

boehlerit

Boehlerit Türkiye Eğitim Kitabı





Boehlerit Sert Metal, Türkiye'nin 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 Bölgesi'nde 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 144 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 servise teşkilatı ile 1967'den beri ülkemizin yanı sıra 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 işlemeyle 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 57 yıllık başarılı bir geçmişe sahip olmanın haklı gururunu yaşamaktadır. Sürekli gelişmemizi yurt içi ve yurt dışındaki müşterilerimizin takdir ve desteklerine borçlu olduğumuzun bilincindeyiz.

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





EĞİTİMLER

Boehlerit Türkiye'nin teknik eğitimleri 57 yıllık üretim tecrübesinin bir özeti niteliğindedir. Türkiye'nin sert metal uzmanı Boehlerit tarafından düzenli olarak verilen ücretsiz teknik eğitim seminerleri sektöre ilgi duyan insan kaynağına fayda sağlamaktadır. Boehlerit Türkiye son 5 yılda düzenlediği 83 seminer ile 3000 katılımcıyla eğitim vermiştir.



KALİTE

“Kalite bizim sözümüzdür ve asla ödün vermeyiz.”

Değerli Okuyucularımız,

Teknolojinin ve endüstrinin ilerlemesiyle birlikte, mühendislik ve üretim süreçleri de hızla evrim geçirmekte, daha karmaşık ve dayanıklı malzemelerle çalışma ihtiyacı artmaktadır. Bu bağlamda, kesici takımlar ve sert metal aşınma parçaları, endüstriyel üretimdeki kilit unsurlar arasında önemli bir yer tutmaktadır.

Bu kitap, talaşlı ve talaşsız imalat süreçlerinde kesici takımların, sert metal aşınma parçalarının ve tutucu sistemlerin kullanımını anlamak isteyen okuyuculara kapsamlı bir rehber sunmayı hedeflemektedir.

Kitabımız, endüstriyel süreçlerde, otomotiv sektöründe, havacılıkta, enerji alanında ve birçok diğer sektörde kesici takımların, aşınma parçalarının, tutucu sistemlerin nasıl kullanıldığını anlamak isteyen öğrencilere, mühendislere, operatörlere ve her seviyede teknik profesyonellere hitap etmektedir. Ayrıca, parçalarının seçimi, bakımı, ve en verimli şekilde nasıl kullanılacağı konularında pratik bilgiler sunarak, okuyucuların günlük endüstriyel uygulamalarda başarılı olmalarına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

Yılların tecrübesine sahip uzmanlar tarafından derlenen bilgilerle, gerçek uygulamalar ve başarı hikayelerinden ortaya çıkan zengin içeriğiyle sizleri sert metalin büyüğü dünyasına davet ediyoruz.

Teknik el kitapçığımız ile sektöre ilgi duyan insan kaynağına fayda sağlamayı amaçlıyoruz.

Boehlerit Sert Metal ve Takım Sanyı ve Ticaret A.Ş.

Değerli Okuyucularımız,

Yeni hazırladığımız üçüncü versiyon Boehlerit Türkiye Eğitim Kitabımızı sizlerle paylaşmanın huzuru içindeyiz. Farklı konuları işlediğimiz yeni el kitabımızla tablo ve grafikler ile açıklamalı bilgilere yer verilmiştir.

Talaşlı ve talaşsız imalat teknolojileri tüm üretim süreçlerinde görev yapan her çalışan için son derece önemlidir. Üretim aracı olarak kullandığımız sert metallerin bilinçli olarak kullanılması ise ayrıca önem taşımaktadır. Günümüzde makina, mekatronik, metalürji ve endüstri mühendisliği bilim dallarını içine alan talaşlı ve talaşsız imalat teknolojisinin ana bileşenleri; kesici takımlar, aşınma parçaları ve tutucu sistemlerinin temel özelliklerine yer verdiğimiz eğitim kitabımızla mesleki eğitim süreçlerine ve sektöre katkı sunmak kuşkusuz 57 yıldır üretim yapan Boehlerit Türkiye için mutluluk vericidir. Talaşlı ve talaşsız imalat proseslerinin ihtiyacı olan çelikten yaklaşık 8 kat sertliğe sahip sert metal kullanımı günümüzde daha verimli bir üretimin temel unsuru olarak kabul edilmektedir. Kesici takım malzeme grupları, iş parçası malzemeleri, sert metal tanımı ve kullanım alanları, torna ve frezeleme süreçleri, tutucu sistemleri ve takım ekonomisi konularına detaylı yer verilmiştir.

Bilgi paylaştıkça güzel mottosu ile çıktığımız bu yolda ilk iki versiyondan sonra gördüğümüz ilgi karşısında bizlerin motivasyonunu arttıran değerli sanayicilerimize ve okuyucularımıza teşekkür ediyoruz. Bugüne kadar iki bin beş yüz adedin üzerinde kitabımızı üretimde yer alan operatörler, mühendisler, programcılar, akademisyenler ve öğrencilere ulaştırdığımızı belirtmek isteriz. Yeni kitabımızı dijital olarak da www.boehlerit.com.tr web sitemiz üzerinden takip edebilirsiniz.

Boehlerit Türkiye Eğitim Kitabının talaşlı ve talaşsız imalata gönül verenlere yararlı ve hayırlı olmasını dileriz.

Boehlerit Sert Metal ve Takım Sanyı ve Ticaret A.Ş.

Ediz Tuğrul

Pazarlama Yöneticisi



Üretime Genel Bakış

Toz Hazırlama



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

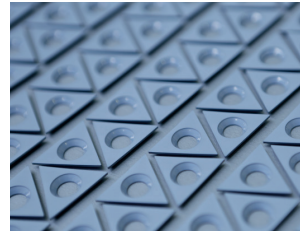
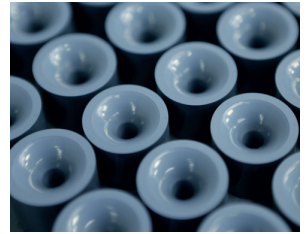
Hammadde, Karıştırıcı içinde nemli ortamda yoğrulduktan sonra kurutma kulelerinin içinde kurutulur. Bu aşamada, ürün toz haline getirilmiş ve preslenmeye hazır haldedir.



Karıştırıcı

Presleme

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



Pres Atölyesi

Şekillendirme



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

Şekillendirme Atölyesi

Mekanik İşlemler



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

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

Mekanik Atölyesi

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

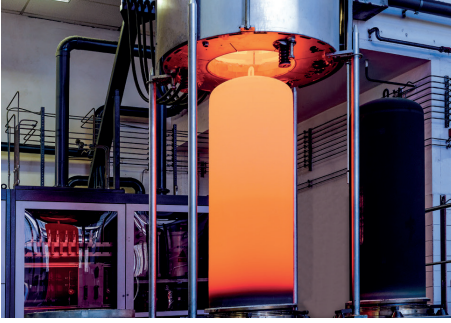


Üretim sırasında ürünlerin üzerinde biriken yağ, metal tozu gibi maddeler ultrasonik yıkama makinasında çeşitli kimyasalları içeren banyolardan geçerek temizlenir ve kurutulur.

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 kaplanması 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 Tarihçesi

12-14

KESİCİ TAKIMLAR

Kesici Takım Malzemeleri

16-19

ISO Normları ve Metallerin Gruplandırılması

20-22

İş Parçası Malzemeleri

23-25

Metal Kesmeyi Anlamak

26-32

Sert Metallere Uygulanan Kaplamalar

33-37

TORNALAMA

Tornalamada Kullanılan Terimler ve Açıklamaları

41

(Kesme Hızı-İlerleme-Kesme Derinliği-Giriş Acısı-Talaş Kalınlığı-Talaş Genişliği)

Tornalama Yöntemleri

42

Uç Performansı

43-44

Soğutma Sıvısı

45

Uç Köşe Radyüsleri

46

Kesme kenarının korunması

47

Kesici Uç Tipleri

48

En Uygun Uç ve Takım Yaklaşımı

49-53

Titreşim

54-55

Boehlerit Tornalama Talaş Kırıcı Geometrilere

56

FREZELEME

Frezelemede Kullanılan Terimler ve Açıklamaları

60

(Kesme Hızı-Diş Başı İlerleme-Tabla İlerlemesi-Radyal kesme derinliği)

Kesme Derinliği-Giriş Acısı-Talaş Kalınlığı)

Frezeleme Yöntemleri

61-62

Frezeleme Vibrasyon ve Hızlı İlerleme

63-66

Frezelemede Takım ve Uç Geometrisi

67

Frezeleme Sembolleri

68

Freze Seçimi

69-71

3D Kopya Freze Uygulamaları

72-73

Başarı Öyküsü

74-76

Etkin Frezeleme için Problem Çözme Teknikleri

77

DELİK DELME

Delik Delme

80-81

Talaş akışı, denge ve talaş formu

82-83

Başarı Öyküsü

84

Takım Aşınmaları

85-91

Takım Ekonomisi

92

AŞINMA PARÇALARI

Neden Sert Metal Kullanmalıyız ve Kullanım Alanları

96-97

Sert Metal Toz ve Üretimi

98-103

Sert Metalin Özellikleri

104

Aşınma Parçaları Örnekleri

105

TAKIM TUTUCU SİSTEMLERİ

Tutucular

108-111

Balans

112

Çekirme Cıvatası (PULLSTUD)

113

Pens Kullanımı

114-115

Veldon-Bilyalı Tutucu

115-116

Shrink Makinası ve Tutucular

117-122

Kılavuz Çekme Tutucu ve Adaptörleri

123

TEKNİK BÖLÜM

Birimler ve Formüller

126

Parmak Freze Terminolojisi

127

Pratik Kesme Değerleri Tabloları

128-129

Matkap Terminolojisi

130-131

Kılavuz Terminolojisi

132-134

ISO Vida Ölçüleri ve DIN Şaft ve Kare Ölçüleri

135-141

Yüzey Pürüzlülük Sembol ve Değerleri

142

Mil Tolerans Tablosu

143

Delik Tolerans Tablosu

144

Problemler ve Çözümleri

145-146

Özel Takım Talep Formu

147

Sertlik Mukayese Tablosu

148

Çevre, Alan ve Hacim Formülleri

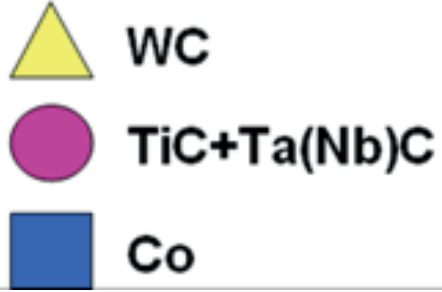
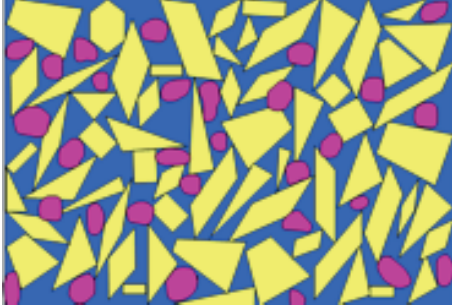
149

Ölçü Değişim Tablosu

150

Sert Metal Nedir?

Sert metal Toz metalurjisi ile üretilen bir yada bir kaç farklı malzemenin (metal yada seramik) metal bağlayıcıları ile birleşmesinden oluşan kompozit 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), β-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 metaller mekanik, termal ve kimyasal reaksiyonlara karşı direnç oluşturmakta olup çok yaygın bir kullanım alanına sahiptirler. Çelikten yaklaşık 4-6 kat daha sert olan sert metaller sayesinde talaşlı ve talaşsız imalat endüstrisinde yüksek performans elde edilmekte, maliyetler aşağıya çekilmektedir.

Mekanik



- Yüksek sertlik değeri
- Yüksek basınç dayanımı
- Yüksek aşınma direnci
- Yüksek kenar dayanımı
- Uzun ömür

Termal



- Yüksek sertlik dayanımı
- Yüksek sıcaklık direnci
- Termal şok direnci

Kimyasal



- Yüksek oksidasyon direnci
- Düşük difüzyon değeri
- Düşük yapışma eğilimi

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 akma 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.

