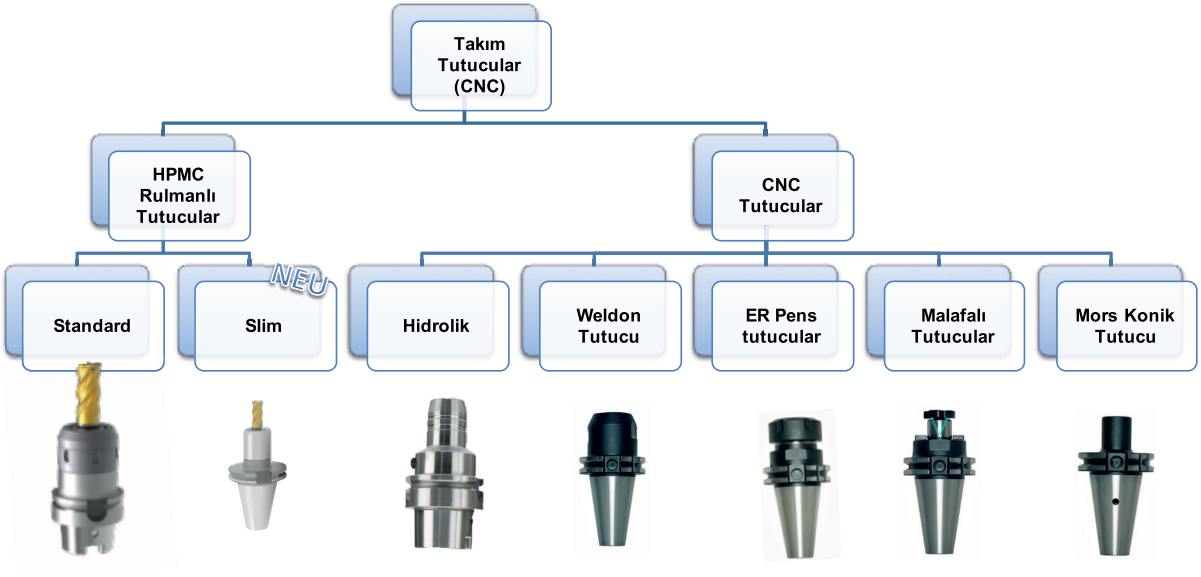
Tutucular

Günümüzde CNC tezgahlar çok yüksek teknolojilere sahip makinelerdir. Gerek motor güçleri gerek tabla ilerlemeleri eskiye göre çok üstün değerlere sahiptir. Kesici takımlar da her geçen gün gelişmektedir. Malzeme teknolojisi geliştikçe, yüksek mekanik özelliklere sahip metaller ve metal olmayan malzemeler üretildikçe kesici takımlarda bu ürünleri işleyebilecek özelliklere ve kaplamalara sahip olmaktadır. Bütün bu ürünlerin gelişmesi, CNC tezgah ile kesici takım arasında bağlama ekipmanı olarak bulunan tutucu takımlarında gelişmesini mecbur kılmaktadır. CNC tezgah seçilirken her türlü özelliği incelenir, markalar arasında kıyaslaması yapılır, fiyat ve performans değerlendirmeleri yapılır. Genelde Türkiye'de tutucu takım seçimi yapılırken alışılmış olan tutucu markalarından, stokta hangi tutucu varsa, fiyat olarak en uygun tutuculardan seçim yapılır. Yapılacak operasyona uygun tutucu seçimi için de aynen tezgah seçimi gibi hassas davranılmalıdır. Yanlış seçim kesici takım sarfiyatınızın artması, tezgâh kabiliyetlerini sınırlı kullanmanız, ölçü değerlerini yakalamakta zorlanma, zaman kaybı, tezgâh ömrünün azalması gibi sizlere maddi kayıplar doğuracaktır. Bu nedenle işinde uzman, kaliteli üretim yapan firmaların ürünleri tercih edilmelidir.

Bu kitapçıkta sizlere tutucu takımlar ile ilgili bilgiler vererek doğru tutucu seçimi yapmanız sağlanmaya çalışılmıştır.

Tutucu tiplerine geçmeden bilinmesi gereken bazı önemli bilgileri yandaki tabloda görebilirsiniz.

Takım Tutucu Çeşitleri



biz boehlerit

Tutucu Konikleri

Tutucu koniklerinin farklılıkları tezgahların tutucuyu bağlama sistemlerine, özelliklerine ve üretildikleri ülkelere göredir.

Aşağıda en basitten en iyi sisteme doğru tutucu konikleri sıralanmıştır.

BT SK HSK CAPTO

BT ve SK tutucuların çift temaslı olanları (hem konik hem alın temaslı) üretilmiştir. Ancak bunlar yine de HSK tutucuların üstünlüğüne sahip değildir. Capto sistem (poligonal shaft) tutucular üstün özelliklere sahip olmasına rağmen genellikle hem tornalama hem de frezeleme özelliklerine sahip tezgahlarda tercih edilir.

Tutucu Tipleri

Tutucuların kesiciyi bağlama özelliklerine göre basitten en iyi sisteme doğru sıralanması aşağıda verilmiştir.

Tutucu sistemi olarak salgı değeri balansızlık, tork değeri, güvenli bağlama, ölçüsel uygunluk, otomasyona uygunluk gibi kriterler göz önüne alındığında en optimum şartları sağlayan tutucu shrink tutucu sistemleridir.

Tutucu Çeşitleri

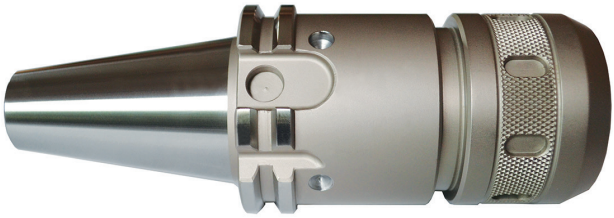
Tür	Shrink	Hidrolik	Rulmanlı	Weldon	Pens	Mandren
Salgı	0,003 mm	0,003 mm	0,005 mm	0,008 mm	0,010 mm	0,015 mm
Dönme Kuvveti	*****	**	*****	****	***	**
Rijitlik	*****	**	****	***	**	*
Geometri	*****	***	*	***	**	*
Sönümleme	*	*****	***	**	****	****
Hassasiyet	*****	***	**	**	***	*
Bakım	*****	**	***	****	**	**
Sızdırmazlık	*****	****	***	**	*	*
Esneklik	Hayır	Evet	Evet	Hayır	Evet	Evet
Fiyat	****	**	**	*****	*****	**
Destek Ekipmanı	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır

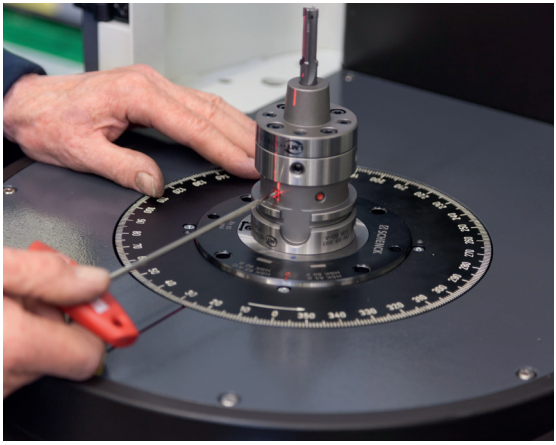
biz
boehlerit

Balans

Balansın kelime anlamı DENGE dir. Tutucu sistemlerde, tutucunun eksenine göre bütün çevrede ağırlığın eşit olması istenilir. Burada bahsedilen değerler gram cinsindendir. Bu değer çok düşük olduğu için tam olarak sıfırlamak çok zordur. Bu nedenle tutucu takımlarda minimum balanssızlık aranılır. Bu konunun ne kadar önemli olduğuna dair basit bir örnek araçların tekerleklerine yapılan balans işlemidir. Ağırlığı dengelemek için değişik ağırlıklarda kurşun plakalar çakılır. Bu sayede araç yolda giderken tekerleklerin dönüşü vibrasyonsuz olacak ve araç yolda güvenle gidebilecektir. Eğer tekerlek balansı alınmaz ise vibrasyon nedeniyle direksiyon titremesi oluşacak, konforlu ve güvenli bir sürüş sağlanamayacaktır.

Tutuculardа balansın alınması için bir balans makinasına ihtiyaç vardır. Balans makinası tutucu üreten her firmada olmalıdır. Ancak her kullanıcıda olmasına gerek yoktur, çünkü gerek tutucuyu üreten firmalar gerekse kesiciyi üreten firmalar balanslı bir ürün yapmak zorundadır. Yani kullanıcı balansı alınmış ürünler kullanmalıdır. Balans 2 türlü alınır. Birinci yöntem ağırlık ekleyerek, ikinci yöntem ağırlık boşaltarak. Genellikle ağırlık boşaltma yöntemi ile balans alma tercih edilir. Tutucu üzerindeki boşaltmalar genellikle balans boşaltmalarıdır.





Ağırlık Ekleyerek Balans Alma

Çektirme Civatası (PULLSTUD)

Tezgah türlerine, tezgahın üretildiği kıtaya, kullandığı tutucu tipine ve soğutma sıvısı kullanılıp kullanılmadığına göre pek çok çektirme civatası çeşidi vardır.

Çektirme civatasının yanlış ölçülerde seçilmesi, yanlış malzemeden ve uygun olmayan sertlikte üretilmesi çok büyük sorunlara sebep olabilir.

Çektirme civataları kullanım yoğunluğuna bağlı olarak 2-3 yıl ara ile değiştirilmelidir.

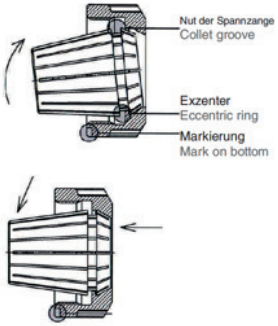
Civataların açı değerleri çok önemldir. Tezgahın içinde bulunan çekme pensi ile aynı açıya sahip olmalıdır.

Çektirme Civatasının Fazla Sıkılması

Çektirme civatalarını fazla sıkmadan sadece boşluğunu alarak sıkmanız yeterli olacaktır. Eğer fazla bir kuvvetle sıkılırsa tutucuda şişmeler olacak, konik bozulacak ve bu da tezgahın içine tam oturmasını engelleyecektir. Sonuç itibarıyla salgı meydana gelecektir. 40 konik tutucu için pullstud sıkma kuvveti max 40 Nm dir.

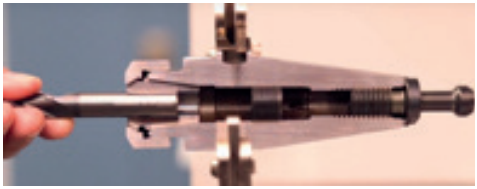
Pens Kullanımında Dikkat Edilmesi Gerekenler

Pens başlığı kullanımında pensi kapağa takarken, kapak içindeki eksantrik boşaltmaya dikkat edilmelidir. Pens bu eksantrik yönünde takılmalıdır. Pens kapağa takılmadan yuva içine konulmamalıdır.



Pensin içine kesiciyi takarken en az taşlanmış kısım kadar kesici pensin içine girmelidir.
Daha kısa bağlamak pense zarar verir.

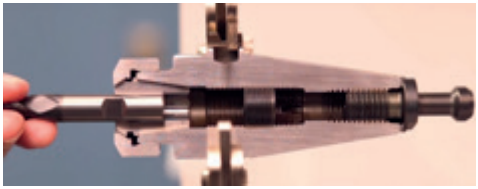
Doğru



Yanlış

Kesicide veldon kanalı düzlüğü ya da diğer boşaltmalar pens içinde kalacak şekilde ayarlanmalıdır. Pensin ön tarafında veya arka tarafında uç kısıma yakın olursa pensin bozulmasına ve kırılmasına sebep olabilir.

Doğru



Yanlış

Pens içindeki dayama civatası ile kesicinin boyunu ayarlayabiliriz. Ayrıca matkap operasyonlarında kesicinin arkasına dayama civatası dayanırsa hızlı ilerlemelerde kesicinin geri kayması önlenmiş olur.

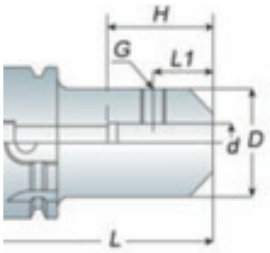
Veldon Yerine Neden Bilyalı Tutucu?

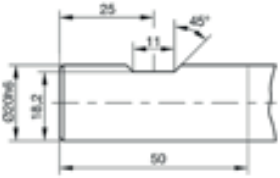
• Bilyalılar kesiciyi merkeze doğru toplayarak sıkar. Veldon, civatanın bastırdığı yönde kesiciyi sıkar.

• Bilyalı tutucu pensler yardımıyla değişik çaplar sıkabilir. Veldon ise tek çap sıkar.

• Bilyalılarda kapağın titreşimle gevşemesi söz konusu değildir. Veldonlarda sıkma civatası titreşim ile gevşeyebilir.

• Bilyalılarda silindirik olan ve şaft toleransı uygun olan her kesici sıkılabilir. Veldonda ise şaft toleransı uygun olan ve şaftında düzlük olan kesiciler sıkılabilir.





Ø20 H4 Delik Toleransı: 0 / +6
Ø20 h6 Mil Toleransı : 0 / -13
İkisi de maksimumda olduğunda 0,019 mm'lik bir boşluk oluşmaktadır.
Eğer delik toleransı H6 olursa bu değer 0,026 mm olmaktadır.

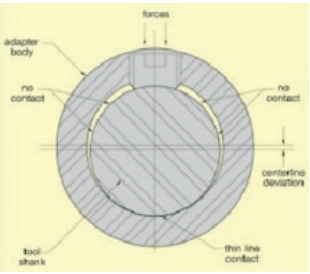
Veldon'un Avantajları:

- Civatanın sıkma etkisi nedeniyle yüksek radyal döndürme kuvvetine karşı koruma
- Gövde kalınlığı nedeniyle rijitlik

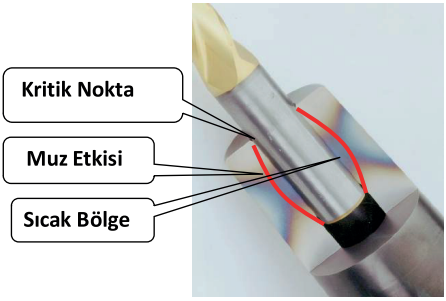
Veldon'un Dezavantajları:

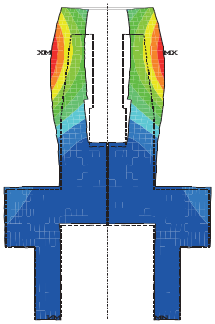
- Salgı değeri yüksek
- Tolerans farklarından dolayı kesici ile tutucu arasında tam yüzey teması yok
- Boy ayarı yapmak zor
- Değişken balans

Bilyalı tutucu veldon tutucuya göre daha salgısız, daha güvenli ve maksimum verimli bağlama sağlar. Kaba operasyonlarınız için mükemmel çözümdür.



Shrink Makinası ve Tutucular





Shrink makinaları indüksiyon yöntemi ile tutucunun ısınmasını sağlar. Makinanın ısıttığı bölge genelde tutucunun uç kısmından biraz daha alttadır, ısı buradan yayılarak hem uç tarafa hem de alt tarafa yayılır.

Tutucunun iç çapı ısı etkisiyle genleşirken en çok genleşme orta kısımda olur. Uç ve alt kısımda bu genleşme az miktardadır. Hatta en uçta başlangıçta genleşme o kadar azdır ki kesici buradan içeri giremez. Kırmızı yay ile gösterilen aslında bu genleşmedir.

Counterbore sayesinde fazla ısıtmaya gerek kalmadan birkaç saniye önce kesiciyi tutucu içine takabiliyoruz. Böylece hem tutucu ömrü uzun oluyor, hem de operatör çıplak el ile bile kesiciyi tutup çıkarabilmektedir. İş güvenliği açısından çok önemli bir uygulamadır.

Shrink Tutucular

• Minimum salgı. Shrink tutucuların salgısı her zaman 3 mikron ve altındadır. Bu sayede kesicileriniz salgısız dönerek her kesici ağzın temas etmesi sağlanacak ve maksimum kesici ömrü alacaksınız. Ayrıca vibrasyon en alt seviyede olacağından hem parça yüzeyi iyi olacak hem de spindle rulmanlarının ömrü uzun olacaktır.

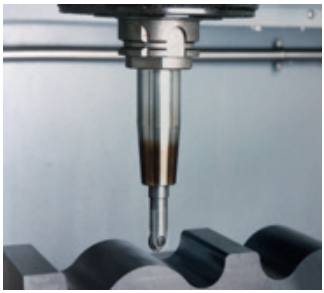
• Operatörden bağımsız güvenli sıkma. Kesicinin tutucuya takılma işlemi ısı ile olmaktadır. Tutucu soğuduğunda maksimum sıkma torku ile sıkar. Çapa göre tork değişir. Ortalama bir pens başlığının 2-3 katı kadar fazla bir tork ile sıkma olur. Bu sayede tutucunun kesiciyi salması gibi bir durum ile karşılaşmazsınız. Ayrıca operatörün pens başlığını sıkarken çok mu sıktı, az mı sıktı gibi durumları shrink tutucuda olmayacaktır. Operatörden bağımsız bir sıkma gerçekleşir.

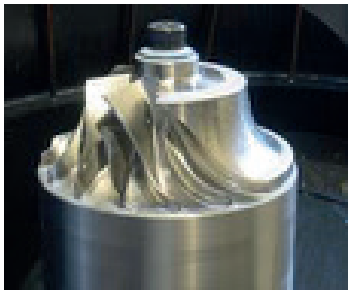
• Optimum dış ölçüler. Shrink tutucuların dış ölçüleri olabilecek en dar ölçülerdedir ve geriye doğru konik gider. Bu sayede parçaya en yakın ölçülerde işleme yapabilirsiniz. Diğer tutucular kadar kalın değildir. Tutucuyu tezgaha çarptırma gibi sorunlar minimuma iner.

• Hızlı çözüm. Shrink tutucular uç uca eklenerek uzatılabilinir. Derin bir havuz geldiğinde ya da formlu bir yüzey, kısa bir sürede uzun tutucunuz hazır. Diğer tutucularda standart dışındaki boyların yeniden üretilmesi gerekir.

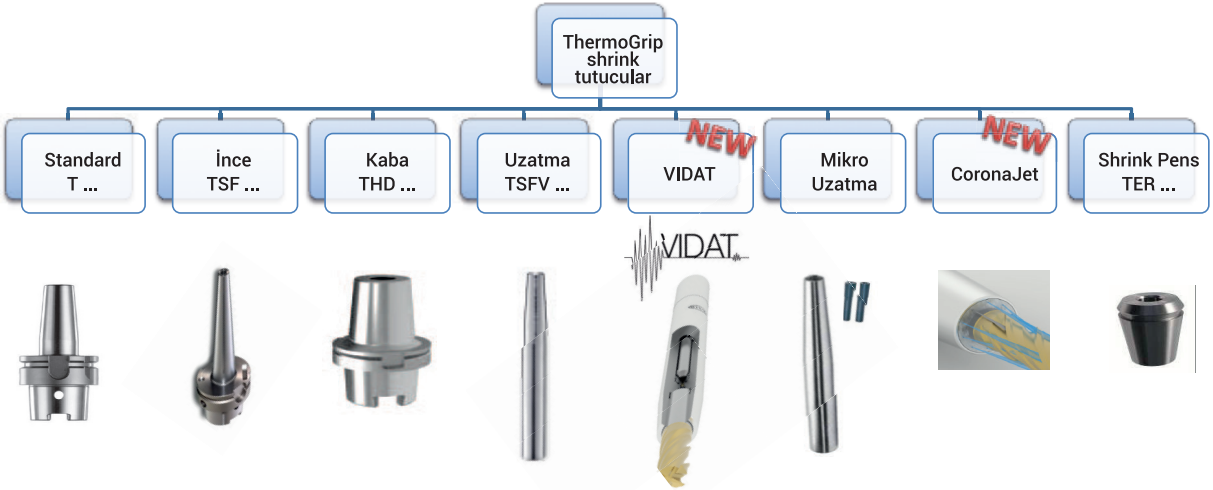
• En iyi balanssızlık. Diğer standart tutucularda kapak, civata gibi ekipmanlar her sıkma sökmede balansı değiştirir. Ancak shrink tutucularda alabileceğiniz en minimum balanssızlığı alırsınız. Bu da kesici ve tezgah ömrünü uzatır.

• Karlılık. Shrink tutucular diğer performanslı tutuculara göre daha ekonomiktir. Sağladığı bütün faydalar ile kesici sarfiyatlarınız azalacak, takım ömürleri uzayacaktır. Ayrıca iş kalitenizde de gözle görülür bir artış olacaktır.





Shrink Tutucuları



biz boehlerit

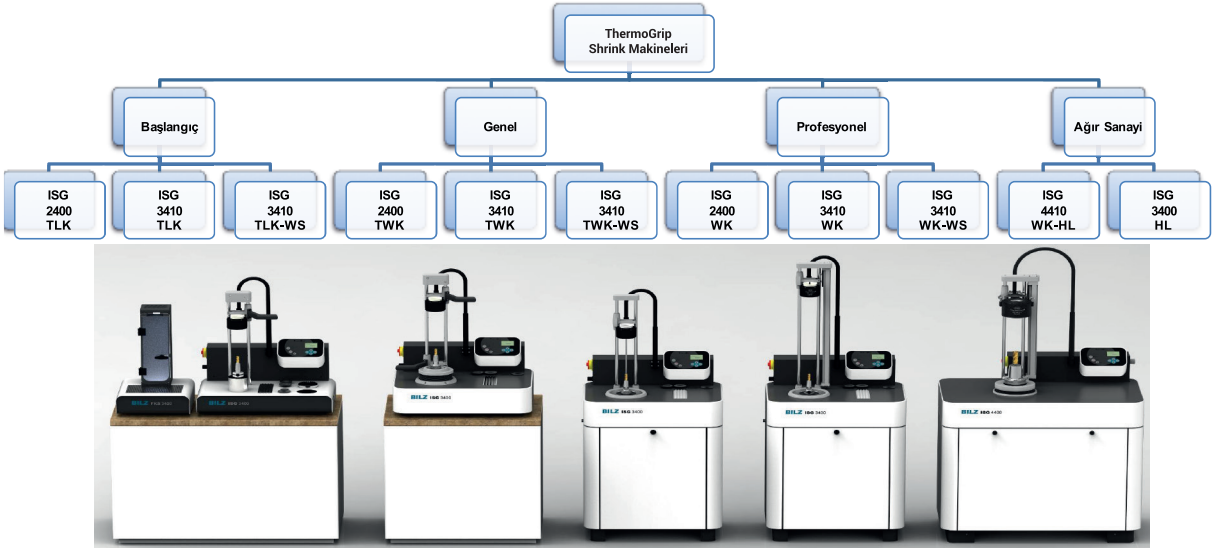
Shrink Makineleri

Shrink tutucuların kontrollü ve güvenli bir şekilde sıkma sökme işlemlerini yapması için shrink makinalarına ihtiyaç vardır. Bu makinalar tutucunun ince cidar, normal cidar ya da olması durumlarında, tutucu çapının da kısıtlamaları dikkate alınarak gerektiği kadar ısı ile en kısa sürede ısıtılması sağlanır.

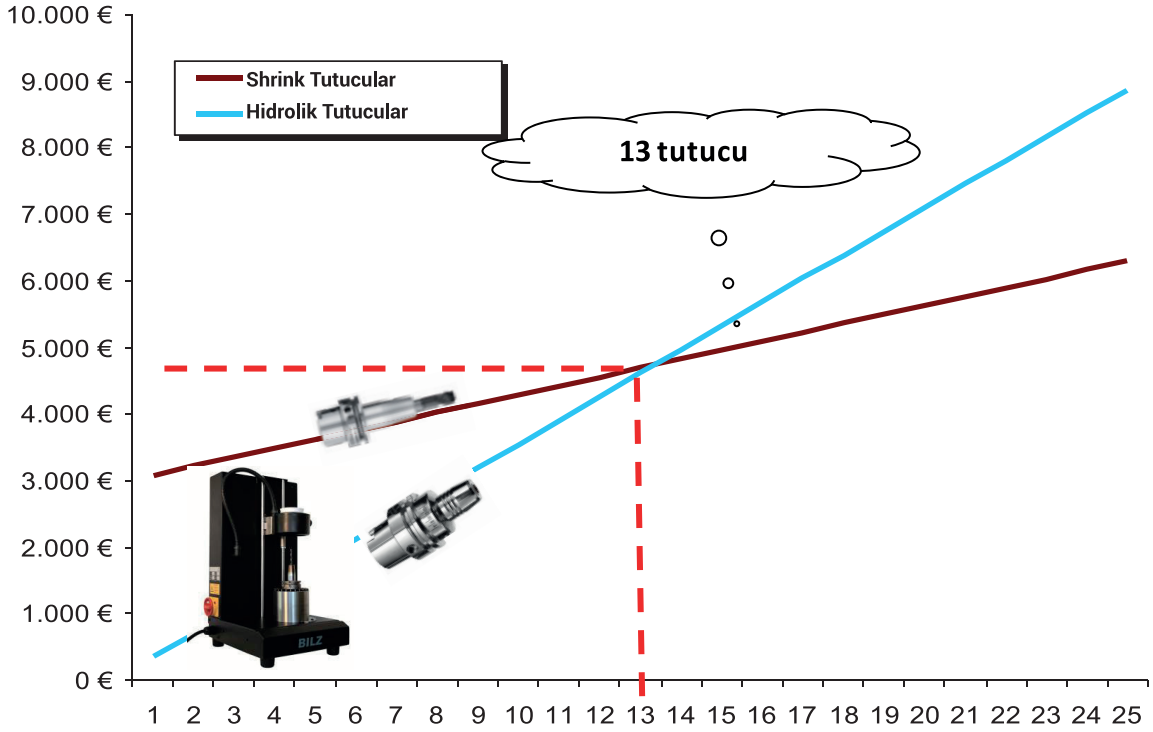
Bu tür makinalarda aranan özellikler,

- Operatöre bağımlılığın az olması
- Ürün tipine göre kontrollü ısıtma
- İş güvenliği açısından son derece güvenli olması
- Yurtiçi servis imkanları
- Kullanım kolaylığı
- Hem ısıtma, hem soğutma işlemlerinin aynı yerde yapılabilmesi
- Soğutmanın hızlı olması

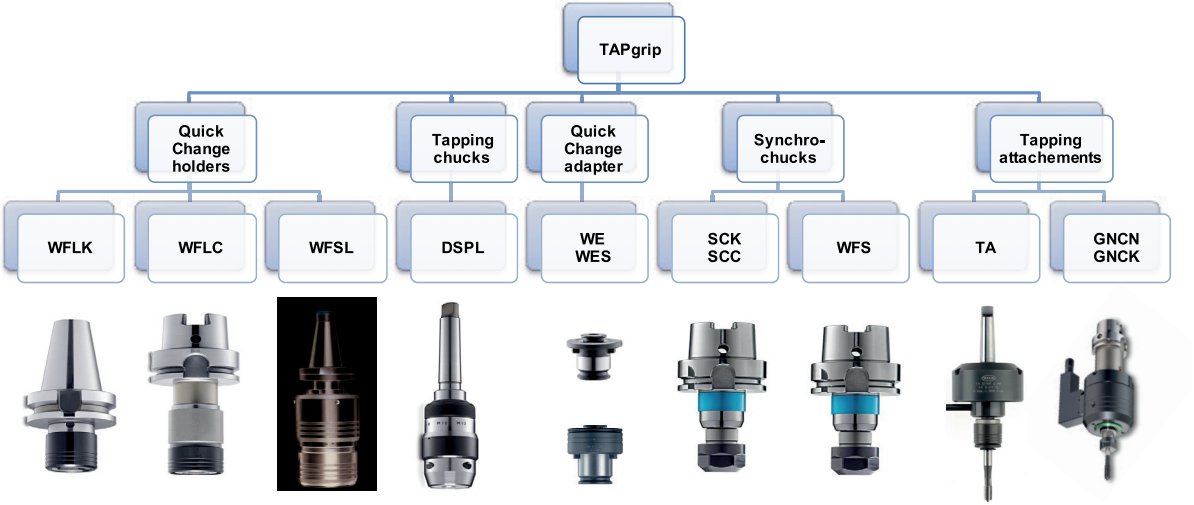
Shrink Makinaları



Shrink Tutucu – Hidrolik Tutucu Yatırım Karşılaştırması



Klavuz Çekme Tutucu ve Adaptörleri



biz boehlerit

boehlerit

Teknik Bölüm

Talaş Kaldırma Uygulamasında Kullanılan Birimler ve Formüller

Ölçüler ve birimler

a_p = Kesme derinliği mm

a_e = Kesme genişliği mm

l = Kesme genişliği mm

h_m = Ortalama talaş kalınlığı mm

v_c = Kesme hızı m/dak

f_z = Diş başına ilerleme mm

d_1 = Takım dış çapı

d_e = Efektif takım çapı mm

d = Uç çapı mm

z = Freze ağız sayısı

k = Giriş açısı

φ_s = Yanaşma açısı

Uygulama formülleri

Devir [dev/dak]

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \cdot d_e}$$

İlerleme hızı v_f [mm/dak]

$$v_f = f_z \cdot n \cdot z$$

Devir başına ilerleme f [mm/U]

$$f = \frac{v_f}{n}$$

Diş başına ilerleme f_z [mm/z]

$$f_z = hm \times \sqrt{\frac{d_e}{a_e}}$$

Geçerli aralık değeri $\frac{a_e}{} < 0,3$

%30'a kadar veya $\varphi = 60°$

Giriş açısı k	Diş başına ilerleme f_z
90°	f_z
45°	$f_z \cdot 1,414$
30°	$f_z \cdot 2$

aksi halde $f_z = \frac{h_m \times \pi \times d_e \times \varphi_s}{360 \times a_e \times \sin(k)}$

Ortalama talaş kalınlığı h_m[mm]

$$h_m = f_z \times \frac{a_e}{d_e}$$

Geçerli aralık değeri $\frac{a_e}{d_e} < 0,3$

%30'a kadar veya $\varphi = 60°$

aksi halde $h_m = \frac{360 \times f_z \times a_e \times \sin(k)}{\pi \cdot d_e \varphi_s}$

Talaş hacmi Q [cm³/dak]

$$Q = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{1000}$$

Efektif takım çapı [mm]

$$d_e = d_1 - d + 2 \quad a_p \sqrt{(d - a_p)}$$

Devir n (dak⁻¹): $n = \frac{v_c \cdot 1000}{\cdot d_1}$

Kesme hızı v_c (m/dak): $v_c = \frac{n. d_1}{1000}$

v_c = Kesme hızı (m/dak)
n = Devir (dak⁻¹) (min⁻¹)
d_1 = Takım dış çapı (mm)
v_f = İlerleme değeri (mm/dak)
f_z = Diş başına ilerleme (mm)
P_e = Sürücü gücü
z_{eff} = Efektif diş sayısı
Q = Talaş hacmi (cm³/dak)
a_e = Kesme genişliği (mm)
a_p = Kesme derinliği (mm)
LF = Etkinlik faktör (cm³/dak/kW)