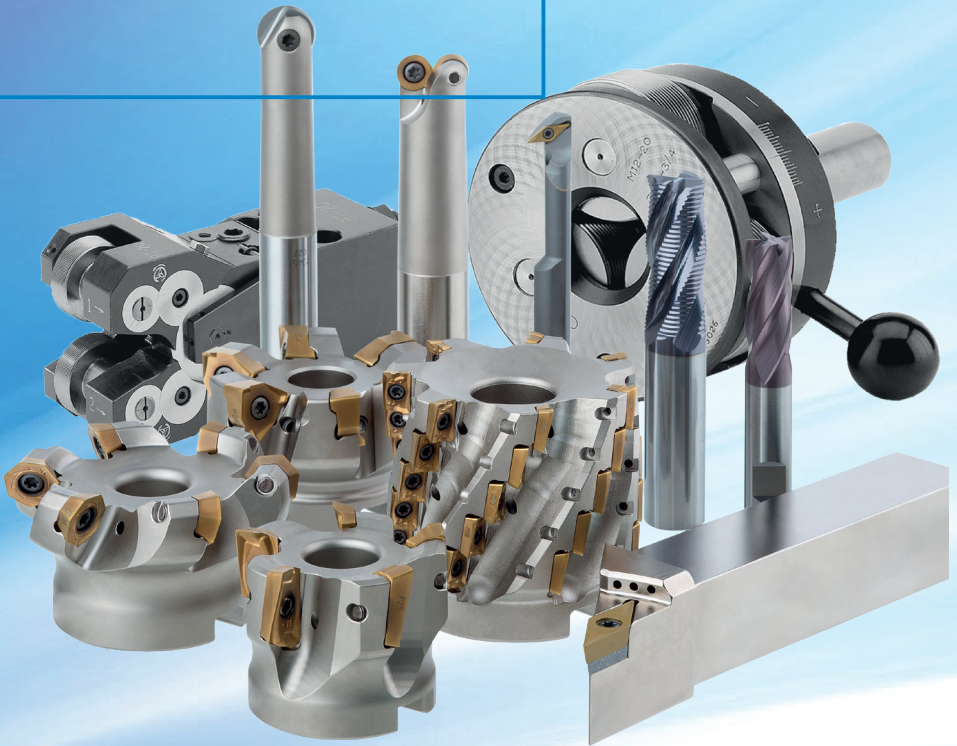
Talaşın biçimlenmesi konusundaki ilk çalışmalar ise 1870'de Time ve 1873'te Fransız bilim adamı Teresca tarafından yapılmıştır. 1881'de Mollock, malzemenin kesilmesinde kesme metodunun talaş biçimlenmesinde esas olduğunu ileri sürerek takım yüzeyindeki sürtünme etkisi üzerinde durmuştur. Kısmen biçimlendirilmiş talaş özelliklerinden yola çıkarak talaş çeşitlerini ortaya çıkartmıştır. Kesme metoduna takım ucunun ve kesme sıvılarının etkisini araştırmış ve istenmeyen sonuçlara yol açan dengesiz kesme metodlarını 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 teknolojinin gelişmesine öncülük etmişlerdir.

boehlerit

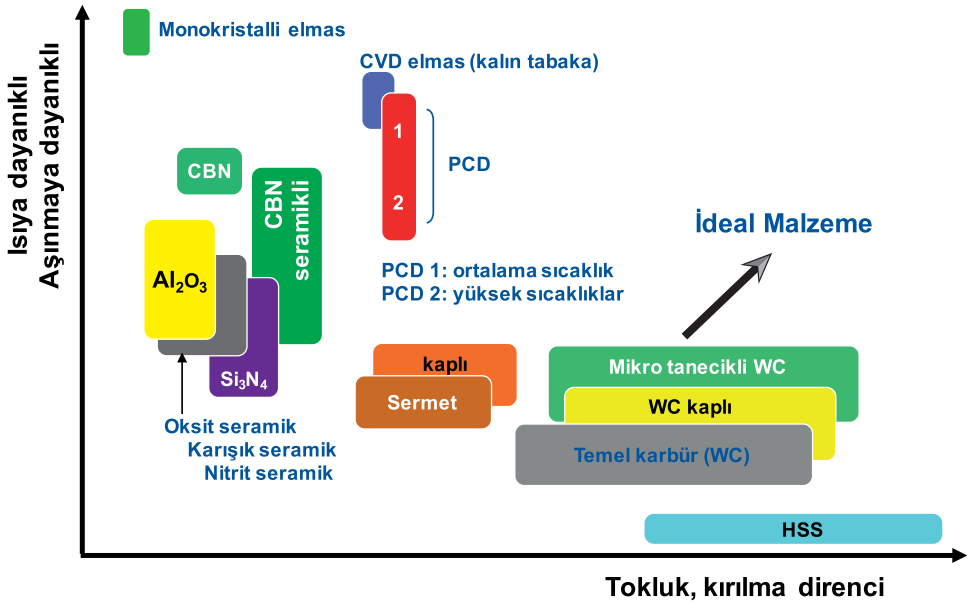
Kesici Takımlar



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.

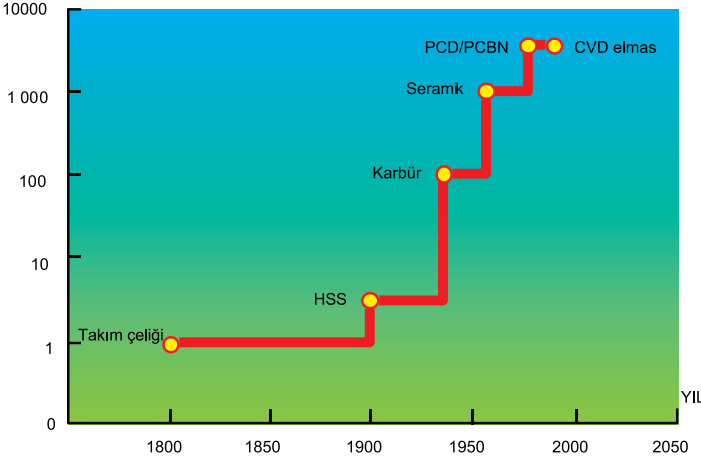


İdeal kesici takım malzemesi:

- 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.

Kesici Takımlar-İş Parçası Sertlik Değeri

İş parçası malzemesi sertliğine bağlı olarak ideal kesici takım malzemesi seçilmelidir, takım performansı için çok önemlidir.

Metal kesme işlemiyle ilgili olarak şu soru sıklıkla ortaya çıkar:

"Hangi iş parçası malzemesi için hangi kesici takım malzemesi kullanılıyor?" İş parçası malzemesinin sertliği ve/veya mukavemeti üst sınıra ulaşırsa veya işlenebilirlik zorlaşırsa nasıl bir malzeme kullanmalıyız. Uygulamada aşınan takımlar kenar değişimi ile kullanılmaya devam eder, dolayısıyla takım kırılmadan aşınmasına müsaade edilmelidir.

Bir başka açıdan bakıldığında "Kesme verileri ekonomik açıdan uygun mudur yoksa karlılığı etkileyen durumlar mı vardır? Takım aşınma sürelerini nasıl arttırabiliriz ve üretim sürelerini nasıl aşağıya çekebiliriz sorularına ideal kesici takım malzemeleri seçimi ile cevap bulabiliriz.

Kaplamalı Karbürler, çok geniş bir alanda kullanılmaktadır. Kesici takım kullanımlarına baktığımızda karbürlerin payı %70'dir.

KARBÜRLER ile genel olarak orta sertlikteki çelikler, paslanmaz çelikler ve dökme demir malzemeler işlenir.

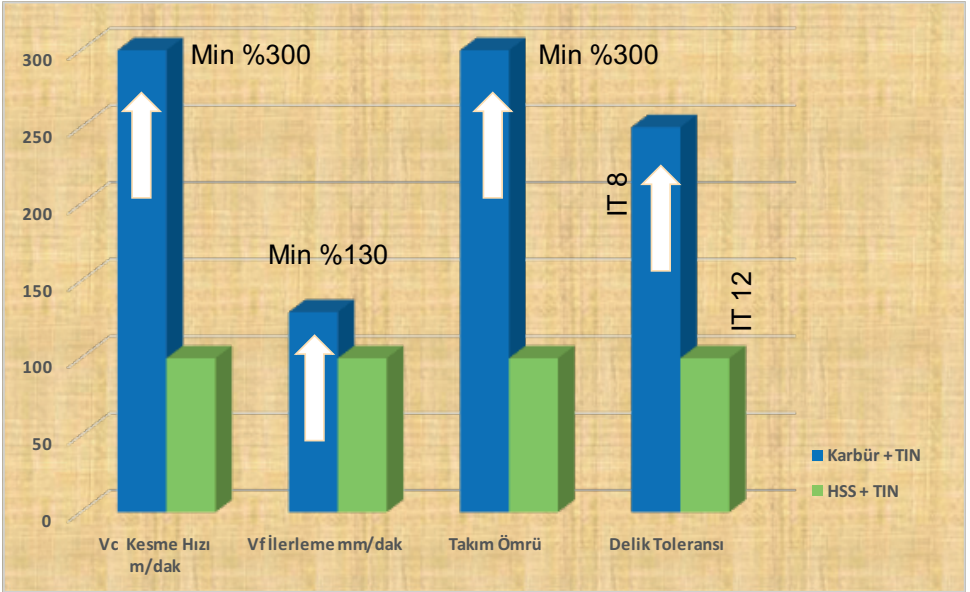
Döküm malzemelerin işlenebilirliği zorlaştığı zaman, sert döküm merdane gibi iş parçalarında SERAMİK kesiciler tercih edilir.

48HRC'nin üzerindeki sertliğe sahip çelikler, rulman çelikleri kübik bor nitrür CBN kesiciler ile işlenmektedir.

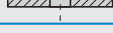
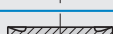
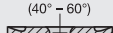
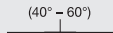
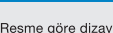
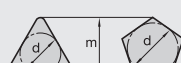
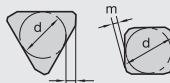
Kesici Takım Malzemeleri										
Sert Metal										
				Seramik						
				CBN						
İş Parçası Sertlik Değerleri										
25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	HCR
2502	85	380	420	485	560	HB				
8609	70	1100	1290	1430	1670	2000	N/mm ²			

Sert metal ve HSS takım performans tablosu

- Yüksek kesme hızı, düşük işleme zamanı
- Yüksek ilerleme değeri, daha rahat talaş atımı
- Uzun takım ömrü, takım değişim zaman kazancı
- Üretim maliyetlerinde azalma
- Daha hassas yüzey kalitesi



ISO Normlar

S	N	M	X	12																																																																														
Uç şekli	Boşluk açısı	Toleranslar	Talaş kırıcı, sıkma tipi	Kesici kenar uzunluğu																																																																														
A 		<table><thead><tr><th></th><th>m</th><th>s</th><th>d</th></tr></thead><tbody><tr><td>A</td><td>±0,005</td><td>±0,025</td><td>±0,025</td></tr><tr><td>C</td><td>±0,013</td><td>±0,025</td><td>±0,025</td></tr><tr><td>E</td><td>±0,025</td><td>±0,025</td><td>±0,025</td></tr><tr><td>F</td><td>±0,005</td><td>±0,025</td><td>±0,013</td></tr><tr><td>G</td><td>±0,025</td><td>±0,13</td><td>±0,025</td></tr><tr><td>H</td><td>±0,013</td><td>±0,025</td><td>±0,013</td></tr><tr><td>J</td><td>±0,005</td><td>±0,025</td><td>bkz. Tab. 4</td></tr><tr><td>K</td><td>±0,013</td><td>±0,025</td><td>bkz. Tab. 4</td></tr><tr><td>L</td><td>±0,025</td><td>±0,025</td><td>bkz. Tab. 4</td></tr><tr><td>M</td><td>bkz. Tab. 5</td><td>±0,13</td><td>bkz. Tab. 4</td></tr><tr><td>N</td><td>bkz. Tab. 5</td><td>±0,025</td><td>bkz. Tab. 4</td></tr><tr><td>U</td><td>bkz. Tab. 5</td><td>±0,13</td><td>bkz. Tab. 4</td></tr></tbody></table>		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		<table><thead><tr><th></th><th>I</th></tr></thead><tbody><tr><td>06</td><td>6,350</td></tr><tr><td>07</td><td>7,938</td></tr><tr><td>09</td><td>9,525</td></tr><tr><td>11</td><td>11,000</td></tr><tr><td>12</td><td>12,700</td></tr><tr><td>15</td><td>15,875</td></tr><tr><td>16</td><td>16,500</td></tr><tr><td>19</td><td>19,050</td></tr><tr><td>22</td><td>22,000</td></tr><tr><td>25</td><td>25,400</td></tr><tr><td>31</td><td>31,750</td></tr><tr><td>38</td><td>38,100</td></tr></tbody></table>		I	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
		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																																																																															
	I																																																																																	
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																																																																																	
B 																																																																																		
C 																																																																																		
D 																																																																																		
E 	α_n																																																																																	
H 	A	3°																																																																																
K 	B	5°																																																																																
L 	C	7°																																																																																
M 	D	15°																																																																																
O 	E	20°																																																																																
P 	F	25°																																																																																
R 	G	30°																																																																																
S 	N	0°																																																																																
T 	P	11°																																																																																
V 	O																																																																																	
W 	Özel olarak verilecek boşluk açısı.																																																																																	
Kenarların eşit olmaması durumunda uç açısı daima küçük olan açıdır.		   	X Resme göre dizayn edilmiş uçlar																																																																															

ISO Normlar

06 Kalınlık

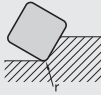


	S
02	2,38
03	3,18
T3	3,97
04	4,76
05	5,56
06	6,35
07	7,94
08	8,00
09	9,52

Ölçüler mm

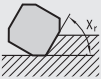
AN Kesici kenar köşesi

Radyüslü uçlar için



	Köşe radiusü
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
	X_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

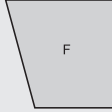
Yuvarlak uçlar metrik

MO

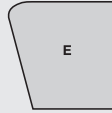
Yuvarlak uçlar inch

OO

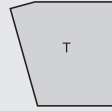
S Kesici kenar durumu¹⁾



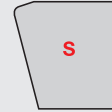
Keskin kenar



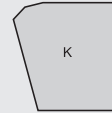
Yuvarlatılmış kenar



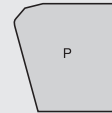
Kenar pah kırılmış



Pahlı yuvarlatılmış kenar*



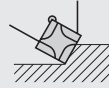
Çift pah kırılmış kenar



Çift pah kırılmış ve yuvarlatılmış kenar

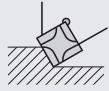
N Kesme yönü¹⁾

R



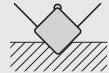
Sağ kesme yönü

L



Sol kesme yönü

N



Sağ-sol kesme yönü

1) İsteğe bağlı olarak farklı harfler kullanılabilir.

MP Boehlerit-Norm

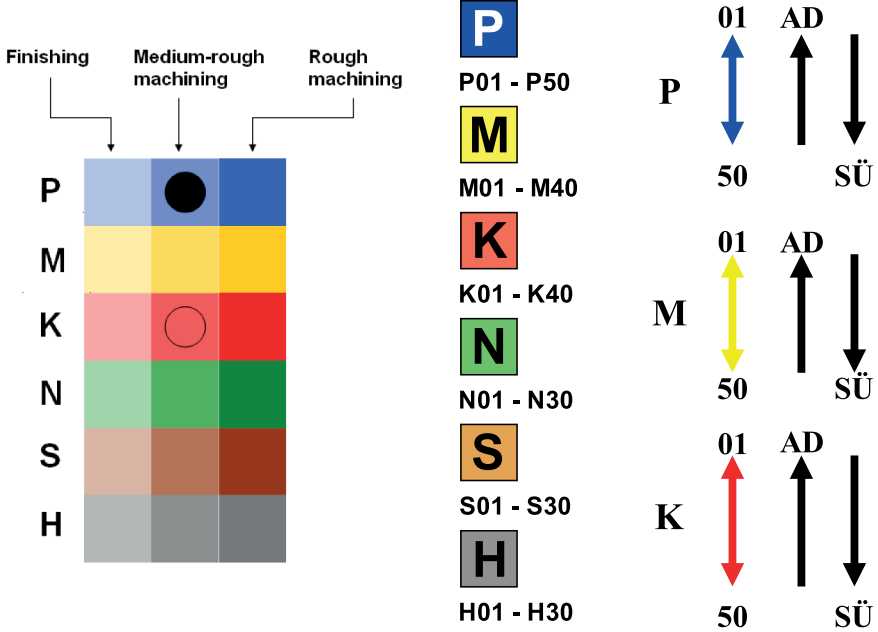
Geometri kodu

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



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

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

Talaşlı imalat endüstrisinde iş parçasının bilinmesi uygun kesici takımların seçimi ve ideal talaş kaldırma işlemi için son derece önemlidir. Her malzeme farklı alaşım, ısı 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. Alaşımli 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 yapılarla 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.

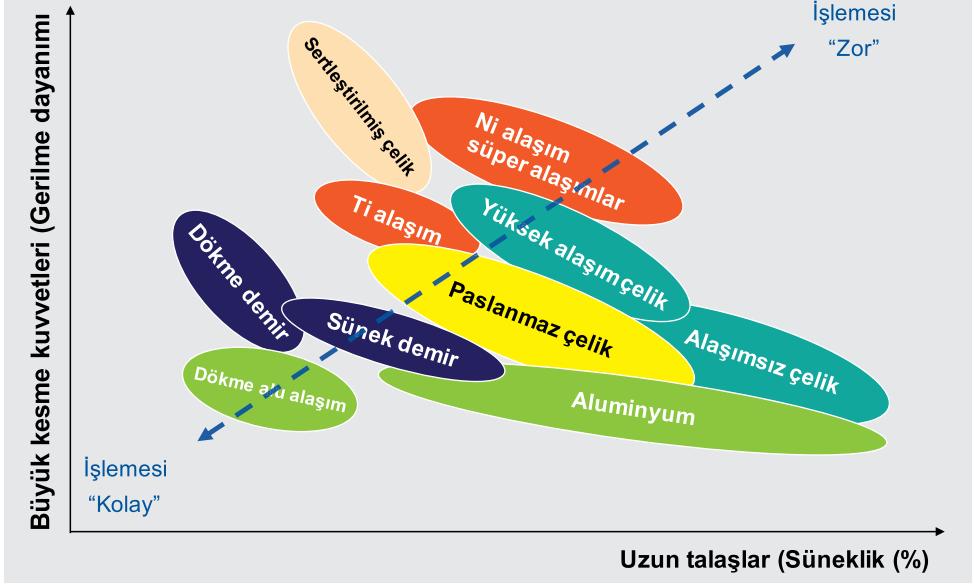
S

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

H

SERTLEŞTİRİLMİŞ 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



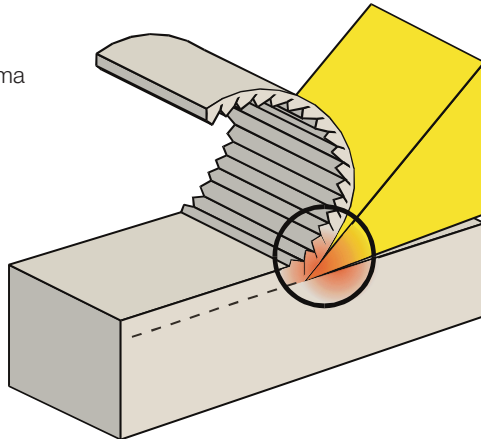
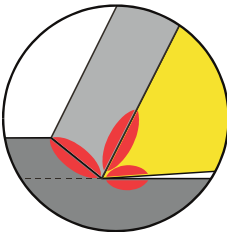
İşlenebilirliğin kaliteler veya sayılar gibi doğrudan bir tanımı yoktur. Geniş anlamda işlenecek iş parçası malzemesinin kabiliyetini, kesici kenar üzerinde yarattığı aşınmayı ve elde edilecek olan talaş oluşumunu içerir. Bu bakımdan düşük alaşımlı karbon çeliğin kesilmesi zorlu östenitik paslanmaz çeliklere 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 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.

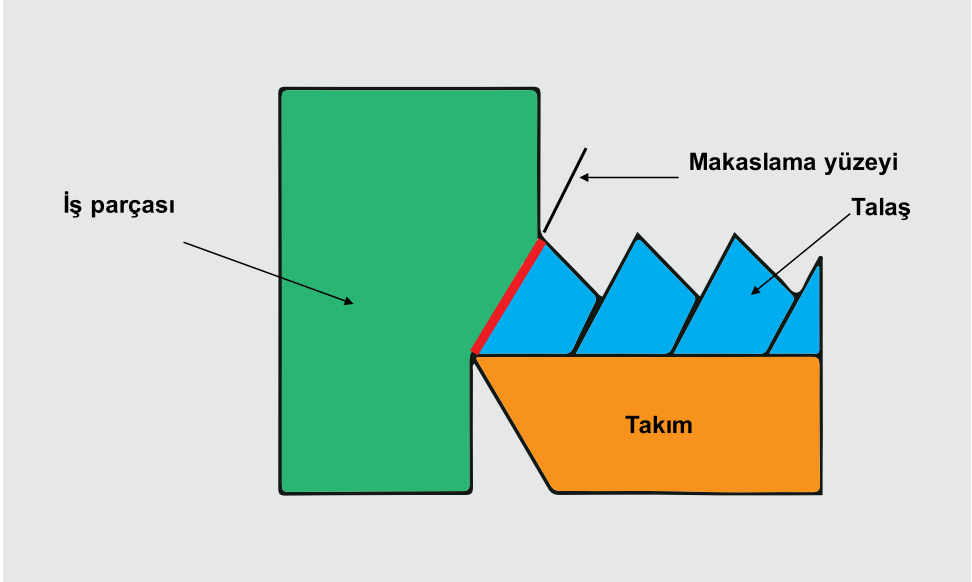
	Mo	Cr	N	Ni	C	Ti	Mn	S	Ca	Pb
İşlenebilirlik	☹️ ☹️ ☹️	☹️ ☹️ ☹️	☹️ ☹️ ☹️	☹️ ☹️ ☹️	☺️	☹️ ☹️ ☹️	☹️ ☹️ ☹️	☺️ ☺️ ☺️	☺️	☺️ ☺️ ☺️
	Molibden	Krom	Nitrojen	Nikel	Karbon	Titanyum	Manganez	Sülfür/fosfor	Kalsiyum	Kurşun

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



Metal Kesmeyi Anlamak

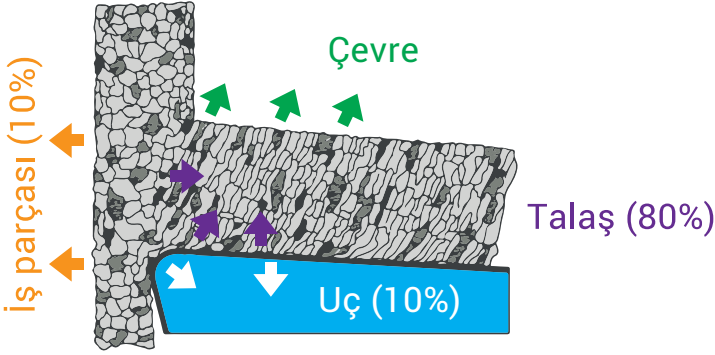
Metal kesme işlemi ısıyla yapılan mekanik bir işlemdir. Malzemeyi makaslayarak paketler halinde talaş oluşturma kadar deforme etmektir.



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.

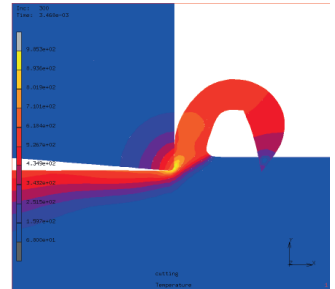
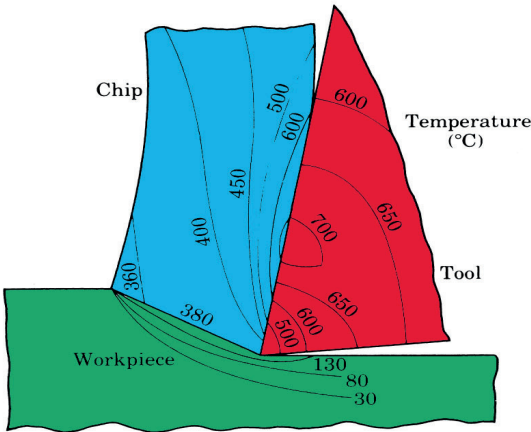
Metal Kesmede Isı Oluşumu ve Kesme Sıcaklıkları

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 etkindir.

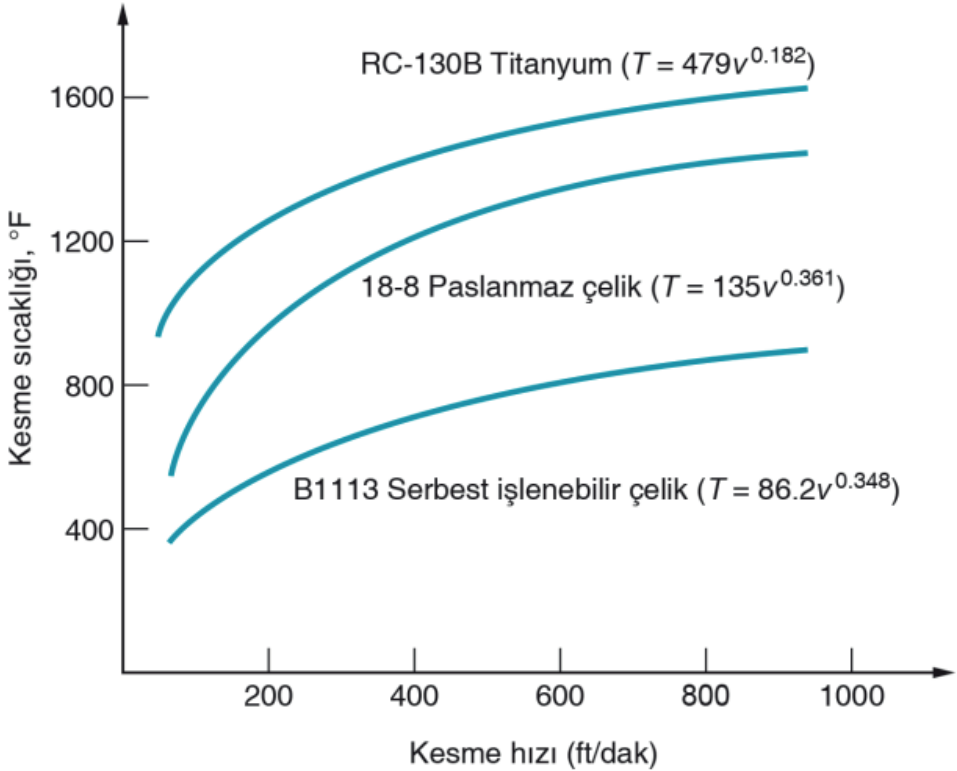


Metal Kesmede Isı Oluşumu ve Kesme Sıcaklıkları

Malzemelerin özelliklerine bağlı olarak kesme işlemi sırasında oluşan sıcaklıklar değişkenlik gösterir. Uçak motor parçalarında kullanılan titanyum malzemeler çok yüksek sıcaklıklar altında uzun süre çalışabilmektedir.

Paslanmaz çelikler, krom ve mangan gibi aşınma direnci yüksek elementler içerdikleri ve hava ile teması sırasında Cr_2O_3 tabakası oluşturdıkları için işlenmesi oldukça zordur. İşlenmesi zor malzeme grupları işleme sırasında yüksek sıcaklık oluştururlar, bu sebeple bu malzeme gruplarını işlerken kesme hızları sınırlı olmalıdır.

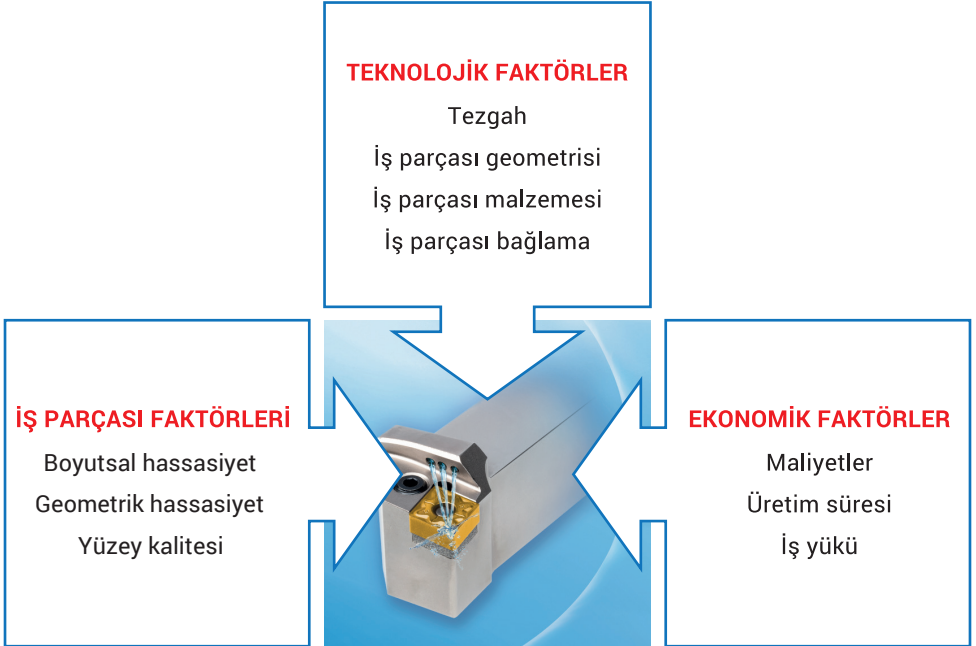
Ör: Titanyum için kesme hızı 60-70 m/dak, Paslanmaz 316 için kesme hızı 120-140 m/dak olabilir.