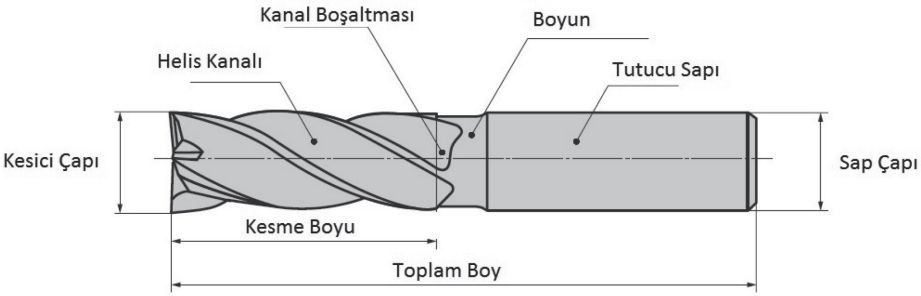
İlerleme değeri
V_f (mm/dak): $v_f = f_z \cdot z_{eff} \cdot n$

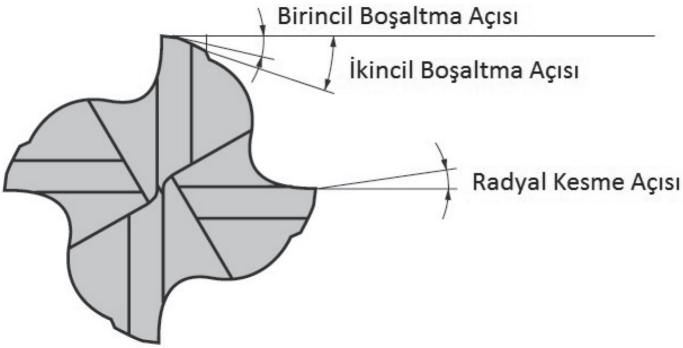
Diş başı ilerleme f_z (mm): $f_z = \frac{v_f}{z_{eff} \cdot n}$

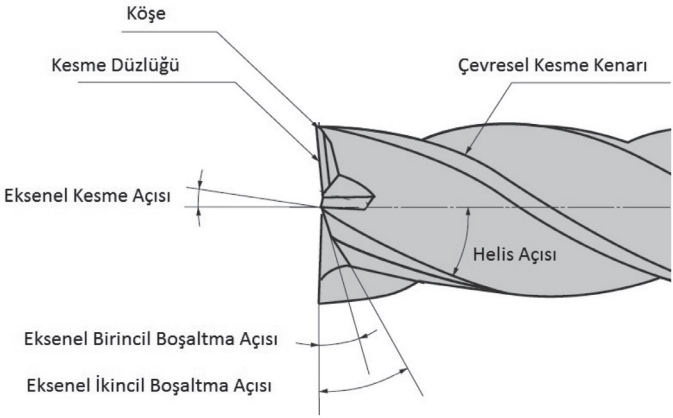
Talaş değeri (cm³/min): $Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000}$

Sürücü gücü P_e (kW): $P_e = \frac{Q}{LF}$

Parmak Freze Terminolojisi

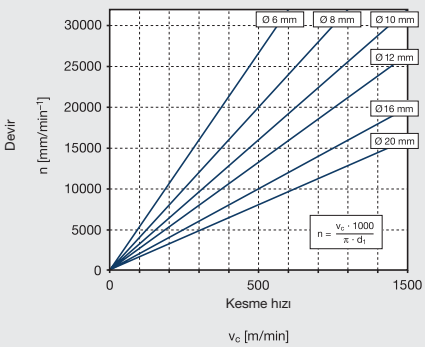


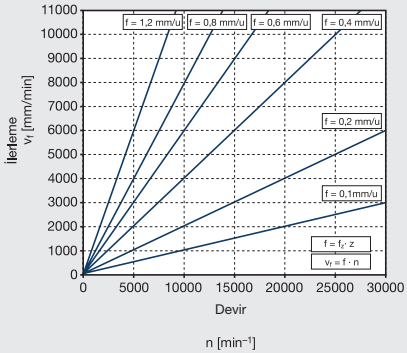




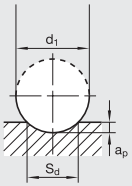
Pratik Kesme Değerleri Tabloları

Tablolar aşağıdaki koşularda geçerlidir
$a_p \geq 0{,}5 \cdot d_1$
$a_p \geq 0{,}5 \cdot d_4$
Aşağıdaki tabloya bakınız





Küresel frezeler



Kesme derinliği aşağıdaki gibi olan küresel frezeler

$a_p < 0{,}5 \cdot d_1$

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{d_1 \cdot a_p - a_p^2}} \quad [\text{min}^{-1}]$$

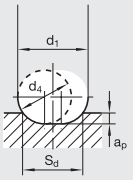
a_p = Kesme derinliği [mm]

S_d = Kesme derinlik-Ø [mm]

d_1 = Freze-Ø [mm]

$S_d = 2 \cdot \sqrt{d_1 \cdot a_p - a_p^2}$

Köşe radyüslü frezeler



Kesme derinliği aşağıdaki gibi olan köşe radüslü frezeler

$a_p < 0{,}5 \cdot d_4$

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{(d_1 - d_4 + 2 \cdot \sqrt{d_4 \cdot a_p - a_p^2}) \cdot \pi} \quad [\text{min}^{-1}]$$

$d_4 = 2 \cdot$ Köşe radüs [mm]

$S_d = d_1 - d_4 + 2 \cdot \sqrt{d_4 \cdot a_p - a_p^2}$

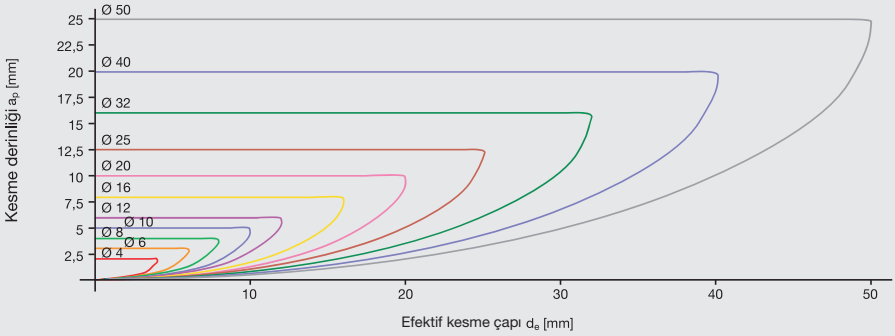
z = Ağız sayısı

f_z = Diş başı ilerleme [mm]

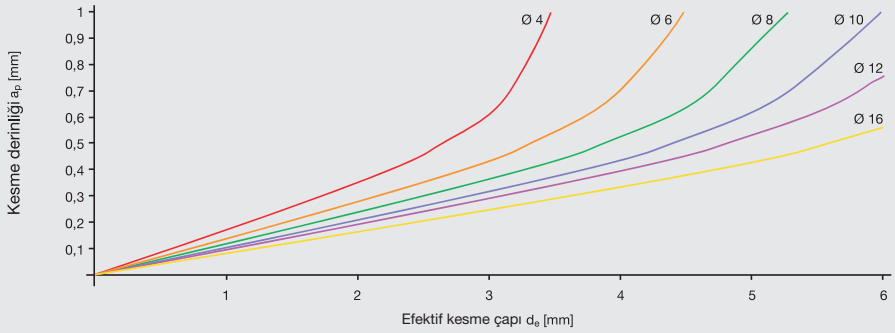
f = Devir başı ilerleme [mm/u]

Pratik Kesme Değerleri Tabloları

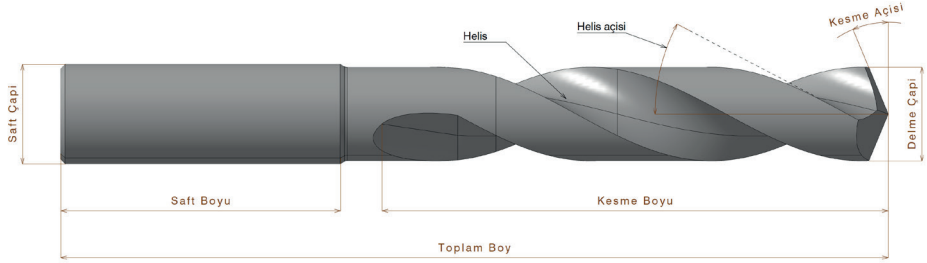
Küresel frezeler

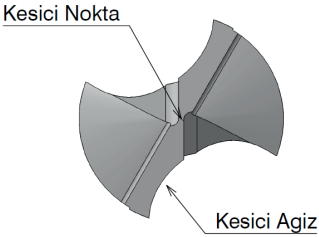


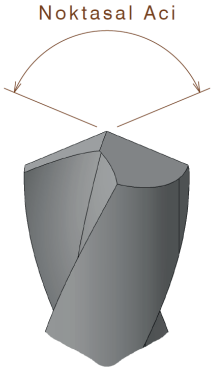
Küresel frezeler (büyütülmüş)



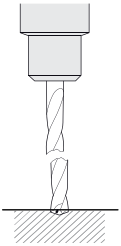
Matkap Terminolojisi



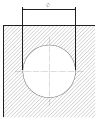




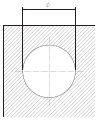
Teknik Bilgiler



Matkap Kırılması
• Aşırı miktarda aşınma > Zamanında takım değişimi
• Talaş birikmesi > kanal uzunluğu ve delik derinliği kontrol edilmeli-farklı özellikli matkap kullanılmalı
• Matkap ön delme sırasında saptı > Kısa matkap kullanın düz olmayan eğimli yüzey Merkezleyin pilot delik delin
• İş parçası rijit bağlı değil > Bağlantıyı kontrol edin



Delik çok büyük
• Merkez aşınması fazla, eşit olmayan aşınma > Zamanında takım değişimi
• Matkap ön delme sırasında saptı > Merkezleyin
• Tutucuda yada tezgah milinde salgı > Hidrolik kompanzeli yada shrink tutucu kullanın
• İş parçası rijit bağlı değil > Bağlantıyı kontrol edin



Delik çok dar
• Silindirik yüzey ayada köşe aşınması fazla > Zamanında takım değişimi
• Delik yuvarlak değil > Kesme hızı düşürülür

Delik çıkışında çapak
• Kesici kenar köşesinde çok fazla aşınma > Zamanında takım değişimi

Kesme hızı Vc aşağıdakileri etkiler:
• Takım ömrü
• Güç tüketimi

Çok yüksek kesme hızı Vc
•Serbest yüzey aşınması artar
•Plastik deformasyon etkisi hızlanır
•Delik kalitesi bozulur
•Tolerans dışı ölçüm

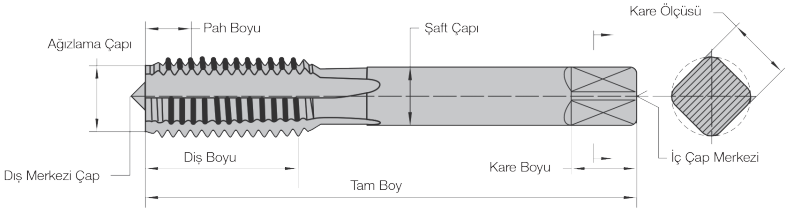
Çok düşük kesme hızı Vc
• Talaş yığılması
• Kötü talaş akışı
• Zaman kaybı

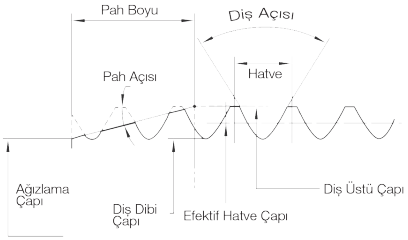
İlerleme hızı fn aşağıdakileri etkiler:
• Talaş oluşumu
• Güç tüketimi
• İlerleme kuvveti
• Matkap yüzeyinde termal ve mekanik gerilim

Yüksek ilerleme hızı:
• Daha sert talaş kırma
• Zaman kazancı

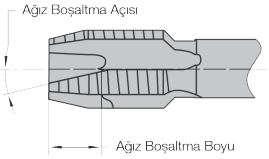
Düşük ilerleme hızı:
• Uzun, ince talaş
• Düzgün yüzey kalitesi
• Hızlı takım aşınması
• Zaman kaybı

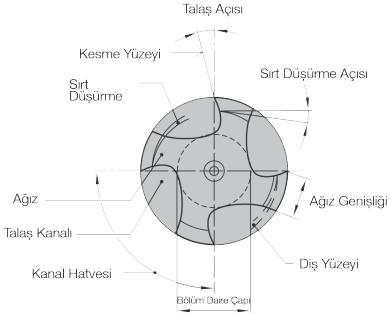
Kılavuz Terminolojisi



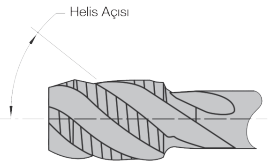


Açık delik uygulamaları için eğik ağızlama

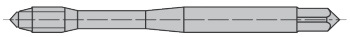
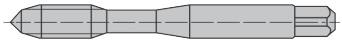
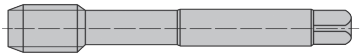




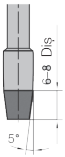
Kör delik uygulamaları için helisel kanal



Kılavuz Şaft Terminolojisi

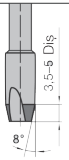
Ön	Arka	Ø	DIN Normu		Şaft Formu
		1–6	371	352 2181	
		2–6	374	376	
		6 + 10	371		
		8 + 10	374	376	
		>10 ≤7	374 352	376 2181	

Kılavuz Pah Formları



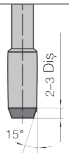
Form A

Açık delik uygulamaları için uzun pah, 6 - 8 diş



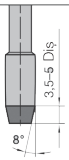
Form B

Açık delik uygulamaları için orta pah, 3,5 - 5 diş



Form C

Kör delik uygulamaları için kısa pah, 2 - 3 diş

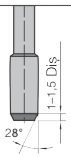


Form D

Kör ve açık delik uygulamalarında uzun salgı değeri, orta pah 3,5 - 5 diş

Form E

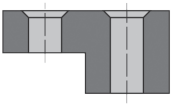
Kör ve açık delik uygulamalarında kısa salgı değeri, kısa pah, 1,5 - 2 diş



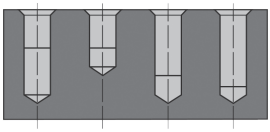
Form F

Kör delik uygulamaları için çok kısa pah, 1 - 1,5 diş

Açık Delik



Kör Delik



ISO Metrik İnce Vidalar İçin Somun Ölçüleri

Tolerans 4H, 5H (ince), 6H (orta), 7H (kaba)