Metal Kesmeyi Etkileyen Faktörler

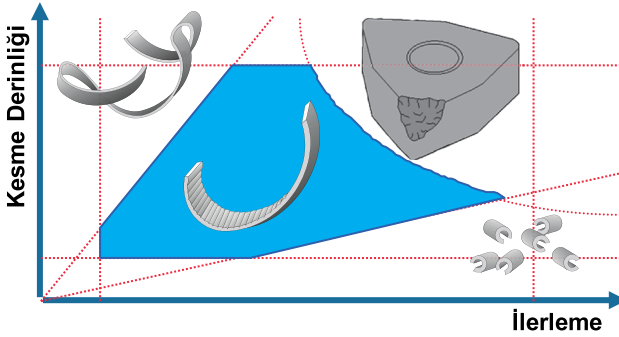
Metal kesme işlemi; iş parçası teknolojik ve ekonomik faktörler göz önüne alınarak yapılmalıdır.

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.



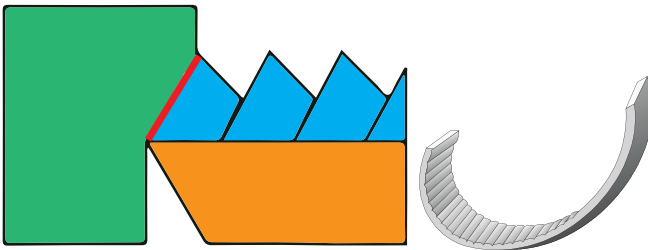
Kesme kuvvetleri ve talaş şekli, kesme derinliği ve uç geometrisi tarafından belirlenir.

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; tezgahın daha az güç çekilir, kesme kenarında daha az stres oluşur, boşaltımı kolay olur.

Kısa ve ince talaş elde edersek; tezgahın 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

Boşluk açısı
Giriş açısı

Uc radyüsü

Kaplama

Kesme kenarı ve
talaş kırıcı
geometrisi

Kesme Şartları

İlerleme

Kesme derinliği

Talaş kalınlık
Oranı

Kesme hızı

Malzeme

Sertlik

Çekme muk.

Süneklik

Yapı

Kesme Sıvısı

Kuru işleme

Emülsiyon

Püskürtme

Kısa ve spiral şekilli talaş oluşturun



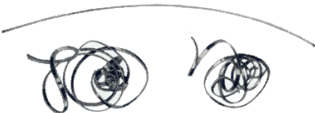
- Daha az güç gerekir.
- Kesme kenarında daha az stres
- Düşük kesme kuvvetleri
- Boşaltımı kolay

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



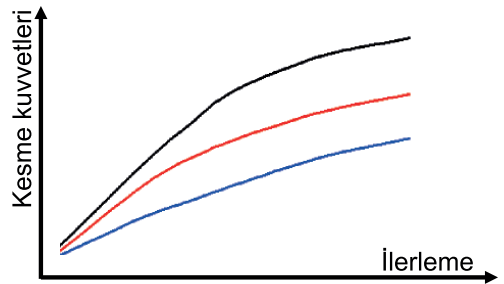
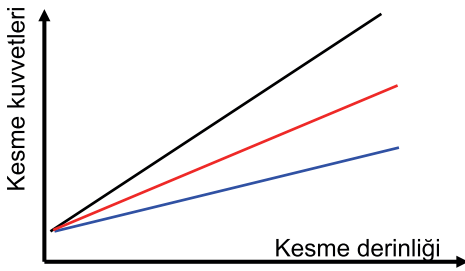
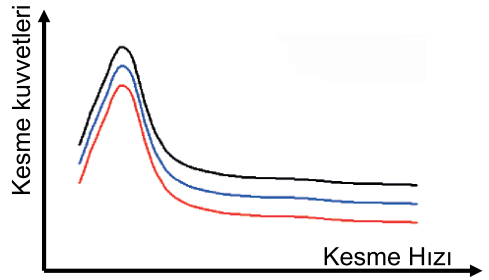
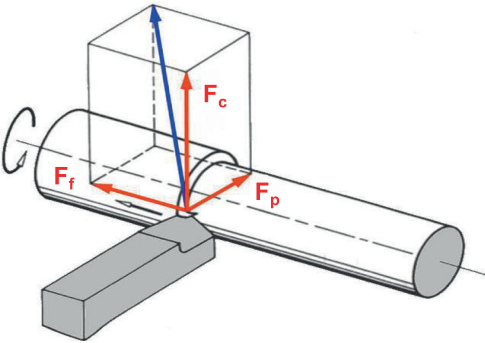
- Boşaltımı zor
- Operatör için tehlike lidir.
- Yeniden kesilip takıma ve parçaya zarar verir

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'inden 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 artırır. Talaşa 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 kütsel 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.



CVD Fırını



PVD Fırını

Kaplama Yöntemleri

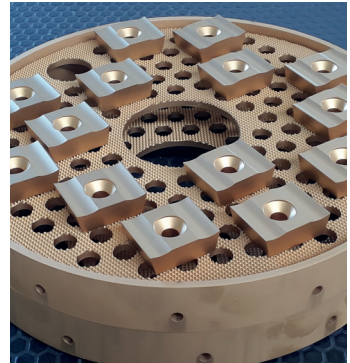
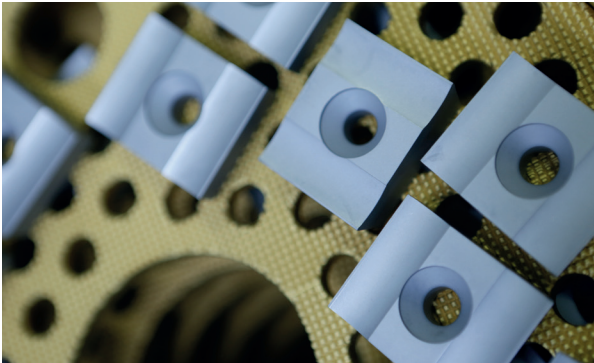
Gaz fazından biriktirme sert metal takımlara uygulanan tüm sert kaplamaların uygulanma yöntemini karakterize eder. Kaplanacak malzemeler kaplama reaktörüne sokulur ve taban yüzeylerinde metal ve gaz atomlarının kontrollü reaksiyonu gerçekleşir. Termal ve plazma destekli kaplama yöntemleri arasındaki 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 üretilen çeşitli kaplamalar gösterilmiştir.

HT-CVD	MT-CVD	PA-CVD	PVD	Elmas kaplama
TiN TiC TiCN Al ₂ O ₃	TiCN	TiN TiCN TiAlN	TiN TiCN TiAlN	Saf elmas
Teknikler: LP-CVD AP-CVD Sıcaklıklar (°C) 900-1100	LP-CVD 750-900	LP-CVD 750-900	Elektron demeti Ark Sıçratma 300-600	Sıcak flaman Mikrodalga Plazma Plazma torch 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.

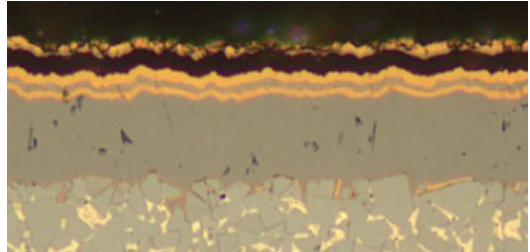
HT-CVD yöntemi ile üretilmiş Al₂O₃ kaplı takımlar çelik ve dökme demirlerin yüksek hızlarda işlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

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.

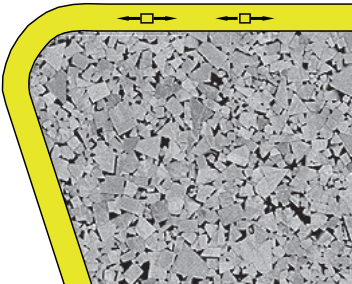
Titanium nitride (TiN - Sarı) →
yüksek ısı ve oksidasyon direnci krater aşınmasına direnç.

Aluminium oxide (Al₂O₃ - Siyah) →
Dengeli kimyasal krater aşınması

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



Kaplama Teknolojileri



CVD (Kimyasal Buhar Birikimi)

- + Eşit kaplama kalınlığı.
- + Kalın, aşınmaya dayanıklı kaplama.
- + İyi yapışma (geçiş)
- Gerilme direnci
- Büyük aşınma direnci gerektiren uygulamalar.
- Ortadan kalına kadar talaş kalınlığı.

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.



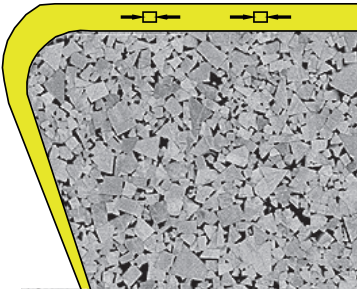
PVD kaplamaların sağladığı avantajlar arasında, düşük kaplama sıcaklıkları, keskin köşeler üzerine düz, ince taneli, çatlaksız olarak kaplanabilme özelliği ve içerdiği kalıntı basma gerilmeleri sayılabilir. PVD yöntemleri ile karbür kesici takımlara ve sermetlere TiN kaplamalar başarıyla uygulanmaktadır.

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.

Kaplama Teknolojileri



PVD (Fiziksel Buhar Birikimi)

- + Keskin kesme kenarı
 - + Basınç stresi
 - + Alt tabaka ile reaksiyon yok.
 - Düşük yapışma (bağlama)
 - Eşit olmayan kaplama kalınlığı.
-
- Kesme kenarı keskinliği ve aşınma direnci gerektiren uygulamalar.
 - Küçük talaş kalınlığı.

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 yönelirler 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.

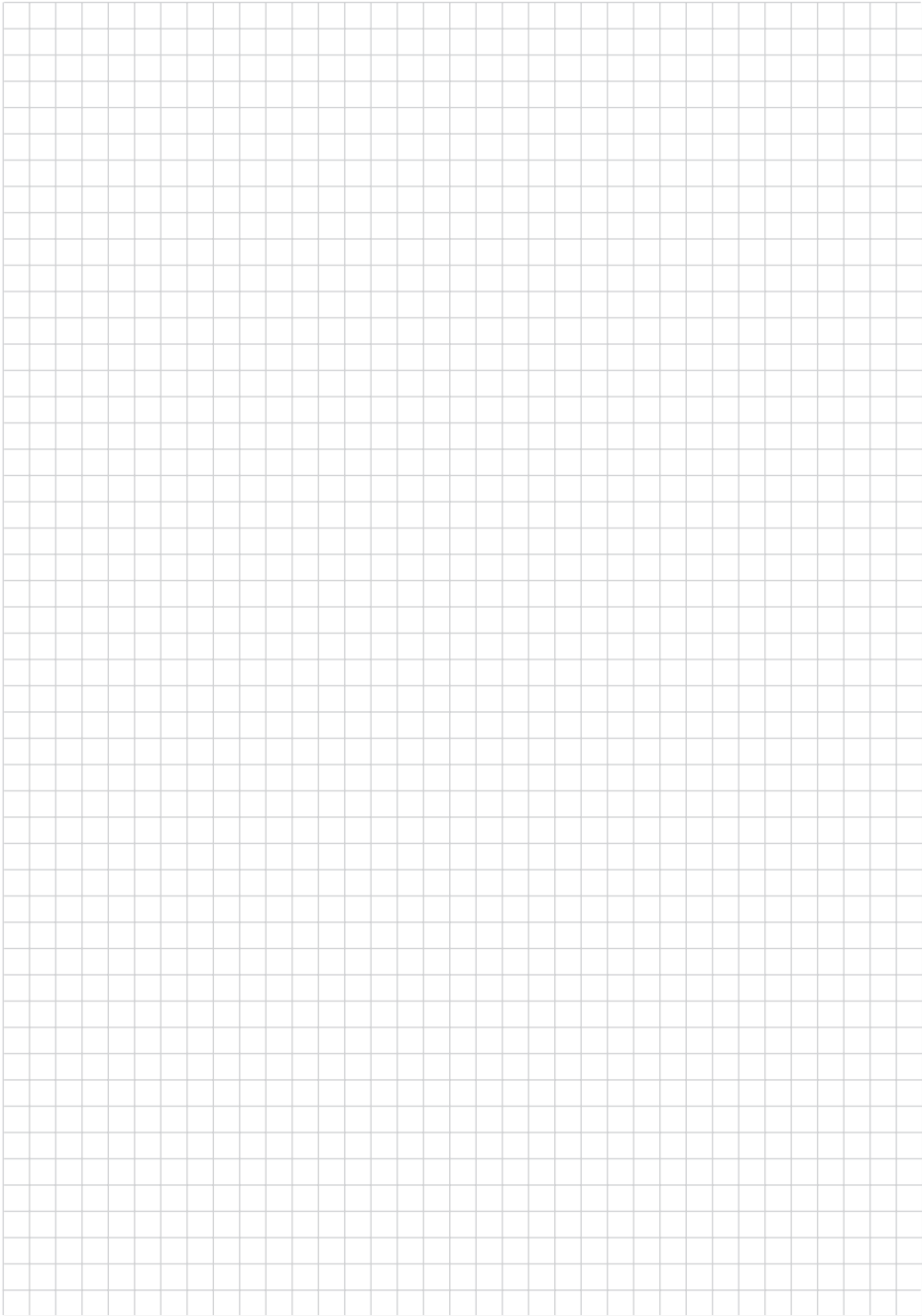
Kübik BN (c-BN) Kaplamalar

Kübik BN (c-BN), BN'in yüksek basınç fazıdır. Yeryüzündeki en sert ikinci malzemedir ve yapısı itibarı 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

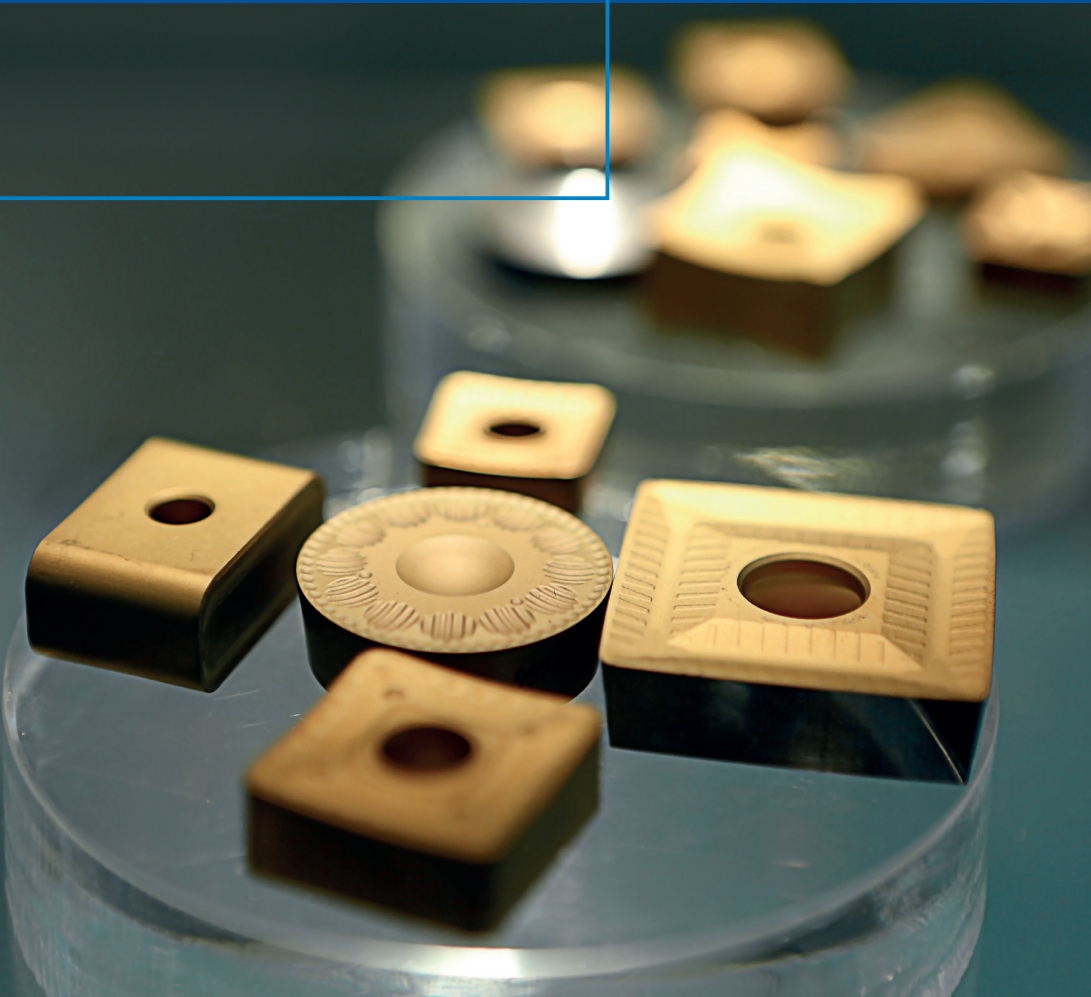
Son yıllarda CVD yöntemleri ile kaplı karbür kesici takımların uygulama alanları giderek artmıştır. MT-CVD kaplamalar, HT-CVD kaplamalara göre yüksek tokluk ve düşük sıcaklıklarda kaplama olanağı gibi avantajlar sağlasa da bu teknolojinin TiCN dışındaki katmanlara uygulanabilmesi şu an için mümkün görünmemektedir. 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 artırmaktadır.

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 düşünülür CVD kaplamalardadır.



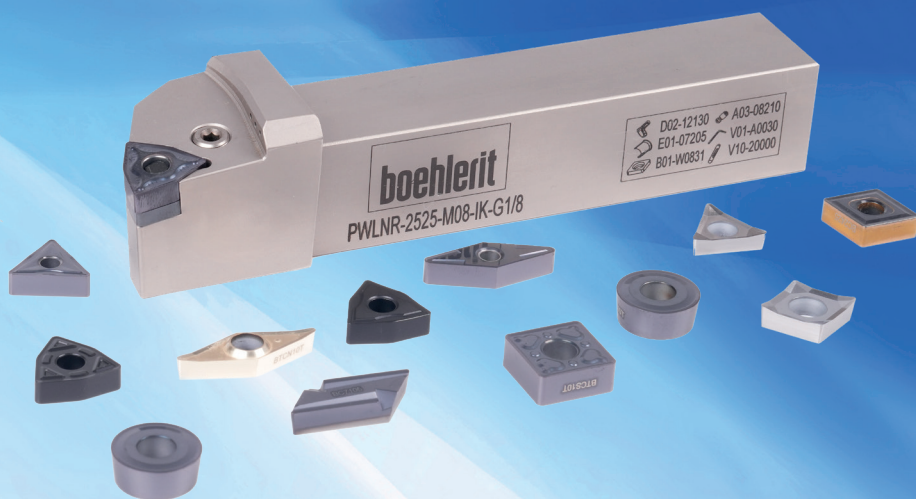
boehlerit

Ağır Sanayi Endüstrisi
için Kesici Uçlar



boehlerit

Tornalama

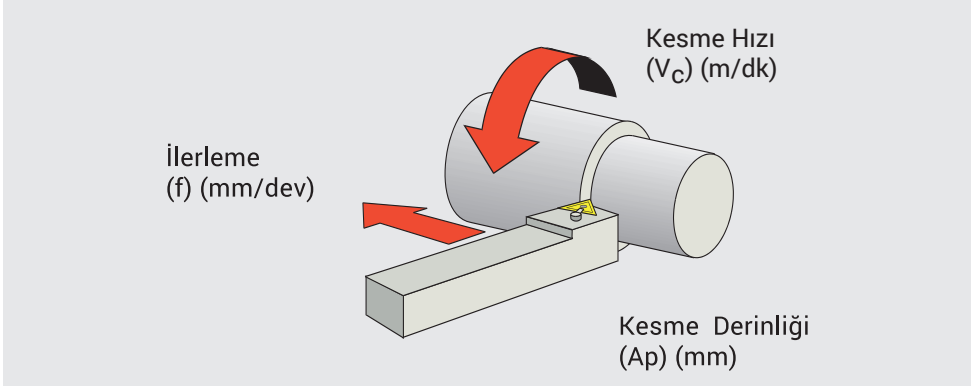


Tornalama

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 V_c (m/dak): Takımın iş parçası boyunca hareket hızıdır.

Kesici kenarın bir devirde kat ettiği mesafedir.



Kesme Hızı, m/dak

$$V_c = \frac{\pi \times D_m \times n}{1000}$$

Fener mili hızı, dev/dak

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m}$$

İşleme süresi, dak

$$T_c = \frac{L_m}{f_n \times n}$$

Talaş kaldırma değeri, cm^3/dak

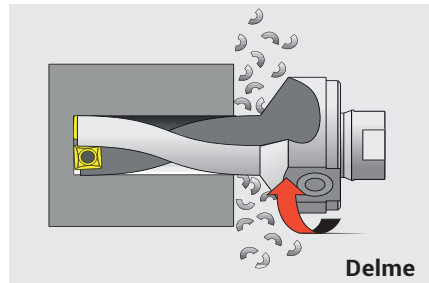
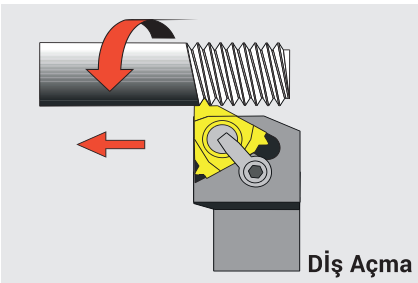
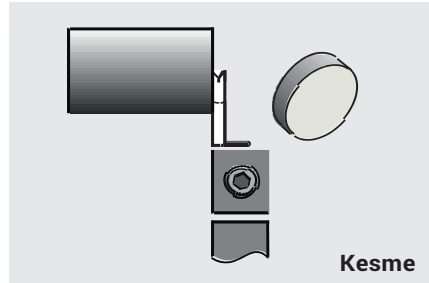
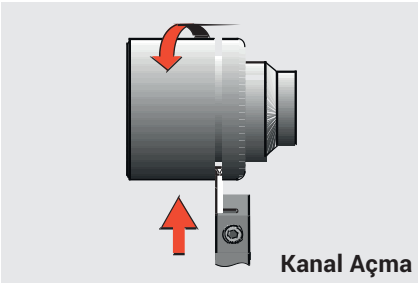
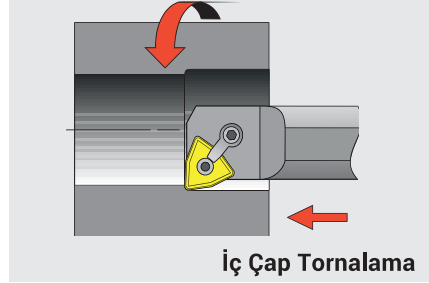
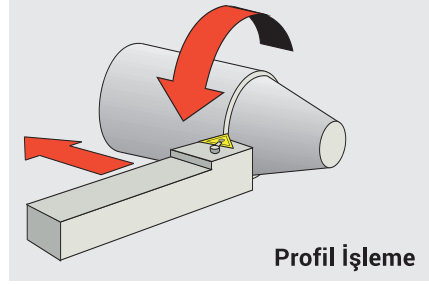
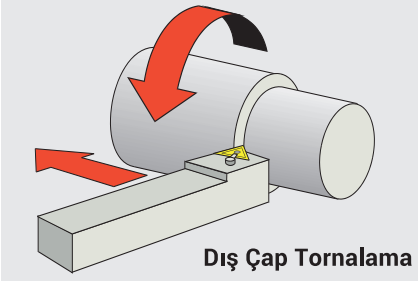
$$Q = V_c \times a_p \times f_n$$

Net Güç, kW

$$P_c = \frac{V_c \times a_p \times f_n \times k_c}{60 \times 10^3}$$

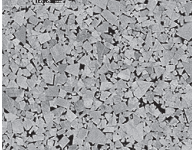
Sembol	Tanım	Birim
D_m	İşlenen çap	mm
f_n	Devir başına ilerleme	mm/dev
a_p	Talaş derinliği	mm
V_c	Kesme hızı	m/dak
n	Fener mili hızı	dev/dak
P_c	Net Güç	kW
Q	Talaş kaldırma değeri	cm^3/dak
T_c	İşleme süresi	dak
L_m	İşleme boyu	mm
akc	Spesifik kesim gücü	N/mm^2

Tornalama Yöntemleri

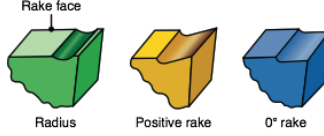


Uç Performansı

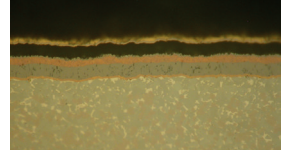
Kesici ucun performansına direkt etki eden 3 faktör sert metal toz kalitesi %40, geometri %30 ve kaplama'dır(%30). Temelde işlenecek malzemeye göre sert metal toz kalitesi uygulamaya göre de geometri ve kaplama seçimi yapılmaktadır.



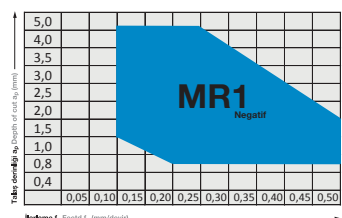
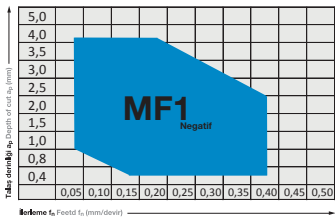
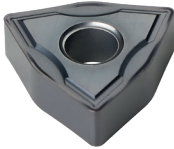
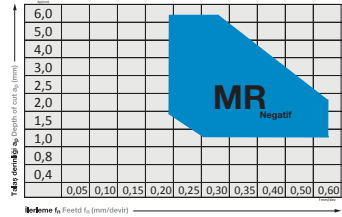
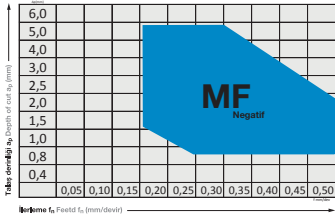
Toz kalitesi %40



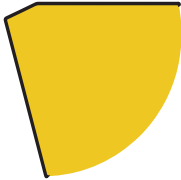
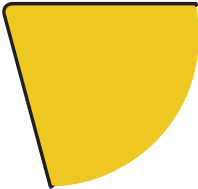
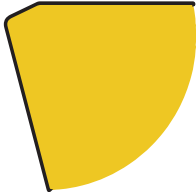
Geometri % 30



Kaplama %30



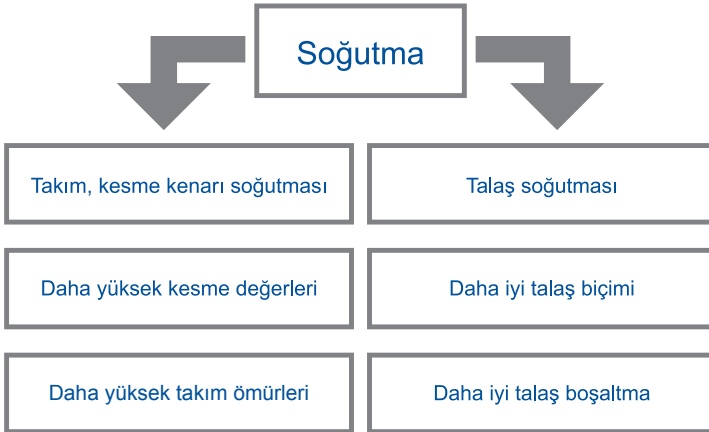
Kesici Uç Kenar Özelliği

Kenar Durumu	Uygulama
Keskin F 	• İnce finiş işlemler • Hassas yüzey kalitesi • Demir dışı malzemeler • Paslanmaz ve süper alaşımlar(kanal ve diş ama) • Uygun olmayan sıkma durumu ve iş parçaları • Yumuşak ve sünek malzemeler - Kesme kenarında talaş birikmesi - Darbeli çalışmalar için uygun değil
Pahlı T 	• Kaba ve darbeli kesimler • Sertleştirilmiş çelik ve döküm malzemeler - İlerleme değeri koruyucu pah değerinin üzerinde olmalı - Yüksek kesme sıcaklığı ve kuvvetleri oluşur
Yuvarlatılmış E 	• Kaba uygulamalar • Darbeli çalışmalar ve yüksek kesme hızları • Dövme ve döküm yüzeyleri için minimum kenar koruması - Finiş uygulamalar için uygun değil - Yüksek kesme sıcaklığı ve kuvvetleri oluşur
Pahlı ve Yuvarlatılmış S 	• Çok zor koşullar için güçlü kesme kenarı • Darbeli çalışma, cürufu yüzeyler • Değişken talaş derinlikleri - Yüksek kesme sıcaklığı ve kuvvetleri oluşur - Vibrasyon eğilimi

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 ortamdaki 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.