Vida anma ölçüsü	Adım	Dış üstü Çapı min.	Yan Çap					Diş dibi Çapı					Diş dibi (Matkap) Çapı (6H için)
			min.	max.				min.	max.				
		4H, 5H, 6H, 7H	4H, 5H, 6H, 7H	4H	5H	6H	7H	4H, 5H, 6H, 7H	4H	5H	6H	7H	
M 2	0,25	2,000	1,838	1,886				1,729	1,774				1,750
M 2,2	0,25	2,200	2,038	2,086				1,929	1,974				1,950
M 2,5	0,35	2,500	2,273	2,326		2,358		2,121	2,184		2,221		2,150
M 3	0,35	3,000	2,773	2,829				2,621	2,684				2,650
M 3,5	0,35	3,500	3,273	3,329				3,121	3,184				3,150
M 4	0,35	4,000	3,773	3,829				3,621	3,684				3,650
M 4	0,50	4,000	3,675		3,755	3,775	3,800	3,459		3,571	3,599	3,639	3,500
M 4,5	0,50	4,500	4,175		4,255	4,275	4,300	3,959		4,071	4,099	4,139	4,000
M 5	0,50	5,000	4,675		4,755	4,775	4,800	4,459		4,571	4,599	4,639	4,500
M 5,5	0,50	5,500	5,175		5,255	5,275	5,300	4,959		5,071	5,099	5,139	5,000
M 6	0,50	6,000	5,675		5,765	5,787		5,459		5,571	5,599		5,500
M 6	0,75	6,000	5,513		5,619	5,645	5,683	5,188		5,338	5,378	5,424	5,200
M 7	0,75	7,000	6,513		6,619	6,645	6,683	6,188		6,338	6,378	6,424	6,200
M 8	0,50	8,000	7,675		7,765	7,787		7,459		7,571	7,599		7,500
M 8	0,75	8,000	7,513		7,619	7,645	7,683	7,188		7,338	7,378	7,424	7,200
M 8	1,00	8,000	7,350		7,468	7,500	7,540	6,917		7,107	7,153	7,217	7,000
M 9	0,75	9,000	8,513		8,619	8,645	8,683	8,188		8,338	8,378	8,424	8,200
M 9	1,00	9,000	8,350		8,468	8,500	8,540	7,917		8,107	8,153	8,217	8,000
M 10	0,50	10,000	9,675		9,765	9,787		9,459		9,571	9,599		9,500
M 10	0,75	10,000	9,513		9,619	9,645	9,683	9,188		9,338	9,378	9,424	9,200
M 10	1,00	10,000	9,350		9,468	9,500	9,540	8,917		9,107	9,153	9,217	9,000
M 10	1,25	10,000	9,188		9,313	9,348	9,388	8,647		8,859	8,912	8,982	8,800
M 11	0,75	11,000	10,513		10,619	10,645	10,683	10,188		10,338	10,378	10,424	10,200
M 11	1,00	11,000	10,350		10,468	10,500	10,540	9,917		10,107	10,153	10,217	10,000
M 12	0,75	12,000	11,513		11,625	11,653	11,693	11,188		11,338	11,378	11,424	11,200
M 12	1,00	12,000	11,350		11,475	11,510	11,550	10,917		11,107	11,153	11,217	11,000
M 12	1,25	12,000	11,188		11,328	11,368	11,412	10,647		10,859	10,912	10,982	10,800
M 12	1,50	12,000	11,026		11,176	11,216	11,262	10,376		10,612	10,676	10,751	10,500
M 13	1,00	13,000	12,350		12,475	12,510	12,550	11,917		12,107	12,153	12,217	12,000
M 14	1,00	14,000	13,350		13,475	13,510	13,550	12,917		13,107	13,153	13,217	13,000
M 14	1,25	14,000	13,188		13,328	13,368	13,412	12,647		12,859	12,912	12,982	12,800
M 14	1,50	14,000	13,026		13,176	13,216	13,262	12,376		12,612	12,676	12,751	12,500
M 15	1,00	15,000	14,350		14,475	14,510	14,550	13,917		14,107	14,153	14,217	14,000
M 15	1,50	15,000	14,026		14,176	14,216	14,262	13,376		13,376	13,676	13,751	13,500
M 16	1,00	16,000	15,350		15,475	15,510	15,550	14,917		15,107	15,153	15,217	15,000
M 16	1,50	16,000	15,026		15,176	15,216	15,262	14,376		14,612	14,676	14,751	14,500
M 17	1,00	17,000	16,350		16,475	16,510	16,550	15,917		16,107	16,153	16,217	16,000
M 17	1,50	17,000	16,026		16,176	16,216	16,262	15,376		15,612	15,676	15,751	15,500
M 18	1,00	18,000	17,350		17,475	17,510	17,550	16,917		17,107	17,153	17,217	17,000
M 18	1,50	18,000	17,026		17,176	17,216	17,262	16,376		16,612	16,676	16,751	16,500
M 18	2,00	18,000	16,701		16,871	16,913	16,966	15,835		16,135	16,210	16,310	16,000
M 20	1,00	20,000	19,350		19,475	19,510	19,550	18,917		19,107	19,153	19,217	19,000
M 20	1,50	20,000	19,026		19,176	19,216	19,262	18,376		18,612	18,676	18,751	18,500
M 20	2,00	20,000	18,701		18,871	18,913	18,966	17,835		18,135	18,210	18,310	18,000
M 22	1,00	22,000	21,350		21,475	21,510	21,550	20,917		21,107	21,153	21,217	21,000
M 22	1,50	22,000	21,026		21,176	21,216	21,262	20,376		20,612	20,676	20,751	20,500
M 22	2,00	22,000	20,701		20,871	20,913	20,966	19,835		20,135	20,210	20,310	20,000
M 24	1,00	24,000	23,350		23,482	23,520	23,562	22,917		23,107	23,153	23,217	23,000
M 24	1,50	24,000	23,026		23,186	23,226	23,276	22,376		22,612	22,676	22,751	22,500
M 24	2,00	24,000	22,701		22,881	22,925	22,981	21,835		22,135	22,210	22,310	22,000
M 25	1,00	25,000	24,350		24,482	24,520	24,562	23,917		24,107	24,153	24,217	24,000
M 25	1,50	25,000	24,026		24,186	24,226	24,276	23,376		23,612	23,676	23,751	23,500
M 25	2,00	25,000	23,701		23,881	23,925	23,981	22,835		23,135	23,210	23,310	23,000
M 26	1,50	26,000	25,026		25,186	25,226	25,276	24,376		24,612	24,676	24,751	24,500
M 27	1,00	27,000	26,350		26,482	26,520	26,562	25,917		26,107	26,153	26,217	26,000
M 27	1,50	27,000	26,026		26,186	26,226	26 276	25 376		25,612	25,676	25,751	25,500

Ölçüler mm'dir.

ISO Metrik İnce Vidalar İçin Somun Ölçüleri

Tolerans 4H, 5H (ince), 6H (orta), 7H (kaba)

Vida anma ölçüsü	Adım	Dış üstü Çapı min.	Yan Çap					Diş dibi Çapı					Diş dibi (Matkap) Çapı (6H için)
			min.		max.			min.		max.			
		4H, 5H, 6H, 7H	4H, 5H, 6H, 7H	4H	5H	6H	7H	4H, 5H, 6H, 7H	4H	5H	6H	7H	
M 27	2,0	27,000	25,701		25,881	25,925	25,981	24,835		25,135	25,210	25,310	25,0
M28	1,0	28,000	27,350		27,482	27,520	27,562	26,917		27,107	27,153	27,217	27,0
M 28	1,5	28,000	27,026		27,186	27,226	27,276	26,376		26,612	26,676	26,751	26,5
M 28	2,0	28,000	26,701		26,881	26,925	26,981	25,835		26,135	26,210	26,310	26,0
M 30	1,0	30,000	29,350		29,482	29,520	29,562	28,917		29,107	29,153	29,217	29,0
M 30	1,5	30,000	29,026		29,186	29,226	29,276	28,376		28,612	28,676	28,751	28,5
M 30	2,0	30,000	28,701		28,881	28,925	28,981	27,835		28,135	28,210	28,310	28,0
M 30	3,0	30,000	28,051		28,263	28,316	28,386	26,752		27,152	27,252	27,382	27,0
M 32	1,5	32,000	31,026		31,186	31,226	31,276	30,376		30,612	30,676	30,751	30,5
M 32	2,0	32,000	30,701		30,881	30,925	30,981	29,835		30,135	30,210	30,310	30,0
M33	1,5	33,000	32,026		32,186	32,226	32,276	31,376		31,612	31,676	31,751	31,5
M 33	2,0	33,000	31,701		31,881	31,925	31,981	30,835		31,135	31,210	31,310	31,0
M33	3,0	33,000	31,051		31,263	31,316	31,386	29,752		30,152	30,252	30,382	30,0
M35	1,5	35,000	34,026		34,186	34,226	34,276	33,376		33,612	33,676	33,751	33,5
M 36	1,5	36,000	35,026		35,186	35,226	35,276	34,376		34,612	34,676	34,751	34,5
M36	2,0	36,000	34,701		34,881	34,925	34,981	33,835		34,135	34,210	34,310	34,0
M36	3,0	36,000	34,051		34,263	34,316	34,386	32,752		33,152	33,252	33,382	33,0
M38	1,5	38,000	37,026		37,186	37,226	37,276	36,376		36,612	36,676	36,751	36,5
M 39	1,5	39,000	38,026		38,186	38,226	38,276	37,376		37,612	37,676	37,751	37,5
M 39	2,0	39,000	37,701		37,881	37,925	37,981	36,835		37,135	37,210	37,310	37,0
M 39	3,0	39,000	37,051		37,263	37,316	37,386	35,752		36,152	36,252	36,382	36,0
M 40	1,5	40,000	39,026		39,186	39,226	39,276	38,376		38,612	38,676	38,751	38,5
M 40	2,0	40,000	38,701		38,881	38,925	38,981	37,835		38,135	38,210	38,310	38,0
M 40	3,0	40,000	38,051		38,263	38,316	38,386	36,752		37,152	37,252	37,382	37,0
M 42	1,5	42,000	41,026		41,186	41,226	41,276	40,376		40,612	40,676	40,751	40,5
M 42	2,0	42,000	40,701		40,881	40,925	40,981	39,835		40,135	40,210	40,310	40,0
M 42	3,0	42,000	40,051		40,263	40,316	40,386	38,752		39,152	39,252	39,382	39,0
M 42	4,0	42,000	39,402		39,638	39,702	39,777	37,670		38,145	38,270	38,420	38,0
M44	1,5	44,000	43,026		43,186	43,226	43,276	42,376		42,612	42,676	42,751	42,5
M 45	1,5	45,000	44,026		44,186	44,226	44,276	43,376		43,612	43,676	43,751	43,5
M 45	2,0	45,000	43,701		43,881	43,925	43,981	42,835		43,135	43,210	43,310	43,0
M 45	3,0	45,000	43,051		43,263	43,316	43,386	41,752		42,152	43,252	42,382	42,0
M 48	1,5	48,000	47,026		47,196	47,238	47,291	46,376		46,612	46,676	46,751	46,5
M 48	2,0	48,000	46,701		46,891	46,935	47,001	45,835		46,135	46,210	46,310	46,0
M 48	3,0	48,000	46,051		46,275	46,331	46,406	44,752		45,152	45,252	45,382	45,0
M 50	1,5	50,000	49,026		49,196	49,238	49,291	48,376		48,612	48,676	48,751	48,5
M 50	2,0	50,000	48,701		48,891	48,937	49,001	47,835		48,135	48,210	48,310	48,0
M 50	3,0	50,000	48,051		48,275	48,331	48,406	46,752		47,152	47,252	47,382	47,0
M 52	1,5	52,000	51,026		51,196	51,238	51,291	50,376		50,612	50,676	50,751	50,5
M 52	2,0	52,000	50,701		50,891	50,937	51,001	49,835		50,135	50,210	50,310	50,0
M 52	3,0	52,000	50,051		50,275	50,331	50,406	48,752		49,152	49,252	49,382	49,0
M 55	1,5	55,000	54,196		54,196	54,238	54,291	53,376		53,612	53,676	53,751	53,5
M 55	2,0	55,000	53,701		53,891	53,937	54,001	52,835		53,135	53,210	53,310	53,0
M 55	3,0	55,000	53,051		53,275	53,331	53,406	51,752		52,152	52,252	52,382	52,0
M56	1,5	56,000	55,026		55,196	55,238	55,291	54,376		54,612	54,676	54,751	54,5
M 56	2,0	56,000	54,701		54,891	54,937	55,001	53,835		54,135	54,210	54,310	54,0
M 56	3,0	56,000	54,051		54,275	54,331	54,406	52,752		53,152	53,252	53,382	53,0
M 58	1,5	58,000	57,026		57,196	57,238	57,291	56,376		56,612	56,676	56,751	56,5
M 58	2,0	58,000	56,701		56,891	56,937	57,001	55,835		56,135	56,210	56,310	56,0
M 58	3,0	58,000	56,051		56,275	56,331	56,406	54,752		55,152	55,252	55,382	55,0
M 60	1,5	60,000	59,026		59,196	59,238	59,291	58,376		58,612	58,676	58,751	58,5
M 60	2,0	60,000	58,701		58,891	58,937	59,001	57,835		58,135	58,210	58,310	58,0
M 60	3,0	60,000	58,051		58,275	58,331	58,106	56,752		57,152	57,252	57,382	57,0

Ölçüler mm'dir.

ISO Metrik Normal Vidalar İçin Somun Ölçüleri

Tolerans 4H, 5H (ince), 6H (orta), 7H (kaba)

Vida anma ölçüsü	Adım	Dış üstü Çapı min.	Yan Çap					Diş dibi Çapı					Diş dibi (Matkap) Çapı (6H için)
			min.	max.				min.	max.				
		4H, 5H, 6H, 7H	4H, 5H, 6H, 7H	4H	5H	6H	7H	4H, 5H, 6H, 7H	4H	5H	6H	7H	
M 1	0,25	1,00	0,838	0,883	0,894	-	-	0,729	0,774	0,785	-	-	0,75
M 1,1	0,25	1,10	0,938	0,983	0,994	-	-	0,829	0,874	0,885	-	-	0,85
M 1,2	0,25	1,20	1,038	1,083	1,094	-	-	0,929	0,974	0,985	-	-	0,95
M 1,4	0,30	1,40	1,205	1,253	1,265	-	-	1,075	1,128	1,142	-	-	1,10
M 1,6	0,35	1,60	1,373	1,426	1,440	1,458	-	1,221	1,284	1,301	1,321	-	1,25
M 1,8	0,35	1,80	1,573	1,626	1,640	1,658	-	1,421	1,484	1,501	1,521	-	1,45
M 2	0,40	2,00	1,740	-	1,811	1,830	-	1,567	-	1,657	1,679	-	1,60
M 2,2	0,45	2,20	1,908	-	1,983	2,003	-	1,713	-	1,813	1,838	-	1,75
M 2,5	0,45	2,50	2,208	-	2,283	2,303	-	2,013	-	2,113	2,138	-	2,05
M 3	0,50	3,00	2,675	-	2,755	2,775	2,800	2,459	-	2,571	2,599	2,639	2,50
M 3,5	0,60	3,50	3,110	-	3,200	3,222	3,250	2,85	-	2,975	3,010	3,050	2,90
M 4	0,70	4,00	3,545	-	3,640	3,663	3,695	3,242	-	3,382	3,422	3,466	3,30
M 4,5	0,75	4,50	4,013	-	4,108	4,131	4,163	3,688	-	3,838	3,878	3,924	3,70
M 5	0,80	5,00	4,480	-	4,580	4,605	4,640	4,134	-	4,294	4,334	4,384	4,20
M 6	1,00	6,00	5,350	-	5,468	5,500	5,540	4,917	-	5 107	5 153	5,217	5,00
M 7	1,00	7,00	6,350	-	6,468	6,500	6,540	5,917	-	6 107	6 153	6,217	6,00
M 8	1,25	8,00	7,188	-	7,313	7,348	7,388	6,647	-	6,859	6,912	6,982	6,80
M 9	1,25	9,00	8,188	-	8,313	8,348	8,388	7,647	-	7,859	7,912	7,982	7,80
M10	1,50	10,00	9,026	-	9,166	9,206	9,250	8,376	-	8,612	8,676	8,751	8,50
M11	1,50	11,00	10,026	-	10,166	10,206	10,250	9,376	-	9,612	9,676	9,751	9,50
M 12	1,75	12,00	10,863	-	11,023	11,063	11,113	10,106	-	10,371	10,441	10,531	10,20
M14	2,00	14,00	12,701	-	12,871	12,913	12,966	11,835	-	12,135	12,21	12,31	12,00
M16	2,00	16,00	14,701	-	14,871	14,913	14,966	13,835	-	14,135	14,21	14,31	14,00
M 18	2,50	18,00	16,376	-	16,556	16,600	16,656	15,294	-	15,649	15,744	15,854	15,50
M 20	2,50	20,00	18,376	-	18,556	18,600	18,656	17,294	-	17,649	17,744	17,854	17,50
M 22	2,50	22,00	20,376	-	20,556	20,600	20,656	19,294	-	19,649	19,744	19,854	19,50
M 24	3,00	24,00	22,051	-	22,263	22,316	22,386	20,752	-	21,152	21,252	21,382	21,00
M27	3,00	27,00	25,051	-	25,263	25,316	25,386	23,752	-	24,152	24,252	24,382	24,00
M30	3,50	30,00	27,727	-	27,951	28,007	28,082	26,211	-	26,661	26,771	26,921	26,50
M 33	3,50	33,00	30,727	-	30,951	31,007	31,082	29,211	-	29,661	29,771	29,921	29,50
M 36	4,00	36,00	33,402	-	33,638	33,702	33,777	31,67	-	32,145	32,270	32,420	32,00
M39	4,00	39,00	36,402	-	36,638	36,702	36,777	34,67	-	35,145	35,270	35,420	35,00
M 42	4,50	42,00	39,077	-	39,327	39,392	39,477	37,129	-	37,659	37,799	37,979	37,50
M 45	4,50	45,00	42,077	-	42,327	42,392	42,477	40,129	-	40 659	40,799	40,979	40,50
M48	5,00	48,00	44,752	-	45,017	45,087	45,177	42,587	-	43,147	43,297	43,487	43,00
M52	5,00	52,00	48,752	-	49,017	49,087	49,177	46,587	-	47,147	47,297	47,487	47,00
M 56	5,50	56,00	52,428	-	52,708	52,783	52,878	50,046	-	50,646	50,796	50,996	50,50
M 60	5,50	60,00	56,428	-	56,708	56,783	56,878	54,046	-	54,646	54,796	54,996	54,50
M64	6,00	64,00	60,103	-	60,403	60,478	60,578	57,505	-	58,135	58,305	58,505	58,00
M 68	6,00	68,00	64 103	-	64,403	60,478	60,578	61,505	-	62,135	62,305	62,505	62,00