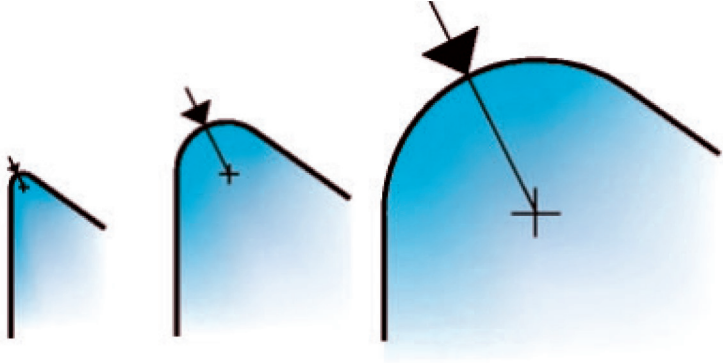


Kesme soğutması kesme performansını arttırmak için talaş kaldırma işlemlerine direkt uygulanan herhangi bir sıvı veya gazdır. Kesme sıvıları; kesme ve sürtünme bölgelerinde oluşan ısıyı uzaklaştırır ve takım ile talaş ve iş parçası ile kesme takımı ara yüzlerindeki sürtünmeyi azaltır. Gerekli kesme gücünü düşürmek, takım ömrünü arttırmak, iş parçasının boyutsal kararlılığını arttırmak ve yüzey kalitesini arttırmak gibi faydaları da bulunur.

Uç Köşe Radyüsleri

Köşe Radyüs Seçimini Etkileyen 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

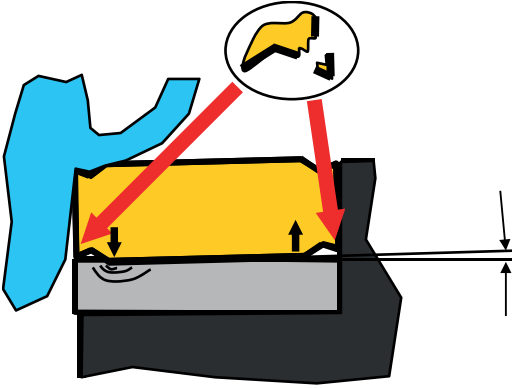
Büyük köşe radyüsü

- * 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.

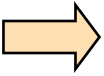
Uç radyüs değerinden daha küçük kesme derinliklerinde çalışma olursa kesme yerine sürtünme oluşarak ucun çok erken sürede aşınmasına sebep olacaktır.



Yüksek sıcaklık ve büyük kesme kuvvetleri .

NETİCE:

Altlığın aşınması uç kenarının kırılmasına sebep olur !

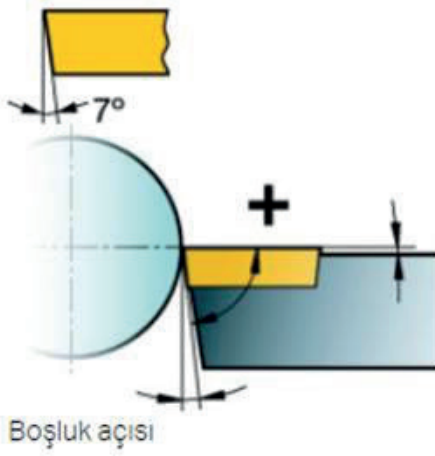


Çok sık altlık değiştirilmelidir!

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

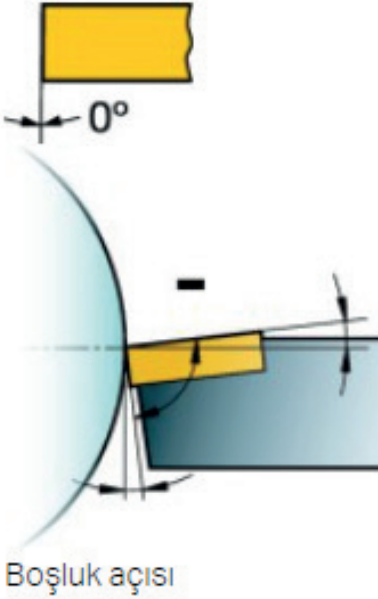
Talaş çarpması ve darbe sonucu aşınan altlıklar ucu gerektiği gibi destekleyemez ve bir müddet sonra ucun kırılmasına sebep olur. Aşınan uçların diğer kenarlarını kullanabilirken kırılan ucu kullanma imkanımız yoktur.

Kesici uç tipleri



Pozitif tornalama kesici ucu

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

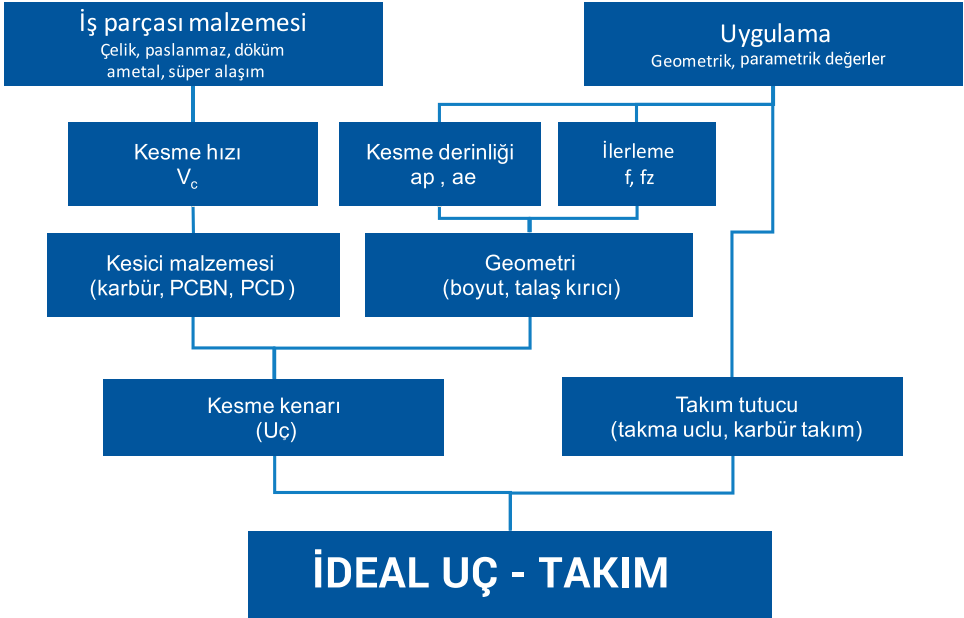


Negatif tornalama kesici ucu

- * 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.

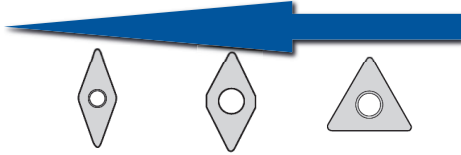


Uç Şeklinin Seçimi

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

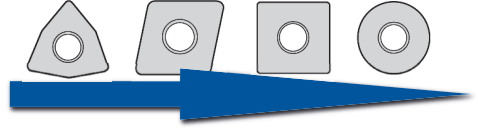
İşlem için daima mümkün olan en güçlü ucu kullanın !

Düşük vibrasyon
Uç dayanımı azalır.



Çok yönlü ulaşabilirlik.
Düşük kesme kuvveti.

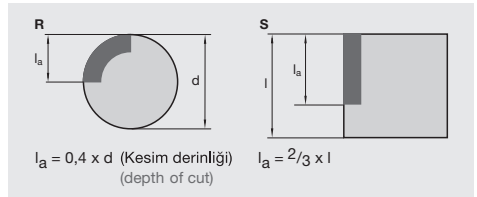
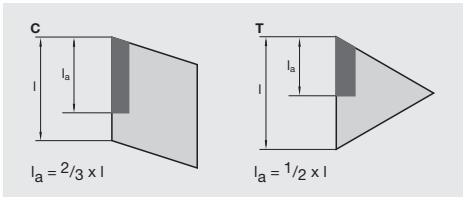
Kaba işleme
Yüksek ilerleme
Uç dayanımı artar.



Güç sarfıyatı yükselir
Kesme Kuvveti artar.

Uç Boyutunun Seçimi

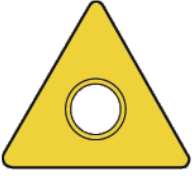
Maksimum kesme derinliği; uç şekli, boyutu ve giriş açısı ile belirlenir. Mekanik sıkımalı her uç maksimum kesme derinliğinde çalışabilecek maksimum bir gerçek kesme boyuna sahiptir. Kesme derinliği gerçek kesme boyundan büyükse ya daha büyük bir uç seçilmeli ya da kesme derinliği azaltılmalıdır.



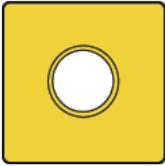
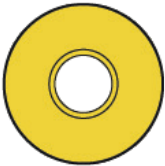
boehlerit

Tornalama



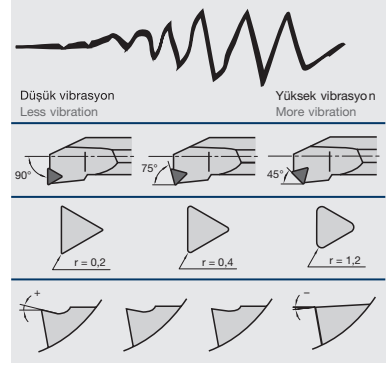
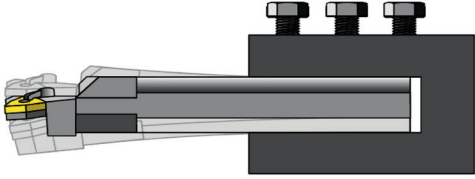
Uç Şekli	35 °	55 °	60 °	
				
Kaba talaş uygulamaları				
Yarı Kaba-finiş işlemler				
Finiş işlemler				
Mil tornalama				
Profil tornalama				
Alın tornalama				
Tezgah gücü				
Titreşim yatkınlığı				
Sert Malzeme				
Darbeli uygulama				

▲ En Uygun △ Uygun

	80 °	80 °	90 °	360 °
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				
				

Titreşim

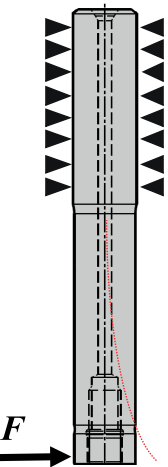
Kesme sırasında oluşan teğet ve radyal kuvvet bileşenlerinin kombinasyonu vibrasyonun ve parça deformasyonunun ana sebebidir.



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.

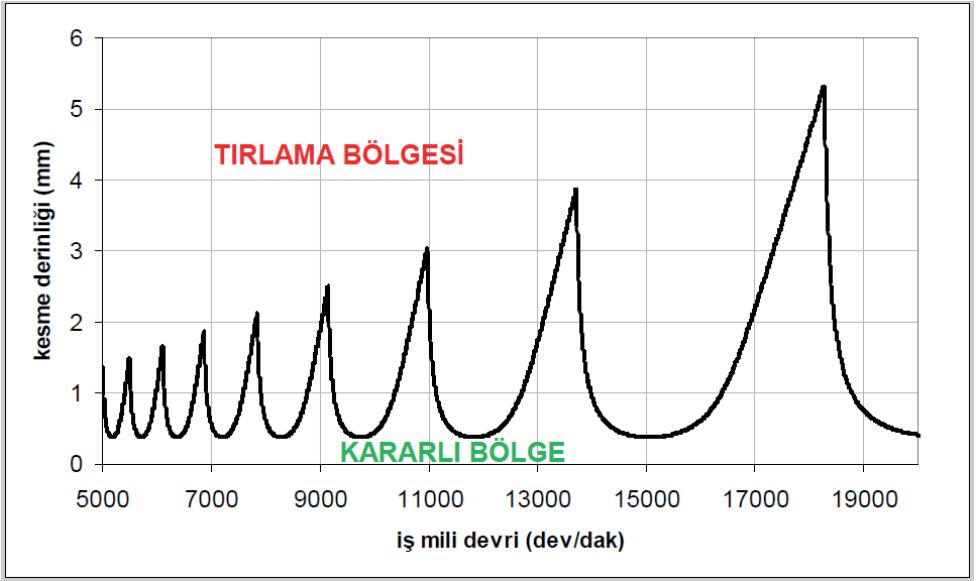


Elastisite Modülü

Çelik:	210.000 N/mm ²
Densimet:	360.000 N/mm ²
Solid Karbür:	540.000 N/mm ²

Densimet ve Solid Karbürde katsayısı (e-modül) çok yüksektir, yüksek daha küçük bir sapma oluşur. Daha yüksek talaş derinliği A_p (mm) ve ilerleme F_z (mm/diş) değerlerinde çalışma sağlanır.

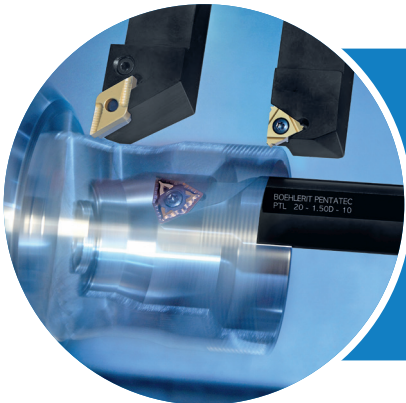
Çeliklerle mukayese edildiğinde Densimet %42 daha düşük salgıya, solid karbürler ise %61 daha yüksek sertliğe sahiptir. Derin frezeleme uygulamaları ile uzun torna katerleri için densimet, karbür gibi yüksek yoğunluğa sahip malzemeler kullanılmalıdır.



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 tirlama bölgelerinin oluştuğu tespit edilmiştir. Farklı kesme derinliği ve devir aralıklarında elde edeceğimiz kararlı çalışma bölgeleri ile titreşimden uzak, yüksek performanslı talaş kaldırma işlemi yapabilmekteyiz.

Tornalamada vibrasyonu azaltmak için



- Takım ve iş parçası arasında sönümleme
- Değişken kesme hızı
- Takım pozisyonu
- Keskin uç
- Küçük kesme derinliği
- Yüksek ilerleme değeri

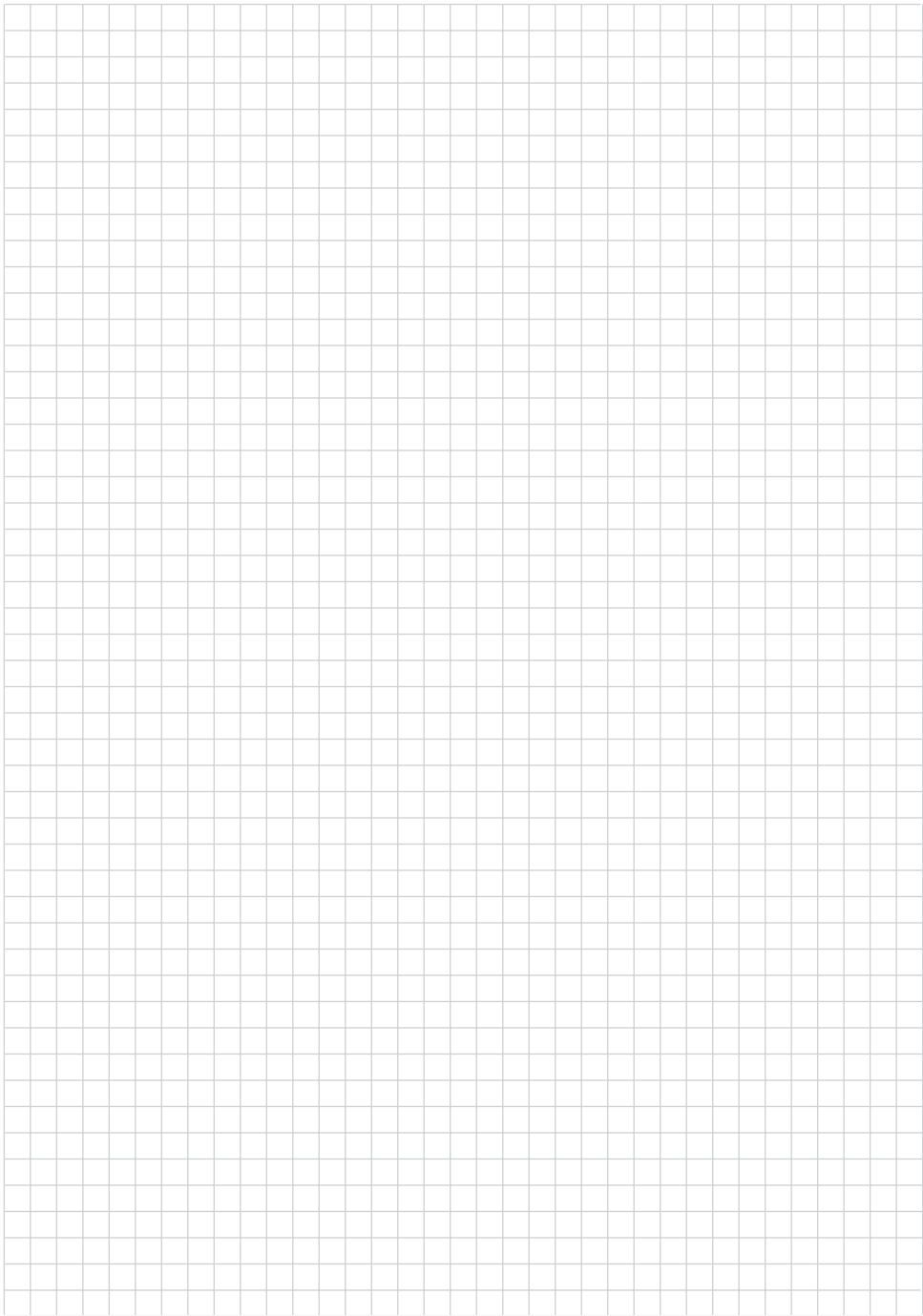
Boehlerit Tornalama Talaş Kırıcı Geometrileri

a_p mm	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	11	12	
Schichten f (mm/U)	0,05–0,2			FP		FM																	
	0,1–0,3						FMP																
	0,1–0,3						FMS																
	0,1–0,3						BFMS																
Mittlere Bearbeitung f (mm/U)	0,2–0,4						MS																
	0,15–0,4						MM																
	0,16–0,4			MP MK																			
	0,16–0,4						BMS																
	0,2–0,45						MT																
	0,2–0,5						MRS																
	0,15–0,4						BM																
	0,2–0,6				HPT																		
	0,2–0,5											BSMS											
	0,15–0,65																			BAL			
	0,1–1,0																			P			
	0,2–0,45				BC BCU																		
	0,35–0,6											BMRS											
Schruppen f (mm/U)	0,5–2,0	BSMR																					
	0,32–0,8																			MRP MRK BMR			
	0,4–1,6	RP BR, BRP																					

boehlerit

Çevre Bileme





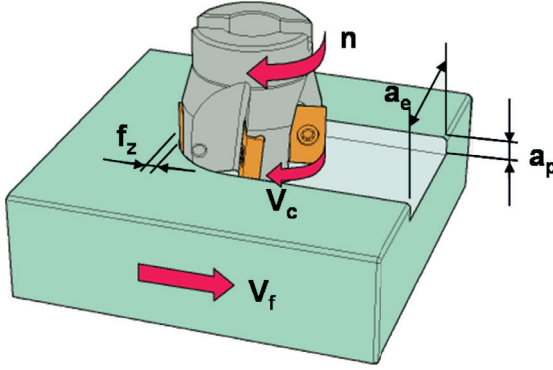
boehlerit

Frezeleme



Frezeleme

Frezeleme işlemi de tornalama işlemine benzetmekle 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.



Kesme Hızı, m/dak

$$V_c = \frac{\pi \times D_{\text{çap}} \times n}{1000}$$

Fener mili hızı, dev/dak

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_{\text{çap}}}$$

Tabla ilerlemesi, mm/dak

$$V_f = f_z \times n \times Z_c$$

Diş başına ilerleme, mm

$$f_z = \frac{V_f}{n \times Z_c}$$

Devir başına ilerleme, mm/dev

$$f_n = \frac{V_f}{n}$$

Net Güç, kW

$$P_c = \frac{a_p \times a_e \times V_f \times k_c}{60 \times 10^6}$$

Talaş kaldırma değeri, cm³/dak

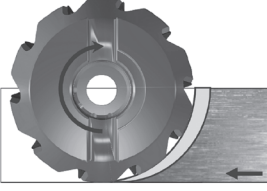
$$Q = \frac{a_p \times a_e \times V_f}{1000}$$

Tork, Nm

$$M_c = \frac{P_c \times 30 \times 10^3}{\pi \times n}$$

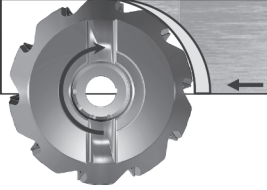
Sembol	Tanım	Birim
f _n	Devir başına ilerleme	mm/dev
a _p	Talaş derinliği	mm
a _e	Freze kavraması	mm
D _{çap}	Freze çapı	mm
f _z	Diş başına ilerleme	mm
V _f	Tabla ilerlemesi	mm/dak
Z _c	Ağız sayısı	adet
V _c	Kesme hızı	m/dak
n	Fener mili hızı	dev/dak
P _c	Net Güç	kW
Q	Talaş kaldırma değeri	cm ³ /dak
T _c	İşleme süresi	dak
l _m	İşleme boyu	mm
k _c	Spesifik kesim gücü	N/mm ²
M _c	Tork	Nm

Frezeleme Yöntemleri



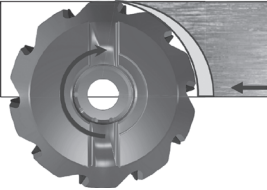
Aynı yönlü frezeleme

- 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

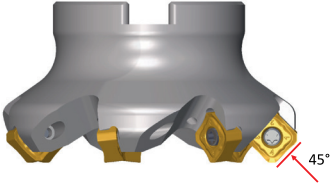
- Sıfır talaş kalınlığı ile başlar. Sürtünme oluşur.
- Yüksek ısı oluşumu
- Deformasyon sertleşmesine maruz kalmış yüzey
- Kesme kuvvetleri iş parçası ile takımı birbirinden ayırmaya çalışır.
- Talaş kesici uç ile iş parçası arasında sıkışarak ucu kırabilir.



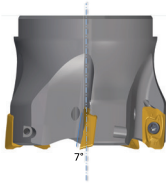
Radyal Kesme Derinliği ae (mm):

- Kesicinin çapı tarafından kavranan parça genişliğidir.
- Bir başka deyişle takımın kapladığı mesafedir.
- $ae = \%50 \times Dc$ ideal talaş için önerilir.

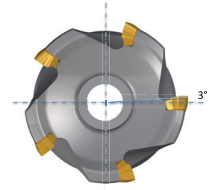
Frezelemede Eksenel Açılar



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



Pozitif - Pozitif

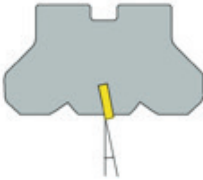


Avantajları

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

Dezavantajları

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



Negatif - Negatif

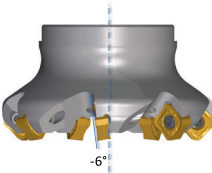


Avantajları

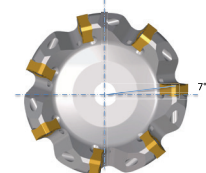
- + Kesme kenarı dayanıklılığı
- + Üretkenlik.
- + İş parçasını tezgah tablasına doğru iter.

Dezavantajları

- Büyük kesme kuvvetleri
- Talaş engelleme



Pozitif - Negatif



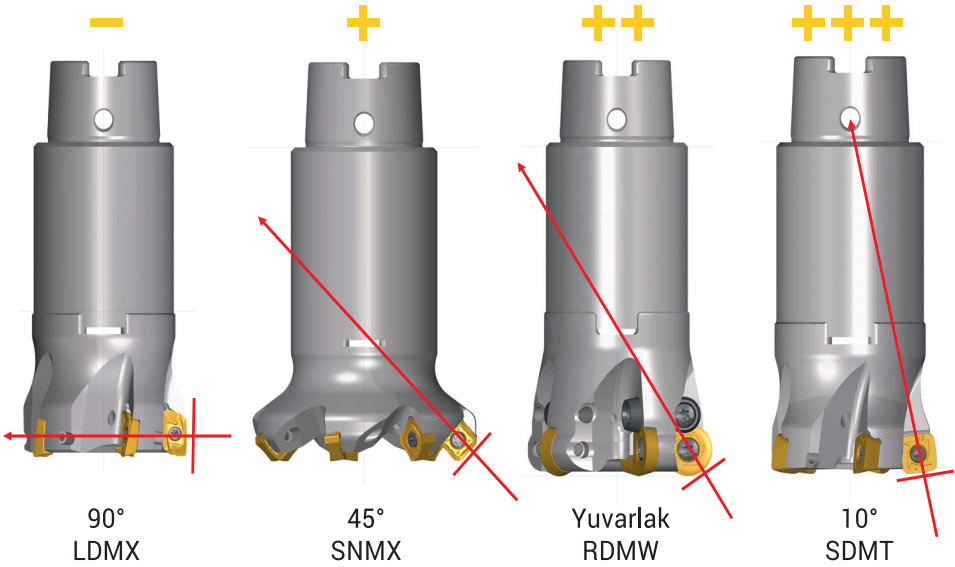
Avantajları

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

Dezavantajları yoktur

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



Frezelemede Ağız Sayısı

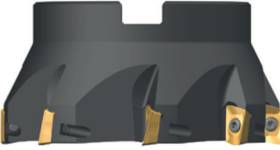


Sık hatve

- Yüksek ilerleme hızı, daha fazla güç, küçük talaş boşluğu.
- Kısa talaş veren malzeme grupları, dökme demir.

Normal hatve

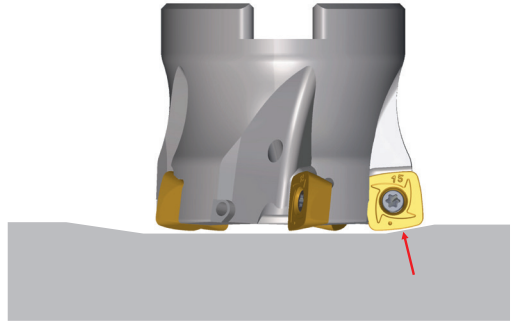
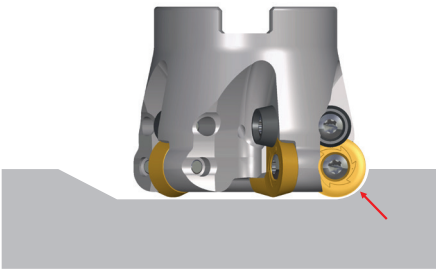
- Normal ilerleme hızı, normal güç ve normal talaş boşluğu.
- Orta sertlikteki malzeme grupları, düşük alaşımli çelikler.



Geniş hatve

- Düşük ilerleme hızı, daha az güç, büyük talaş boşluğu.
- İşlenmesi zor malzeme grupları, paslanmaz çelikler.

Hızlı İlerleme Takımları



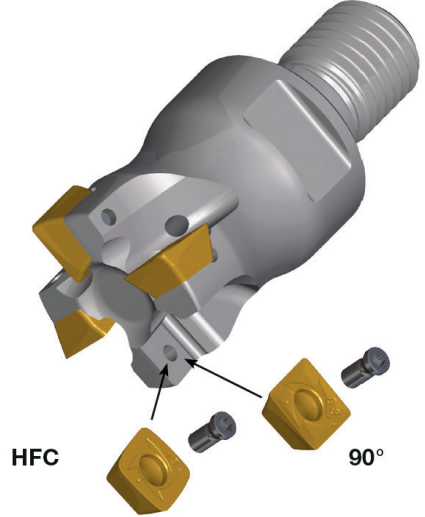
- Küçük kesme derinliği
- Büyük kesme genişliği
- Yüksek ilerleme
- Büyük hacim boşaltmaları için ideal

boehlerit

Kopya Frezeleme Takım ve Uçları

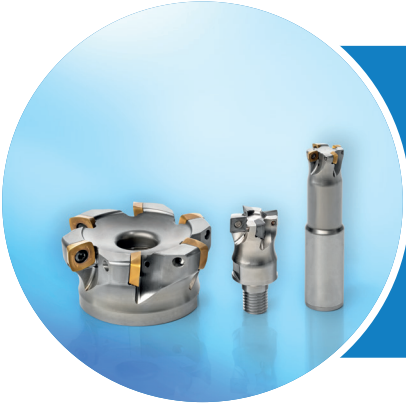


DELTatec 90P Feed - Çok amaçlı takımlar



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 artırılmıştır.