Ölçüler mm'dir.

ISO Metrik Vidalar İçin Matkap Çapları ve Öz Çap Ölçüleri

Normal Vidalar

Somun (dişi) vida				Matkap Çapı
Vida anma ölçüsü	Tolerans sahası	Öz Çap		
		max.	min.	
M 1	5H	0,785	0,729	0,75
M 1,1		0,885	0,829	0,85
M 1,2		0,985	0,929	0,95
M 1,4	6H	1,160	1,075	1,10
M 1,6		1,321	1,221	1,25
M 1,8		1,521	1,421	1,45
M 2		1,679	1,567	1,60
M 2,2		1,838	1,713	1,75
M 2,5		2,138	2,013	2,05
M 3		2,599	2,459	2,50
M 3,5		3,010	2,850	2,90
M 4		3,422	3,242	3,30
M 4,5		3,878	3,688	3,70
M 5		4,334	4,134	4,20
M 6		5,153	4,917	5,00
M 7		6,153	5,917	6,00
M 8		6,912	6,647	6,80
M 9		7,912	7,647	7,80
M 10		8,676	8,376	8,50
M 11		9,676	9,376	9,50
M 12		10,441	10,106	10,20
M 14		12,210	11,835	12,00
M 16		14,210	13,835	14,00
M 18		15,744	15,294	15,50
M 20		17,744	17 294	17,50
M 22		19,744	19,294	19,50
M 24		21,252	20,752	21,00
M 27		24,252	23,752	24,00
M 30		26,771	26,211	26,50
M 33		29,771	29,211	29,50
M 36		32,270	31,670	32,00
M 39		35,270	34,670	35,00
M 42		37,799	37,129	37,50
M 45		40,799	40,129	40,50
M 48		43,297	42,587	43,00
M 52		47,297	46,587	47,00
M 56		50,796	50,046	50,50

Ölçüler mm'dir.

ISO Metrik Vidalar İçin Matkap Çapları ve Öz Çap Ölçüleri

İnce Vidalar

Somun (dişi) vida				Matkap Çapı
Vida anma ölçüsü	Tolerans sahası	Öz Çap		
		max.	min.	
M 1 x0,2	4H	0,821	0,783	0,80
M 1,1x0,2		0,921	0,883	0,90
M 1,2x0,2		1,021	0,983	1,00
M 1,4x0,2	4H	1,221	1,183	1,20
M 1,4x0,25	5H	1,185	1,129	1,15
M 1,6x0,2	4H	1,421	1,383	1,40
M 1,8x0,2	4H	1,621	1,583	1,60
M2 x0,25	4H/5H	1,785	1,729	1,75
M 2,2x0,25		1,985	1,929	1,95
M 2,5x0,35	4H/5H	2,201	2,121	2,15
M3 x0,35	6H	2,721	2,621	2,65
M 3 5x0 35		3,221	3,121	3,15
M 4 x0,5		3,599	3,459	3,50
M 4,5x0,5		4,099	3,959	4,00
M 5 x0,5		4,599	4,459	4,50
M 5,5x0,5		5,099	4,959	5,00
M 6 x0,75		5,378	5,188	5,20
M 7 x0,75		6,378	6,188	6,20
M 8 x0,75		7,378	7,188	7,20
M 8 x1		7,153	6,917	7,00
M 9 x0,75		8,378	8,188	8,20
M 9 x1		8,153	7,917	8,00
M 10 x0,75		9,378	9,188	9,20
M 10 x1		9,153	8,917	9,00
M10 x1 25		8,912	8,647	8,80
M 11 X 0,75		10,378	10,188	10,20
M 11 X 1		10,153	9,917	10,00
M 12x 1		11,153	10,917	11,00
M 12x 1,25		10,912	10,647	10,80
M 12x 1,5		10,676	10,376	10,50
M 14x 1		13,153	12,917	13,00
M 14 X 1,25		12,912	12,647	12,80
M 14x 1,5		12,676	12,376	12,50
M 15x 1		14,153	13,917	14,00
M 15x 1,5		13,676	13,376	13,50
M16x1		15,153	14,917	15,00
M 16x 1,5		14,676	14,376	14,50
M 17x 1		16,153	15,917	16,00
M 17x 1,5		15,676	15,376	15,50
M 18x 1		17,153	16,917	17,00
M 18x 1,5		16,676	16,376	16,50
M 18x 2		16,210	15,835	16,00
M 20x 1		19,153	18,917	19,00
M 20 X 1,5		18,676	18,376	18,50
M 20x2		18,210	17,835	18,00
M 22x 1		21,153	20,917	21,00
M 22x 1,5		20,676	20,376	20,50
M 22x2		20,210	19,835	20,00
M 24x 1		23,153	22,917	23,00
M 24 X 1,5		22,676	22,376	22,50
M 24x2		22,210	21,835	22,00
M 25x 1		24,153	23,917	24,00
M 25 x 1,5		23,676	23,376	23,50
M 25x2		23,210	22,835	23,00
M 26x 1,5		24,676	24,376	24,50
M 27x 1		26,153	25,917	26,00
M 27 x 1,5		25,676	25,376	25,50
M 27x2		25,210	24,835	25,00
M 28x 1		27,153	26,917	27,00
M 28 x 1,5		26,676	26,376	26,50
M 28x 2		26,210	25,835	26,00
M 30x 1		29,153	28,917	29,00
M 30x 1,5		28,676	28,376	28,50

Somun (dişi) vida				Matkap Çapı
Vida anma ölçüsü	Tolerans sahası	Öz Çap		
		max.	min.	
M 30x2	6H	28,210	27,835	28,00
M 30x3		27,252	26,752	27,00
M 32 x 1,5		30,676	30,376	30,50
M 32x 2		30,210	29,835	30,00
M 33x 1,5		31,676	31,376	31,50
M 33x2		31,210	30,835	31,00
M 33x3		30,252	29,752	30,00
M 35 x 1,5		33,676	33,376	33,50
M 36 x 1,5		34,676	34,376	34,50
M 36x 2		34,210	33,835	34,00
M 36x 3		33,252	32,752	33,00
M 38 x 1,5		36,676	36,376	36,50
M 39 x 1,5		37,676	37,376	37,50
M 39x 2		37,210	36,835	37,00
M 39x 3		36,252	35,752	36,00
M 40 x 1,5		38,676	38,376	38,50
M 40x2		38,210	37,835	38,00
M 40x3		37,252	36,752	37,00
M 42 x 1,5		40,676	40,376	40,50
M 42x 2		40,210	39,835	40,00
M 42x 3		39,252	38,752	39,00
M 42x4		38,270	37,670	38,00
M 45x 1,5		43,676	43,376	43,50
M 45x2		43,210	42,835	43,00
M 45x3		42,252	41,752	42,00
M 45x 4		41,270	40,67C	41,00
M 48 X 1,5		46,676	46,376	46,50
M 48x2		46,210	45,835	46,00
M 48x3		45,252	44,752	45,00
M 48x4		44,270	43,670	44,00
M 50 X 1,5		48,676	48,376	48,50
M 50x 2		48,210	47,835	48,00
M 50x 3		47,252	46,752	47,00
M 52 X 1,5		50,676	50,376	50,50
M 52x2		50,210	49,835	50,00
M 52x3		49,252	48,752	49,00
M 52x4		48,270	47,670	48,00

Ölçüler mm'dir.

ISO Metrik Normal Vidalar İçin Civata Ölçüleri

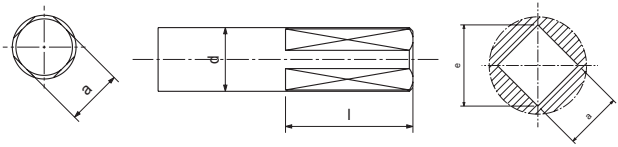
Tolerans 4h,(ince), 6g (orta), 8g (kaba)

Vida anma ölçüsü	Adım	4h						6 g (M1 - M 1,4 = 6h)						8 g					
		Dış üstü Çapı		Yan Çap		Diş dibi Çapı		Dış üstü Çapı		Yan Çap		Diş dibi Çapı		Dış üstü Çapı		Yan Çap		Diş dibi Çapı	
		max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
M 1	0,25	1,000	0,958	0,838	0,804	0,693	0,641	1,000	0,933	0,838	0,785	0,693	0,622						
M 1,1	0,25	1,100	1,058	0,938	0,904	0,693	0,741	1,100	1,033	0,938	0,885	0,793	0,722						
M 1,2	0,25	1,200	1,158	1,038	1,004	0,893	0,841	1,200	1,133	1,038	0,985	0,893	0,822						
M 1,4	0,30	1,400	1,352	1,205	1,169	1,032	0,974	1,400	1,325	1,205	1,149	1,032	0,954						
M 1,6	0,35	1,600	1,547	1,373	1,333	1,170	1,105	1,581	1,496	1,354	1,291	1,151	1,063						
M 1,8	0,35	1,800	1,747	1,573	1,533	1,371	1,306	1,781	1,696	1,554	1,491	1,351	1,263						
M 2	0,40	2,000	1,940	1,740	1,698	1,509	1,438	1,981	1,886	1,721	1,654	1,490	1,394						
M 2,2	0,45	2,200	2,137	1,908	1,863	1,648	1,571	2,180	2,080	1,888	1,817	1,628	1,525						
M 2,5	0,45	2,500	2,437	2,208	2,163	1,948	1,871	2,480	2,380	2,188	2,117	1,928	1,825						
M 3	0,50	3,000	2,933	2,675	2,627	2,387	2,303	2,980	2,874	2,655	2,580	2,367	2,256						
M 3,5	0,60	3,500	3,420	3,110	3,057	2,764	2,668	3,479	3,354	3,089	3,004	2,743	2,615						
M 4	0,70	4,000	3,910	3,545	3,489	3,141	3,035	3,978	3,838	3,523	3,433	3,119	2,979						
M 4,5	0,75	4,500	4,410	4,013	3,957	3,580	3,470	4,478	4,338	3,991	3,901	3,558	3,414						
M 5	0,80	5,000	4,905	4,480	4,420	4,019	3,901	4,976	4,826	4,456	4,361	3,995	3,842	4,976	4,740	4,456	4,306	3,995	3,787
M 6	1,00	6,000	5,888	5,350	5,279	4,773	4,630	5,974	5,794	5,324	5,212	4,747	4,563	5,974	5,694	5,324	5,144	4,747	4,495
M 7	1,00	7,000	6,888	6,350	6,279	5,773	5,630	6,974	6,794	6,324	6,212	5,747	5,563	6,974	6,694	6,324	6,144	5,747	5,495
M 8	1,25	8,000	7,868	7,188	7,113	6,466	6,301	7,972	7,760	7,160	7,042	6,438	6,230	7,972	7,637	7,160	6,970	6,438	6,158
M 9	1,25	9,000	8,868	8,188	8,113	7,466	7,301	8,972	8,760	8,160	8,042	7,438	7,230	8,972	8,637	8,160	7,970	7,438	7,158
M 10	1,50	10,000	9,850	9,026	8,941	8,160	7,967	9,968	9,732	8,994	8,862	8,128	7,888	9,968	9,593	8,994	8,782	8,128	7,808
M11	1,50	11,000	10,850	10,026	9,941	9,160	8,967	10,968	10,732	9,994	9,862	9,128	8,888	10,968	10,593	9,994	9,782	9,128	8,808
M 12	1,75	12,000	11,830	10,863	10,768	9,853	9,632	11,966	11,701	10,829	10,679	9,819	9,543	11,966	11,541	10,829	10,593	9,819	9,457
M 14	2,00	14,000	13,820	12,701	12,601	11,546	11,302	13,962	12,682	12,663	12,503	11,508	11,204	13,962	13,512	12,663	12,413	11,508	11,114
M 16	2,00	16,000	15,820	14,701	14,601	13,546	13,302	15,962	15,682	14,663	14,503	13,508	13,204	15,962	15,512	14,663	14,413	13,508	13,114
M 18	2,50	18,000	17,788	16,376	16,270	14,933	14,647	17,958	17,623	16,334	16,164	14,891	14,541	17,958	17,428	16,334	16,069	14,891	14,446
M20	2,50	20,000	19,788	18,376	18,270	16,933	16,647	19,958	19,623	18,334	18,164	16,891	16,541	19,958	19,428	18,334	18,069	16,891	16,446
M 22	2,50	22,000	21,788	20,376	20,270	18,933	18,647	21,958	21,623	20,334	20,164	18,819	18,541	21,958	21,428	20,334	20,069	18,891	18,446
M 24	3,00	24,000	23,764	22,051	21,926	20,319	19,978	23,952	23,577	22,003	21,803	20,271	19,855	23,952	23,352	22,003	21,688	20,271	19,740
M 27	3,00	27,000	26,764	25,051	24,926	23,319	22,978	26,952	26,577	25,003	24,803	23,271	22,855	26,952	26,352	25,003	24,688	23,271	22,740
M 30	3,50	30,000	29,735	27,727	27,595	25,706	25,322	29,947	29,522	27,674	27,462	25,653	25,189	29,947	29,277	27,674	27,339	25,653	25,066
M33	3,50	33,000	32,735	30,727	30,595	28,706	28,322	32,947	32,522	30,674	30,462	28,653	28,189	32,947	32,277	30,674	30,339	28,653	28,066
M36	4,00	36,000	35,700	33,402	33,262	31,093	30,665	35,940	35,465	33,342	33,118	31,033	30,521	35,940	35,190	33,342	32,987	31,033	30,390
M 39	4,00	39,000	38,700	36,402	36,262	34,093	33,665	38,940	38,465	36,342	36,118	34,033	33,521	38,940	38,190	36,342	35,987	34,033	33,390
M 42	4,50	42,000	41,685	39,077	38,927	36,479	36,005	41,937	41,437	39,014	38,778	36,416	35,856	41,937	41,137	39,014	38,639	36,416	35,717
M45	4,50	45,000	44,685	42,077	41,927	39,479	39,005	44,937	44,437	42,014	41,778	39,416	38,856	44,937	44,137	42,014	41,639	39,416	38,717
M48	5,00	48,000	47,665	44,752	44,592	41,866	41,346	47,929	47,399	44,681	44,431	41,795	41,185	47,929	47,079	44,681	44,281	41,795	41,035
M52	5,00	52,000	51,665	48,752	48,592	45,866	45,346	51,929	51,399	48,681	48,431	45,795	45,185	51,929	51,079	48,681	48,281	45,795	45,035
M56	5,50	56,000	55,645	52,428	52,258	49,252	48,686	55,925	55,365	52,353	52,088	49,177	48,516	55,925	55,025	52,353	51,928	49,177	48,356
M 60	5,50	60,000	59,645	56,428	56,258	53,252	52,686	59,925	59,365	56,353	56,088	53,177	52,516	59,925	59,025	56,353	55,928	53,177	52,356
M 64	6,00	64,000	63,625	60,103	59,923	56,639	56,027	63,920	63,320	60,023	59,743	56,559	55,847	63,920	62,970	60,023	59,573	56,559	55,677
M 68	6,00	68,000	67,625	64,103	63,923	60,639	60,027	67,920	67,320	64,023	63,743	60,559	59,847	67,920	66,970	64,023	53,573	60,559	59,677

Ölçüler mm'dir.

www.boehlerit.com.tr

Kesici Takımlarda DIN Standartlarına Göre Şaft Çapları ve Dört Köşe Ölçüleri



Şaft Çapı aralığı		Anma ölçüsü	İç dörtköşe			Dış dörtköşe		
			a [1] (D13)		e	a [1] (h12)		l
den	kadar	a [1]	max.	min.	min.	max.	min.	
2,470	2,830	2,100	2,260	2,120	2,890	2,100	2,010	5
2,830	3,200	2,400	2,560	2,420	3,270	2,400	2,310	
3,200	3,600	2,700	2,860	2,720	3,670	2,700	2,610	6
3,600	4,010	3,000	3,160	3,020	4,080	3,000	2,910	
4,010	4,530	3,400	3,610	3,430	4,600	3,400	3,280	
4,530	5,080	3,800	4,010	3,830	5,150	3,800	3,680	7
5,080	5,790	4,300	4,510	4,330	5,860	4,300	4,180	
5,790	6,530	4,900	5,110	4,930	6,610	4,900	4,780	8
6,530	7,330	5,500	5,710	5,530	7,410	5,500	5,380	
7,330	8,270	6,200	6,460	6,240	8,350	6,200	6,050	9
8,270	9,460	7,000	7,260	7,040	9,540	7,000	6,850	10
9,460	10,670	8,000	8,260	8,040	10,770	8,000	7,850	11
10,670	12,000	9,000	9,260	9,040	12,100	9,000	8,850	12
12,000	13,330	10,000	10,260	10,040	13,430	10,000	9,850	13
13,330	14,670	11,000	11,320	11,050	14,770	11,000	10,820	14
14,670	16,000	12,000	12,320	12,050	16,100	12,000	11,820	15
16,000	17,330	13,000	13,320	13,050	17,430	13,000	12,820	16
17,330	19,330	14,500	14,820	14,550	19,440	14,500	14,320	17
19,330	21,330	16,000	16,320	16,050	21,440	16,000	15,820	19
21,330	24,000	18,000	18,320	18,050	24,110	18,000	17,820	21
24,000	26,670	20,000	20,395	20,065	26,780	20,000	19,790	23
26,670	29,330	22,000	22,395	22,065	29,440	22,000	21,790	25
29,330	32,000	24,000	24,395	24,065	32,120	24,000	23,790	27
32,000	34,670	26,000	26,395	26,065	34,790	26,000	25,790	29
34,670	38,670	29,000	29,395	29,065	38,790	29,000	28,790	32
38,670	42,670	32,000	32,470	32,080	42,800	32,000	31,750	35
42,670	46,670	35,000	35,470	35,080	46,800	35,000	34,750	38
46,670	52,060	39,000	39,470	39,080	52,200	39,000	38,750	42
52,060	58,670	44,000	44,470	44,080	58,810	44,000	43,750	47
58,670	65,330	49,000	49,470	49,080	65,480	49,000	48,750	52
65,330	73,330	55,000	55,560	55,100	73,480	55,000	54,700	58
73,330	81,330	61,000	61,560	61,100	81,500	61,000	60,700	64
81,330	90,660	68,000	68,560	68,100	90,830	68,000	67,700	71
90,660	101,330	76,000	76,560	76,100	101,510	76,000	75,700	79

Yüzey Pürüzlülük Sembol ve Değerleri

Eski Yüzey İşleme Sembolleri	Yeni Yüzey İşleme Sembolleri	Pürüzlülük Kalite Değerleri Ra µm (1 µm - 0.001 mm) max.	min.	Pürüzlülük Sınıf Numarası	Kalite Pürüzlülük Değerlerinin Elde Edildiği İşlemler
Talaş kaldırmadan işleme sembolleri		50	6,3	N 12 N9	Talaşsız şekil verme metodu ile imal edilmiş; yüzeylerden arzu edilen homojenik ve düzgünlüğün sağladığı hallerde (Kum döküm; Kalıpta dövme; Kokıl döküm; Haddeleme; Pres döküm ve Extrujin gibi metodlarla elde edilen yüzeyler) Not: İstenen yüzey pürüzlülüğü elde edilemez ise yüzeyler işlenmelidir.
		6,3	3,2	N9 N8	
		6,3	0,8	N9 N6	
		6,3	0,4	N9 N5	
		3,2	0,8	N8 N6	
		6,3	0,4	N9 N5	
▼		50	25	N 12	Yüzey homojenlik ve düzgünlüğünün bir veya daha fazla ince talaş kaldırma ile erişilebildiği haller (Kesme, elle taşlama, kaba eğeleme, kaba torna, freze ve planya edilmiş yüzeyler) Not: Pürüzler gözle görülür.
		25	12,5	N 11	
		12,5	6,3	N 10	
▼▼		6,3	3,2	N9	Yüzey homojenlik ve düzgünlüğünün bir veya daha fazla ince talaş kaldırma ile erişilebildiği haller (Hassas torna, freze, planya etme, delik işleme, matkapla delme, kaba taşlama ve raybalanmış yüzeyler) Not: Pürüzler halen gözle görülebilir.
		3,2	1,6	N8	
		1,6	0,8	N7	
▼▼▼		0,8	0,4	N6	Yüzey homojenlik ve düzgünlüğünün bir veya daha fazla ince talaş kaldırma ile erişilebildiği haller (Silindirik ve yüzey taşlamalar, hassas raybalama, honlama, lebleme ve parlatma yapılmış yüzeyler) Not: Pürüzler çıplak gözle görülmez.
		0,4	0,2	N5	
		0,2	0,1	N 4	
▼▼▼▼		0,1	0,05	N 3	Yüzey homojenlik ve düzgünlüğünün süper hassas son bir işleme ile elde edilen yüzeyler (Honlama, lebleme, polisaj v.b. gibi süper hassas işlenmiş yüzeyler)
		0,05	0,025	N 2	
		0,025	0	N 1	

Mil Tolerans Tablosu

Mil / Shaft	Mil Shaft	Delikler / Holes						Mil Shaft	Delikler / Holes										Mil Shaft	Delikler / Holes				Mil Shaft	Delikler / Holes			
ISO	h5	N6	M6	K6	J6	H6	G6	h6	S7	P7	N7	M7	K7	J7	H7	G7	F7	E8	D9	h8	H8	F8	E9	D10	h11	H11	D11	C11	A11
Nominal Çaplar Nominal Diameters	Çok Hassas Mil High Precision Shaft	Sıkı Geçme Shrink Fit	Çakma Geçme Press Shrink Fit	Tutuk Geçme Snug Tight Fit	Kakma Geçme Enlay Fit	Kaygan Geçme 1 Slip Fit 1	Kaygan Geçme 2 Slip Fit 2	Hassas Mil Precision Shaft	Sıkı Geçme Pres 1 Press Fit 1	Sıkı Geçme Pres 2 Press Fit 2	Sıkı Geçme Shrink Fit	Çakma Geçme Press Shrink Fit	Tutuk Geçme Snug Tight Fit	Kakma Geçme Enlay Fit	Kaygan Geçme Slip Fit	Zor Döner Geçme 1 Hard to Turn 1	Döner Geçme Turn Fit	Zor Döner Geçme 2 Hard to Turn 2	Serbest Geçme Free Fit	Orta Hassas Mil Medium Precision Shaft	Kaygan Geçme Slip Fit	Döner Geçme 1 Turn Fit 1	Döner Geçme 2 Turn Fit 2	Serbest Geçme Free Fit	Kaba Mil Rough Precision Shaft	Kaba Geçme (g1) Snug Fit	Kaba Geçme (g2) Snug Fit	Kaba Geçme (g3) Snug Fit	Kaba Geçme (g4) Snug Fit
≥ Ø1 - < Ø3	0 -5	-4 -11	0 -7	+3 -4	+3 -4	+7 0	+10 +3	0 -7	-13 -22	-7 16	-4 13	0 -9	+3 -6	+3 -6	+9 0	+12 +3	+16 +7	+28 +14	+45 +20	0 -14	+14 0	+21 +7	+39 +14	+60 +20	0 -60	+60 0	+80 +20	+120 +60	+330 +270
≥ Ø3 - < Ø6	0 -5	-5 -13	-1 -9	+4 -4	+4 -4	+8 0	+12 +4	0 -8	-15 -27	-8 20	-4 16	0 -12	+5 -7	+5 -7	+12 0	+16 +4	+22 +10	+38 +20	+60 +30	0 -18	+18 0	+28 +10	+50 +20	+78 +30	0 -75	+75 0	+105 +30	+145 +70	+345 +270
≥ Ø6 - < Ø10	0 -6	-7 -16	-3 -12	+2 -7	+5 -4	+9 0	+14 +5	0 -6	-17 -32	-9 24	-4 19	0 15	+5 -10	+8 -7	+15 0	+20 +5	+28 +13	+47 +25	+76 +40	0 -22	+22 0	+35 +13	+61 +25	+98 +40	0 -90	+90 0	+130 +40	+170 +80	+370 +280
≥ Ø10 - < Ø18	0 -8	-9 -20	-4 15	+2 -9	+6 -5	+11 0	+17 +6	0 -9	-21 -39	-11 -29	-5 23	0 -18	+6 -12	+10 -8	+18 0	+24 +6	+34 +16	+59 +32	+93 +50	0 -27	+27 0	+43 +16	+75 +32	+120 +50	0 -110	+110 0	+160 +50	+205 +95	+400 +290
≥ Ø18 - < Ø30	0 -9	-11 -24	-4 17	+2 -11	+8 -5	+13 0	+20 +7	0 -11	-27 -48	-14 -35	-7 28	0 -21	+6 -15	+12 -9	+21 0	+28 +7	+41 +20	+73 +40	+117 +65	0 -33	+33 0	+53 +20	+92 +40	+149 +65	0 -130	+130 0	+195 +65	+240 +110	+430 +300
≥ Ø30 - < Ø40	0	-12	-4	+3	+10	+16	+25	0	-34	-17	-8	0	+7	+14	+25	+34	+50	+89	+142	0	+39	+64	+112	+180	0	+160	+240	+280 +120	+470 +310
≥ Ø40 - < Ø50	-11	-28	20	-13	-6	0	+9	-16	-59	-42	33	-25	-18	-11	0	+9	+25	+50	+80	-39	0	+25	+50	+80	-160	0	+90	+290 +130	+490 +320
≥ Ø50 - < Ø65	0	-14	-5	+4	+13	+19	+29	0	-42 -72	-21	-9	0	+9	+18	+30	+40	+60	+106	+174	0	+46	+76	+134	+220	0	+190	+290	+330 +140	+530 +340
≥ Ø65 - < Ø80	-13	-33	24	-15	-6	0	+10	-19	-48 -78	-51	39	-30	-21	-12	0	+10	+30	+60	+100	-43	0	+30	+60	+100	-190	0	+100	+340 +150	+550 +380
≥ Ø80 - < Ø100	0	-16	-6	+4	+16	+22	+34	0	-58 -93	-24	-10	0	+10	+22	+35	+47	+71	+126	+207	0	+54	+90	+159	+260	0	+220	+360	+390 +170	+600 +380
≥ Ø100 - < Ø120	-15	-38	28	-18	-6	0	+12	-22	-66 -101	-59	-45	-35	-25	-13	0	+12	+36	+72	+120	-54	0	+36	+72	+120	-220	0	+120	+400 +180	+630 +410
≥ Ø120 - < Ø140									-77 -117																			+450 +200	+710 +460
≥ Ø140 - < Ø160	0 -18	-20 -45	-8 33	+4 -21	+18 -7	+25 0	+39 +14	0 -25	-85 -125	-28 -68	-12 -52	0 -40	+12 -28	+26 -14	+40 0	+54 +14	+83 +43	+148 +85	+245 +145	0 -63	+63 0	+106 +43	+185 +85	+305 +145	0 -250	+250 0	+393 +143	+460 +210	+770 +480
≥ Ø160 - < Ø180									-93 -133																			+480 +230	+830 +580
≥ Ø180 - < Ø200									-105 -151																			+530 +240	+950 +660
≥ Ø200 - < Ø225	0 -20	-22 -51	-8 37	+5 -24	+22 -7	+29 0	+44 +15	0 -29	-113 -159	-33 -79	-14 -60	0 -46	+13 -33	+30 -16	+46 0	+61 +15	+96 +50	+172 +100	+285 +170	0 -72	+72 0	+122 +50	+215 +100	+355 +170	0 -290	+290 0	+460 +170	+550 +260	+1030 +740
≥ Ø225 - < Ø250									-123 -169																			+570 +280	+1110 +820
≥ Ø250 - < Ø260									-138 -190																			+620 +300	+1240 +920
≥ Ø260 - < Ø280	0 -23	-25 -57	-9 41	+5 -27	+25 -7	+32 0	+49 +17	0 -32	-138 -190		-14 -66	0 -52	+16 -36	+36 -16	+52 0	+69 +17	+108 +56	+191 +110	+320 +190	0 -81	+81 0	+137 +56	+240 +110	+400 +190	0 -320	+320 0	+510 +190	+620 +300	+1240 +920
≥ Ø280 - < Ø315									-150 -202																			+650 +330	+1370 +1060

boehlerit

Delik Tolerans Tablosu

Mil / Shaft	Delik Hole	Mil / Shaft						Delik Hole	Mil / Shaft										Delik Hole	Mil / Shaft				Delik Hole	Mil / Shaft			
ISO	H6	n5	m5	k5	j5	h5	g5	H7	s6	p6	n6	m6	k6	j6	h6	g6	f7	e8	d9	H8	h8	f8	e9	d10	H11	h11	d11	c11	a11
Nominal Çaplar Nominal Diameters	Çok Hassas Delik High Precision Hole	Sıkı Geçme Shrink Fit	Çakma Geçme Press Shrink Fit	Tutuk Geçme Snug Tight Fit	Kakma Geçme Enlay Fit	Kaygan Geçme 1 Slip Fit 1	Kaygan Geçme 2 Slip Fit 2	Hassas Delik Precision Hole	Sıkı Geçme Pres 1 Press Fit 1	Sıkı Geçme Pres 2 Press Fit 2	Sıkı Geçme Shrink Fit	Çakma Geçme Press Shrink Fit	Tutuk Geçme Snug Tight Fit	Kakma Geçme Enlay Fit	Kaygan Geçme Slip Fit	Zor Döner Geçme 1 Hard to Turn 1	Döner Geçme Turn Fit	Zor Döner Geçme 2 Hard to Turn 2	Serbest Geçme Free Fit	Orta Hassas Delik Medium Precision Hole	Kaygan Geçme Slip Fit	Döner Geçme 1 Turn Fit 1	Döner Geçme 2 Turn Fit 2	Serbest Geçme Free Fit	Kaba Delik Rough Precision Hole	Kaba Geçme (g1) Snug Fit	Kaba Geçme (g2) Snug Fit	Kaba Geçme (g3) Snug Fit	Kaba Geçme (g4) Snug Fit
≥ Ø1 - < Ø3	+7 0	+11 +6	+7 +2	+4 -1	+4 -1	0 -5	-3 8	+9 0	+22 +15	+16 +9	+13 +6	+9 +2	+6 -1	+1 -1	0 -7	-3 10	-7 16	-14 -28	-20 -45	+14 0	0 -14	-7 21	-14 -39	-20 -60	+60 0	0 -60	-20 -80	-60 -120	-270 -330
≥ Ø3 - < Ø6	+8 0	+13 +8	+9 +4	+4 -1	+4 -1	0 -5	-4 9	+12 0	+27 +19	+20 +12	+16 +8	+12 +4	+7 -1	+7 -1	0 -8	-4 12	-10 -22	-20 -38	-30 -60	+18 0	0 -18	-10 -28	-20 -50	-30 -78	+75 0	0 -75	-30 -105	-70 -145	-270 -345
≥ Ø6 - < Ø10	+9 0	+16 +10	+12 +6	+7 +1	+4 -2	0 -6	-5 11	+15 0	+32 +23	+24 +15	+19 +10	+15 +6	-10 +1	+7 -2	0 -9	-5 14	-13 -28	-25 -47	-40 -76	+22 0	0 -22	-13 -35	-25 -61	-40 -98	+90 0	0 -90	-40 -130	-80 -170	-280 -370
≥ Ø10 - < Ø18	+11 0	+20 +12	+15 +7	+9 +1	+5 -3	0 -8	-6 14	+18 0	+39 +28	+29 +18	+23 +12	+18 +7	+12 +1	+8 -3	0 -11	-6 17	-16 -34	-32 -59	-50 -93	+27 0	0 -27	-16 -43	-32 -75	-50 -120	+110 0	0 -110	-50 -160	-95 -205	-290 -400
≥ Ø18 - < Ø30	+13 0	+24 +15	+17 +8	+11 +2	+5 -4	0 -9	-7 16	+21 0	+48 +35	+35 +22	+28 +15	+21 +8	+15 +2	+9 -4	0 -13	-7 20	-20 -41	-40 -73	-65 -117	+33 0	0 -33	-20 -53	-40 -92	-65 -149	+130 0	0 -130	-65 -195	-110 -240	-300 -430
≥ Ø30 - < Ø40	+16 0	+28 +17	+20 +9	+13 +2	+5 -5	0 -11	-9 20	+25 0	+59 +43	+42 +26	+33 +17	+25 +9	+18 +2	+11 -5	0 -16	-9 25	-25 -50	-50 -89	-80 -142	+29 0	0 -39	-25 -64	-50 -112	-80 -180	+160 0	0 -160	-80 -240	-120 -280 -130	-310 -470 -320
≥ Ø40 - < Ø50																												-290	-480
≥ Ø50 - < Ø65	+19 0	+33 +20	+24 +11	+15 +2	+5 -7	0 -13	-10 -23	+30 0	+72 +53 +78	+51 +32	+39 +20	+30 +11	+21 +2	+12 -7	0 -19	-10 -29	-30 -60	-60 -106	-100 -174	+46 0	0 46	-30 -76	-60 -134	-100 -220	+190 0	0 -190	-100 -290	-140 -330 -150	-340 -530 -360
≥ Ø65 - < Ø80									+59																			-340	-560
≥ Ø80 - < Ø100	+22 0	+38 +23	+28 +13	+18 +3	+5 -9	0 -15	-12 -27	+35 0	+93 +71 +101	+59 +37	+45 +23	+35 +13	+25 +3	+13 -9	0 -22	-12 -34	-36 -71	-72 -126	-120 -207	+54 0	0 -54	-36 -90	-72 -159	-120 -260	+220 0	0 -220	-120 -340	-170 -390 -180	-380 -600 -410
≥ Ø100 - < Ø120									+79																			-400	-630
≥ Ø120 - < Ø140	+25 0	+45 +27	+33 +15	+21 +3	+7 -11	0 -18	-14 -32	+40 0	+117 +92 +125	+68 +43	+52 +27	+40 +15	+28 +3	+14 -11	0 -25	-14 -39	-43 -83	-85 -148	-145 -245	+63 0	0 -63	-43 -106	-85 -185	-145 -305	+250 0	0 -250	-145 -395	-200 -450 -210	-460 -710 -520
≥ Ø140 - < Ø160									+100																			-480	-770
≥ Ø160 - < Ø180									+133 +108																			-230 -480	-580 -830
≥ Ø180 - < Ø200	+29 0	+51 +31	+37 +17	+24 +4	+7 -13	0 -20	-15 -35	+46 0	+151 +122 +159	+79 +50	+60 +31	+46 +17	+33 +4	+16 -13	0 -29	-15 -44	-50 -96	-100 -172	-170 -285	+72 0	0 -72	-50 -122	-100 -215	-170 -355	+290 0	0 -290	-170 -430	-240 -530 -260	-660 -950 -740
≥ Ø200 - < Ø225									+130																			-560	-1030
≥ Ø225 - < Ø250									+169 +140																			-280 -570	-820 -1110
≥ Ø250 - < Ø260	+32 0	+57 +34	+43 +20	+27 +4	+7 -16	0 -23	-17 -40	+52 0	+190 +158		+66 +34	+52 +20	+36 +4	+16 -16	0 -32	-17 -49	-58 -108	-110 -191	-190 -320	+81 0	0 -81	-58 -137	-110 -240	-190 -400	+320 0	0 -320	-190 -510	-300 -600	-920 -1240
≥ Ø260 - < Ø280									+190 +158																			-300 -620	-920 -1290
≥ Ø280 - < Ø315									+202 +170																			-330 -650	-1050 -1370

www.boehlerit.com.tr

Problemler ve Çözümleri

Çözümler	Problemler										
	Serbest yüzey aşınması	Kater aşınması	Kesme kenarının ufak parçacıklar halinde kopması	Termal çatlaklar	Yorulma	Plastik deformasyon	Çentik aşınması	Kesici kenarda talaş birikimi	Kesici kenarın kırılması	Titreşim	Kötü yüzey kalitesi
Daha yüksek aşınma için dirençli bir karbür kalitesi seçiniz	•	•				•	•				•
Daha sünek bir karbür kalitesi seçiniz			•	•	•				•		
Kesme hızını arttırınız			•					•			
Kesme hızını azaltınız	•	•		•		•					
Diş başına ilerlemeyi arttırınız	•							•		•	
İlerlemeyi azaltınız			•	•	•	•	•		•		•
Frezenin pozisyonunu değiştiriniz					•					•	
Daha küçük çaplı takım seçiniz				•							
Rijitliği arttırınız			•				•		•		
Kaplamalı kalitelerini kullanınız	•	•						•			
Soğutma sıvısı kullanınız				•		•					

Kesme Sırasında Oluşan Problemler

Kesme Sırasında Oluşan Problemler	Sınırlayan Etkiler	En çok Etkileyen Parametreler					
		Kesme Parametreleri			Takım Geometrisi		
		Kesme Derinliği	İlerleme Hızı	Devir / Kesme Hızı	Talaş Açısı	Boşluk Açısı	Kesici Uç Yarıçapı
Kesme Gücü ve Torku	Takım Tezgahının maksimum kesme gücü ve torku.	+++	+++	++	++	+	+
Takım ve/veya parçanın kesme kuvveti altındaki esnemeleri	Parçanın boyut ve geometrik toleransları	+++	+++	+	+	+	+
Tırlama ve titreşimler	Yüzey pürüzlülü	+++	+	+++	+	++	+++
Takım Aşınması	Takım Ömrü	+	+	+++	++	++	++
Kesme Kuvvetleri	Takım kırılması	+++	+++	+	++	+	+
Isıl gerilmeler	Parçanın boyut ve geometrik toleransları	+	+++	+++	++	+	+

Talaş kaldırma prosesi birbiriyle bağlantılı bir çok parametrenin (kesme koşulları ve takım geometrisi), malzeme, tezgah gibi değerlerin birleşmesi ile elde edilmek istenen sonuca göre denge kurmaktır.

Özel Takım Talep Formu

ÖZEL TAKIM TALEP FORMU

İş parçası

Tanım _____ Malzeme _____

Kesme derinliği _____ Yıllık Parça Adedi _____

Özellikler _____

(Ör. Sertlik vb)

Operasyon tipi Kaba ☐ Hassas ☐ Kaba+Hassas ☐

Darbeli işleme Evet ☐ Hayır ☐

İstenilen Yüzey Kalitesi Ra _____ µm Rz _____ µm

Diğer bilgiler _____

Tezgah

Tezgah Adı _____

Tutucu tipi _____

Maks Tutucu Ağırlığı _____

Kesme Sıvısı

Merkezi ☐ Flanştan ☐ Dışardan ☐ Yok ☐

Kritik durumlarda lütfen detaylı bilgi alınız! (maks. dev./kesme hızı/güç/tork vb.)

Diğer bilgiler _____

Talep edilen ürünün detayları

Açıklama _____

Benzer ürün _____

Adet _____

İstenilen teslim süresi _____

Ebat (Çap, boy vb) _____

Ağız sayısı _____

Uç tipi _____

Hedef € _____ / _____ adet

€ _____ / _____ adet

Kesme yönü Sağ ☐ Sol ☐ Nötr ☐

Tasarım Sabit Yuvalı Takma Uçlu ☐ Kaynaklı ☐ Ayarlanabilir Kartuşlu ☐ Modüler ☐

Teknik resim gerekli mi? evet ☐ hayır ☐

Diğer bilgiler _____

Ayrıca ihtiyaç duyulan ekipmanlar

Diğer bilgiler _____

Sertlik Mukayese Tablosu

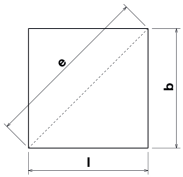
Gerilme direnci Rm Tensile strength Rm N/mm²	Vickers sertlik Vickers hardness HV	Brinell sertlik Brinell hardness HB	Rockwell C Sertlik Rockwell hardness HRC
255	80	76	
270	85	80,7	
285	90	85,5	
305	95	90,2	
320	100	95	
335	105	99,8	
350	110	105	
370	115	109	
385	120	114	
400	125	119	
415	130	124	
430	135	128	
450	140	133	
465	145	138	
480	150	143	
495	155	147	
510	160	152	
530	165	156	
545	170	162	
560	175	166	
575	180	171	
595	185	176	
610	190	181	
625	195	185	
640	200	190	
660	205	195	
675	210	199	
690	215	204	
705	220	209	
720	225	214	
740	230	219	
755	235	223	
770	240	228	20,3
785	245	233	21,3
800	250	238	22,2
820	255	242	23,1
835	260	247	24
850	265	252	24,8
865	270	257	25,6
880	275	261	26,4
900	280	266	27,1
915	285	271	27,8
930	290	276	28,5
950	295	280	29,2
965	300	285	29,8
995	310	295	31
1030	320	304	32,2
1060	330	314	33,3
1095	340	323	34,4

Gerilme direnci Rm Tensile strength Rm N/mm²	Vickers sertlik Vickers hardness HV	Brinell sertlik Brinell hardness HB	Rockwell C Sertlik Rockwell hardness HRC
1125	350	333	35,5
1155	360	342	36,6
1190	370	352	37,7
1220	380	361	38,8
1155	390	371	39,8
1290	400	380	40,8
1320	410	390	41,8
1350	420	399	42,7
1385	430	409	43,6
1420	440	418	44,5
1455	450	428	45,3
1485	460	437	46,1
1520	470	447	46,9
1555	480	(456)	47,7
1595	490	(466)	48,4
1630	500	(475)	49,1
1665	510	(485)	49,8
1700	520	(494)	50,5
1740	530	(504)	51,1
1775	540	(513)	51,7
1810	550	(523)	52,3
1845	560	(532)	53,0
1880	570	(542)	53,6
1920	580	(551)	54,1
1955	590	(561)	54,7
1995	600	(570)	55,2
2030	610	(580)	55,7
2070	620	(589)	56,3
2105	630	(599)	56,8
2145	640	(608)	57,3
2180	650	(618)	57,8
	660		58,3
	670		58,8
	680		59,2
	690		59,7
	700		60,1
	720		61
	740		61,8
	760		62,5
	780		63,3
	800		64
	820		64,7
	840		65,3
	860		65,9
	880		66,4
	900		67
	920		67,5
	940		68

Gerilme direnci: Tensile strength	N/mm²	Rm
Vickers sertlik: Vickers hardness	Diamantpiramit 136, Test Kuveti F 98 N Diamond pyramid 136, Test force F 98 N	HV
Brinell sertlik: Brinell hardness	0,102 x F/D2 = 30 N/mm²	HB
Hesaplama: Calculated from: HB = 0,95 x HV	Test kuvveti N, D = konik çapı mm F = Test force in N, D= Cone diameter in mm	
Rockwell C Sertlik: Hardness Rockwell C	Diamantkonik 120°, Toplam test kuvveti 1471 ± 9 N Diamond cone 120°, Total test force 1471 ± 9 N	HRC

Çevre, Alan ve Hacim Formülleri

Kare



$A = l^2$

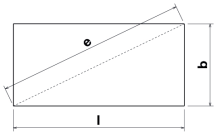
$l = \sqrt{A}$

$U = 4.l$

$e = l\sqrt{2}$

$e = l.1{,}414$

Dikdörtgen



$A = l.b$

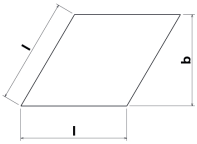
$b = \frac{A}{l}$

$l = \frac{A}{b}$

$U = 2.(l+b)$

$e = \sqrt{l^2 + b^2}$

Eşkenar dörtgen

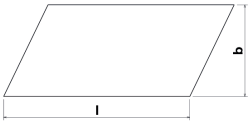


$A = l.b$

$b = \frac{A}{l} ; l = \frac{A}{b}$

$U = 4.l$

Paralelkenar

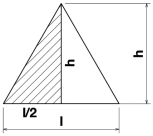


$A = l.b$

$b = \frac{A}{l} ; l = \frac{A}{b}$

U = kenarların toplamı

Üçgen



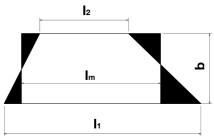
$A = \frac{l.b}{2}$

$l = \frac{2.A}{b}$

$b = \frac{2.A}{l}$

U = 3 kenarın toplamı

Yamuk



$A = \frac{l_1+l_2}{2} . b$

$A = l_m.b$

$l_m = \frac{l_1+l_2}{2}$

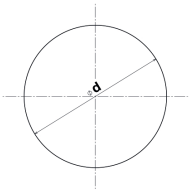
$l_1 = \frac{2.A}{b} - l_2$

$l_2 = \frac{2.A}{b} - l_1$

$b = \frac{2.A}{l_1+l_2}$

U = kenarların toplamı

Daire



$A = \frac{d^2.\P}{4}$

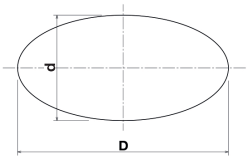
$A = d^2.0{,}785$

$d = \sqrt{\frac{4.A}{\P}} = \sqrt{\frac{A}{0{,}785}}$

$A = r^2.\P$; $r = \sqrt{\frac{A}{\P}}$

$U = d.\P$; $d = \frac{U}{\P}$

Elips



$A = \frac{D.d.\P}{4}$

$D = \frac{4.A}{d.\P}$

$d = \frac{4.A}{D.\P}$

$U = \frac{D+d}{2} . \P$

$U \approx \P . \sqrt{2.(R^2 + r^2)}$

Ölçü Değişim Tablosu

Uzunluk Ölçüleri	
Metre (m)	1m
Dekametre (Dm)	10 m
Hektametre (hm) = 10 Dm	100 m
Kilometre (Km) = 10 Hm = 100	1.000 m
Desimetre (dm)	1/10 m
Santimetre (cm)	1/100 m
Milimetre (mm)	1/1.000 m
Mikron (mu)	1/1.000.000 m

Alan Ölçüleri	
Metrekare (m^2)	1 m^2
Dekametrekare (Dm^2) = AR (a)	100 m^2
Hektometrekare (hm^2) = HEKTAR (ha)	10.000 m^2
Kilometrekare (Km^2) = 100 HEKTAR	1.000.000 m^2
Desimetrekare (dm^2)	1/100 m^2
Santimetrekare (cm^2)	1/10.000 m^2
Milimetrekare (mm^2)	1/1.000.000 m^2

Hacim Ölçüleri	
Metreküp (m^3)	1 m^3
Dekametre küp (Dm^3)	1000 m^3
Hektometre küp (hm^3)	1.000.000 m^3
Kilometre küp (Km^3)	1.000.000.000 m^3
Desimetre küp (dm^3)	1/1.000 m^3
Santimetre küp (cm^3)	1/1.000.000 m^3
Milimetre küp (mm^3)	1/1.000.000.000 m^3

Hacim Ölçüleri (Sıvılar için)	
Litre (l)	1 l
Dekalitre (dal)	10 l
Hektolitre (hl)	100 l
Kilolitre (kl)	1.000 l
Desilitre (dl)	1/10 l
Santilitre (sl)	1/100 l
Mililitre (ml)	1/1.000 l

Ağırlık Ölçüleri	
Kilogram (kg)	1.000 gr
Kental (K)	100 kg
Ton	1.000 kg
Kiloton	1.000 ton
Megaton	1.000.000 ton
Gram (gr)	1/1.000 kg
Desigram (dg)	1/10 gr
Santigram (sg)	1/100 gr
Miligram (mg)	1/1.000 gr

Eski Osmanlı Uzunluk Ölçüleri	
1 Merhale	45480 m
1 Fersah	5685 m
1 Eski Mil	1895 m
1 Berid	227 m
1 Kulaç	1,89 m
1 Zirai Mimari (24 parmak)	75,35 cm
1 Arşın = 8 Urup	68 cm
1 Endaze	65 cm
1 Urup	8,5 cm
1 Hat	0,268 cm

Diğer Uzunluk Ölçüleri ve Miller	
Inch	2,540 cm
Ayak (Foot = Kadem)	30,48 cm
Yarda (Yard) = 3 Ayak	91,44 cm
İngiliz Mili (Kara) = 5380 Ayak	1.609,3 m
İngiliz Mili (Deniz) = 6080 Ayak	1.853 m
Türk Mili	1.895 m
Fransız Mili	7.852 m
Alman Mili	7.500 m
Rus Mili	7.467 m
Yunan Mili	10.000 m
Coğrafi Mil	7.200 m

Diğer Alan Ölçüleri	
1 Dönüm	919 m^2
Büyük Dönüm	2,720 m^2
1 Hektar	10,779 Dönüm
Cerip (Hektar)	10.000 m^2
İran Fettani	183.000 m^2
Mısır Fettani	4.200 m^2
Mimari Arşın Kare	0,574 m^2
Çarşı Arşın Kare	0,462 m^2
Endaze Kare	0,422 m^2
Mil Kare	2.589 km^2
Acre (Eykir)	4.047 m^2
Yarda Kare	0,8361 m^2
Ayak Kare	9,290 dm^2
Inch kare	6,452 cm^2

Diğer Hacim Ölçüleri	
İstanbul Kilesi	37 litre
Dolu (Yarım)	18,50 litre
Sinik	9,25 litre
Yarda Küp	0,764 m^3
Ayak Küp = 28,316 dm^3	0,028 m^3
Inch Küp	16,387 cm^3
Libre Ton = 2240 libre	1016,05 kg
Libre (pavund) = 16 ons	453,60 gr
Ons (Ounce) = 1/16 Libre	28,350 gr
Grain	0,65 gr
Short Ton (Amerikan)= 2000 Libre	907,180 kg

Long Ton (İngiliz) = 2240 Libre	1016,047 kg
Ons (Ounce-Sıvı)	0,030 litre
Pint (İngiliz)	0,568 litre
Pint (Amerikan)	0,473 litre
Quart (Amerikan)	0,946 litre
Gallon (İngiliz)	4,546 litre
Gallon (Amerikan)	3,785 litre
Bushel (Amerikan)	35,238 litre
Bushel (İngiliz)	36,35 litre
Baril	119,22 litre

boehlerit

Online Satış Sitemiz 7/24 hizmetinizde!

Değerli Müşterilerimiz,

çalışanlarımızın ve sizlerin sağlığı her zaman bizim önceliğimizdir! Satış ekiplerimizin sizleri ziyaret edemediği bu dönemde **www.boehlerit.com.tr** online satış sitemiz üzerinden ürünlerimizi inceleyebilir ve alışverişinizi gerçekleştirebilirsiniz.

Sorularınız için satış ekibimize telefon, e-posta veya video konferans yoluyla ulaşabilirsiniz. Sağlıklı günlerde görüşmek üzere!

Boehlerit Türkiye, Gebze OSB Mahallesi 1600.Sokak No:1602/1 41400 Gebze / Kocaeli, Turkey, Telefon +90 262 677 17 37, www.boehlerit.com.tr

WhatsApp Destek Hattı
0 534 271 17 59

BOEHLERIT Türkiye/*Turkey*
Sert Metal ve Takım Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Gebze OSB Mahallesi 1600. Sokak No: 1602/1
41400 Gebze / Kocaeli, Turkey
Telefon +90 262 677 1737
Telefax +90 262 677 1746
info@boehlerit.com.tr
www.boehlerit.com.tr

Boehlerit GmbH & Co. KG
Werk VI-Strasse 100 8605
Kapfenberg Österreich/Austria
Telefon +43 3862 300-0
Telefax +43 3862 300-793
info@boehlerit.com
www.boehlerit.com

Arjantin/*Argentina*
SIN PAR S.A.
Conesa 10
B1878KSB Quilmes -
Buenos Aires
Telefon +54 11 4257 4396
Telefax +54 11 4224 5687
ventas@sinpar.com.ar
www.sinpar.net
www.boehlerit.com

Brazilya/*Brazil*
Boehlerit Brasil Ferramentas Ltda.
Rua Capricórnio 72
Alpha Conde Comercial I
06473-005 - Barueri -
São Paulo
Telefon +55 11 554 60 755
Telefax +55 11 554 60 476
info@boehlerit.com.br
www.boehlerit.com

Çin/*China*
Boehlerit China Co. Ltd.
Swiss Center Shanghai
Room A107, Building 3
No. 526, 3rd East Fute Road
Shanghai Pilot Free Trade Zone
200131 P.R. China
Telefon +86 137 358 950 58
info@boehlerit.com.cn

HORN (Shanghai) Trading Co. Ltd.
Room 905, No 518 Anyuan Road
Putuo District
Shanghai 20060
Telefon +86 21 528 33 505, 528 33 205
Telefax +86 21 528 32 562
info@phorn.cn
www.phorn.cn

Almanya/*Germany*
Boehlerit GmbH & Co. KG
Werk VI-Strasse 100
8605 Kapfenberg
Österreich/Austria
Telefon +43 3862 300-0
Telefax +43 3862 300-793
info@boehlerit.com
www.boehlerit.com

Paul Horn GmbH
Unter dem Holz 33-35,
72072 Tübingen
Deutschland/Germany
Tel.: +49 7071-7004-0
Fax: +49 7071-72893
info@phorn.de
www.phorn.de

İngiltere/*United Kingdom*
LMT UK Ltd
4202 Waterside Centre,
Solihull Parkway
B37 7YN Birmingham
Telefon +44 16 76 523440
Telefax +44 16 76 525379
lmt.uk@lmt-tools.com
www.lmt-uk.co.uk
www.boehlerit.com

HORN Cutting Tools Ltd.
32 New Street, Ringwood,
Hampshire BH24 3AD
Telefon +44 1425 481 800
Telefax +44 1425 481 888
info@phorn.co.uk
www.phorn.co.uk

Finlandiya/*Finland*
Oy Maanterä AB
Keinumäenkuja 2, P.O. Box 70
01510 Vantaa
Telefon +358 29 006 130
Telefax +358 29 006 1130
maantera@maantera.fi
www.maantera.fi
www.boehlerit.com

Fransa/*France*
Horn SAS
665 Av Blaise Pascal
77127 Lieusaint
Telefon +33 164 88 5958
Telefax +33 164 88 6049
infos@horn.fr
www.hornfrance.fr

Horn SAS
564 rue Claude Ballaloud
ZAE Bord d'Arve
74950 Scionzier
Telefon +33 4050 183148
Telefax +33 4050 182171
contact@horn.fr

Hindistan/*India*
LMT Fette (India) Pvt Ltd
29 (Old No. 14) II Main Road
Gandhinagar, Adyar
Chennai 600 020, India
Telefon +91 44 244 05 136
Telefax +91 44 244 05 205
lmt.in@lmt-tools.com
www.lmt-tools.com
www.boehlerit.com

İtalya/*Italy*
Boehlerit Italy S.r.l.
Via Papa Giovanni XXIII, Nr. 45
20090 Rodano (MI)
Telefon +39 02 269 49 71
Telefax +39 02 218 72 456
info@boehlerit.it
www.boehlerit.com

İran/*Iran*
Taban Abzar Pars Co
(TAPCO)
No 19, Rezaei Alley
Derakhi St, Sepehr St,
Farahzadi Blv Shahrak Gharb
Tehran, Iran
info@tabanabzar.com
Telefon +98-21-88583487-9
Telefax +98-21-88086744

Hırvatistan/Bosna & Hersek
Croatia/Bosnia & Herzegovina
Bulgaristan/*Bulgaria*
Karadağ/*Montenegro*
Romanya/Romania
Sırbistan/Serbia
HORN Magyarország Kft.
Gesztenyefa u. 4
9027 Györ
Telefon +36 96 55 05 31
Telefax +36 96 55 05 32
technik@phorn.hu
www.horn.hu

Meksika/*Mexico*
Boehlerit S.A. de C.V.
Av. Acueducto No. 15
Parque Industrial Bernardo Quintana
El Marqués, Querétaro
México. C.P. 76246
Telefon +52 442 221 5706
Telefax +52 442 221 5555
info@boehlerit.com.mx
www.boehlerit.com

Hollanda/*Netherlands*
Hagro Precisie b.v.
Industriepark 18
NL-5374 CM Schaijk
Telefon +31 486 462 424
Telefax +31 486 461 650
hagro@hagro.nl
www.hagro.nl
www.boehlerit.com

Polonya/*Poland*
Boehlerit Polska sp.z.o.o.
Złotniki, ul. Kobaltowa 6
62-002 Suchy Las
Telefon +48 61 659 38 00
Telefax +48 61 623 20 14
info@boehlerit.pl
www.boehlerit.com

Romanya/Romania
SC Profil Construct Expert SRL
Matei Corvin nr. 402 Hala 1
410313 Oradea, ROMANIA
Telefon +40 359 176 400
Telefax +40 745 411 695
viorel@pcetools.ro
www.pcetools.ro
www.boehlerit.com

Rusya/*Russia*
000 "Metin Group"
Skladochnaya, 6
127018, Moscow
Telefon +7 495 921 1342
Telefax +7 495 921 1342
www.boehlerit.com

HORN RUS LLC
5 Bryanskaya street
121059, Moscow
Telefon +7 495 968 21 68
Telefax +7 495 960 21 68
www.hornrus.com
www.boehlerit.com

İsveç/*Sweden*
HORN Sverige & Danmark
Powered by JR TOOL ApS
Box 1902
SE-701 19 Örebro
Telefon + 46 19 / 277 76 06
Telefax +46 19 / 277 76 08
info@phorn.se
www.phorn.se
www.boehlerit.com

İsviçre/*Switzerland*
Vargus Werkzeugtechnik Snel AG
Knonauerstraße 56
6330 Cham 1
Telefon +41 41 784 21 21
Telefax +41 41 784 21 39
info@vargus.ch
www.vargus.ch
www.boehlerit.com

Singapur/*Singapore*
Boehlerit Asia Pte Ltd
1 Clementi Loop 04-01
Clementi West District Park
Singapore 12 98 08
Telefon +65 64 62 1608
Telefax +65 64 62 4215
info@boehleritasia.com
www.boehlerit.com

Slovakya/*Slovakia*
Kancelár Boehlerit
Santraziny 753
760 01 Zlín
Telefon +420 577 214 989
Telefax +420 577 219 061
boehlerit@boehlerit.cz
www.boehlerit.com

Slovenya/*Slovenia*
KAČ trade d.o.o.
Ložnica pri Žalcu 46
3310 Žalec
Telefon: +386 3 710 40 80
Telefax: +386 3 710 40 81
info@kactrade.si
www.kactrade.com
www.boehlerit.com

İspanya/*Spain*
Boehlerit Spain S.L.
C/. Narcis Monturiol 11-15
08339 Vilassar de Dalt Barcelona
Telefon +34 93 750 7907
Telefax +34 93 750 7925
info@boehlerit.es
www.boehlerit.com

Güney Kore/*South Korea*
LMT Korea Co., Ltd
Room # 1520,
Anyang Trade Center
Bisan-Dong, Dongan-Gu
Anyang-Si, Gyeonggi-Do,
431-817, South Korea
Telefon +82 31 384 8600
Telefax +82 31 384 2121
lmt.kr@lmt-tools.com
www.lmt-tools.com
www.boehlerit.com

Çek Cumhuriyeti
Czech Republic
Kancelár Boehlerit
Santraziny 753
760 01 Zlín
Telefon +420 577 214 989
Telefax +420 577 219 061
boehlerit@boehlerit.cz
www.boehlerit.com

Macaristan/*Hungary*
Boehlerit Hungária Kft.
PO Box: 2036 Érdliget Pf. 32
2030-Érd, Kis-Duna u.6.
Telefon +36 23 521 910
Telefax +36 23 521 919
info@boehlerit.hu
www.boehlerit.com

USA
Kanada/*Canada*
Boehlerit USA
1140 No.Main St.
Lombard IL 60148
Telefon +1 847 734 9390
Telefax +1 847 734 9391
www.boehlerit.com

HORN USA, Inc.
320 Premier Court, Suite 205
Franklin, TN37067
Telefon +1 888 818-HORN
Telefax +1 615 771-4101
sales@hornusa.com
www.hornusa.com

boehlerittürkiye

BLT Teknik El Kitabı 08/2021