Frezelemede vibrasyonu azaltmak için;



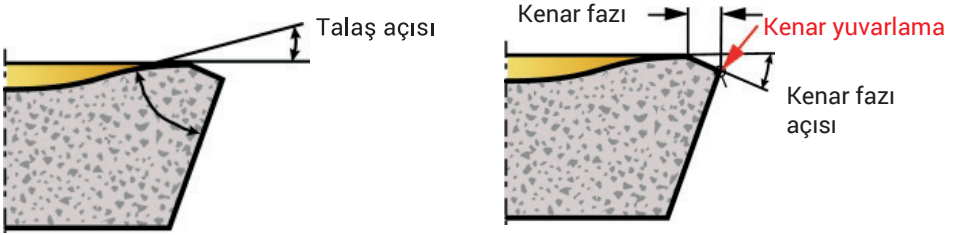
- Kısa ve büyük takım çapı
- Düşük kesme derinliği
- Daha seyrek ağız sayısı
- Daha pozitif geometriler
- Değişken kesme hızı
- Daha düşük ilerleme değerleri
- Kanal açılmış takım şaftları (Weldon)
- Yukarı yönlü frezeleme

Frezelemede Uç ve Takım Geometrisi

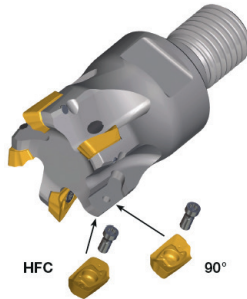
Uç geometrisi iş parçası malzemesi, işleme özelliklerine ve diş başına ilerleme değerine bağlı olarak seçilmelidir.

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

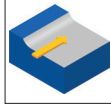


Boehlerit çok amaçlı takımlar ile universal ve hızlı ilerleme uygulaması yapılabilmektedir. Aynı takım üzerine bağlanabilen 2 kesme kenarlı LDMX uç geometrisi sayesinde kesme kuvvetleri azaltılarak vibrasyon eğilimi azaltılmış ve takım performansı artırılmış olur.

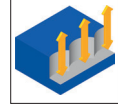
Frezeleme Sembolleri

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

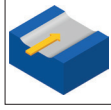
Yüzey frezeleme
Face milling



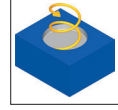
Dalma frezeleme
Plunge milling



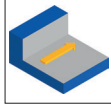
Cep frezeleme
Pocket milling



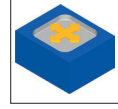
Helisel frezeleme
Helical ramping



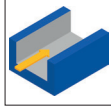
Kenar frezeleme
Edge milling



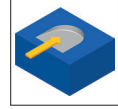
Havuz boşaltma
Pocketing



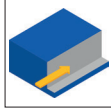
Kanal frezeleme
Slot milling



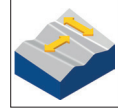
Açılı işleme
Linear ramping



Duvar frezeleme
Trimming



Kopya frezeleme
Copy milling



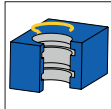
Trokoidal frezeleme
Trochoidal milling



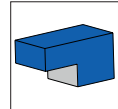
Pah frezeleme
Chamfering



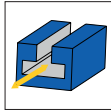
İç kanal frezeleme
Internal groove milling



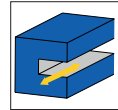
Alt yüzey frezeleme
Bottom shouldering



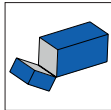
T kanal frezeleme
T slotting



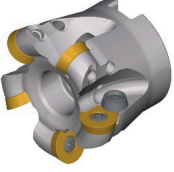
Yanal kanal frezeleme
Side slotting



Dilimleme
Slitting



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 	Pltec 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 takım ile çok amaçlı freze işlemlerinin yapılabilmesidir.

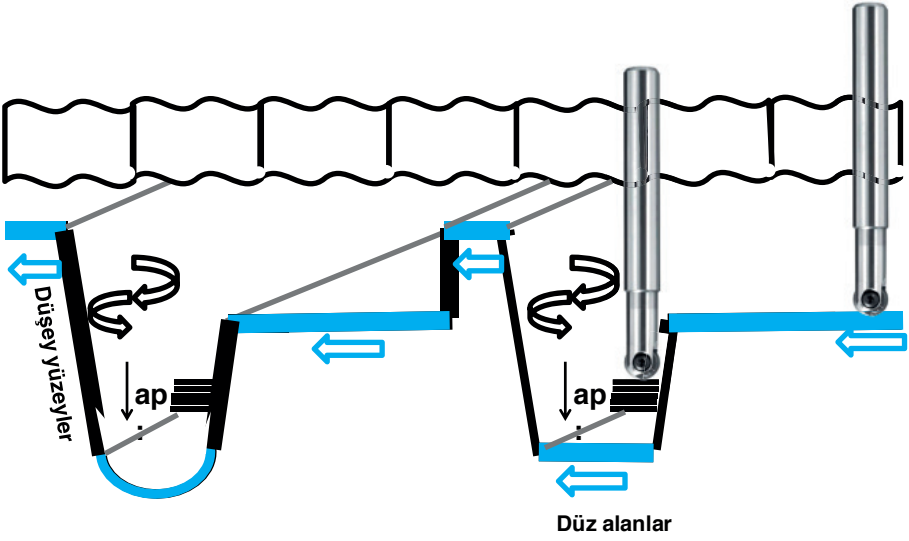
Freze Seçimi

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 takım ile çok amaçlı freze işlemlerinin yapılabilmesidir.

3D Kopya Freze Uygulamaları



Düz alanlar Strateji: Kopya

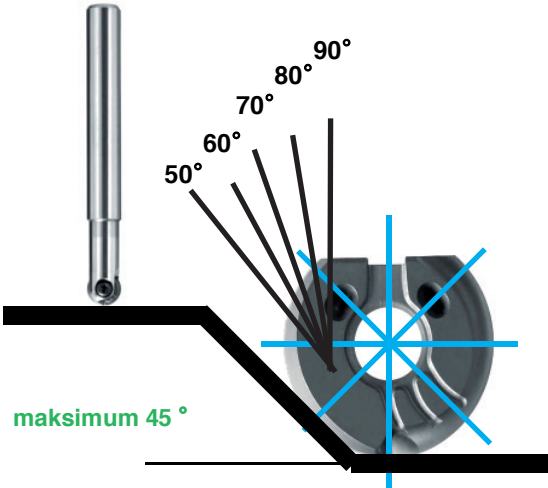
D:eff: 5,5 mm

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 Etkif 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

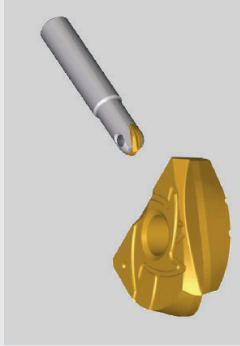
Müşteri / Kalıp Endüstrisi
3D Kopya Frezeleme
1.2379 58-60 HRC



Kesme değerleri:
Vc= 125 m/dak
Vf= 1200 mm/dak
ap= 0,25 mm
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



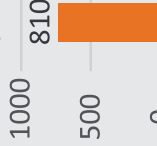
Kesme değerleri:
Vc= 280 m/dak
Vf= 2500 mm/dak
ap= 0,25 mm
ae= %1
Vb= 0,01 mm (4,5 saat içinde)
Uç ömrü 810 dakik a
İşleme süresi: 4,5 saat

Müşteri Avantajı

3700 dakika kapasite kazanımı olmuştur.

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

İşleme Adedi



Aşınma Vb (mm)



Uygulama

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

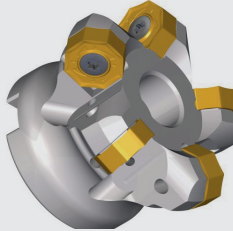


Kesme değerleri:

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

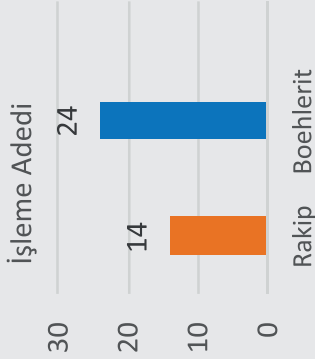


Kesme değerleri:

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

Müşteri Avantajı

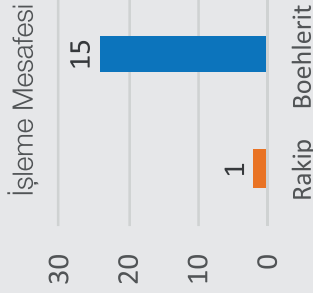
70% daha uzun uç ömrü, 50% daha yüksek talaş atımı



Başarı Öyküsü

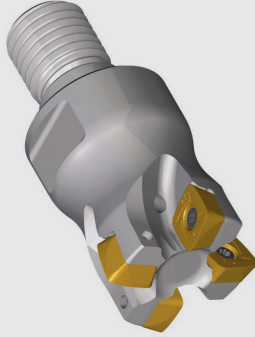
Müşteri Avantajı

İşlem sonunda uçta bir aşınma görülmedi.



Çözüm

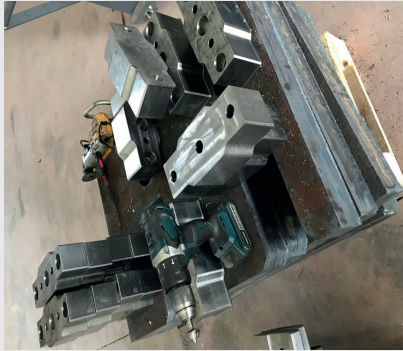
Boehlerit
BS90 SD10.032 Z0 3
SDMT 100415 SR-MMH
BCM35M



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

Uygulama

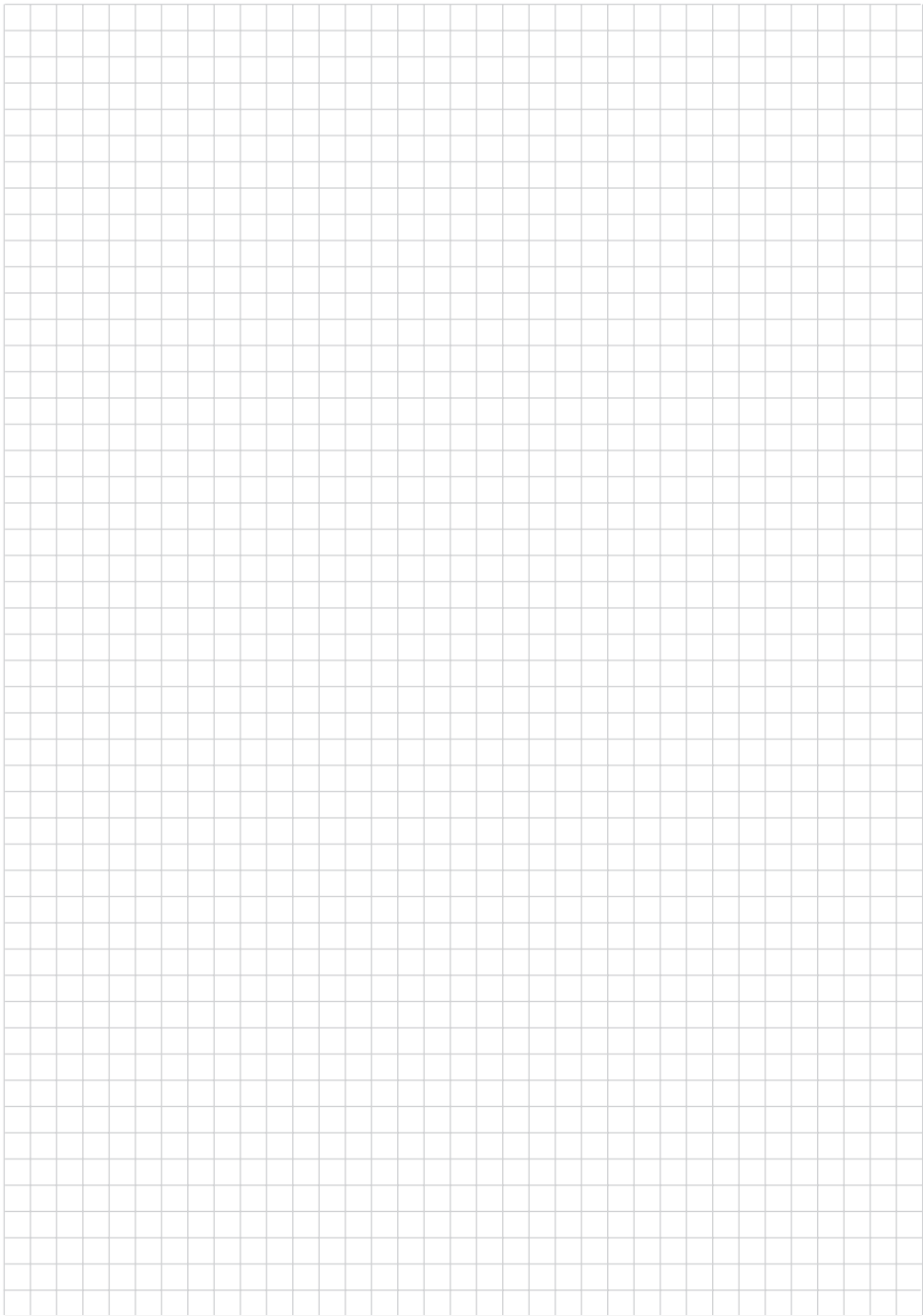
Müşteri / Kalıp Endüstrisi
Yüksek hız frezeleme
Mevcut takım Ø32 Z5
K340 44 HRC



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

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 aşılmalıdır.
- 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 Takım ve Uçları



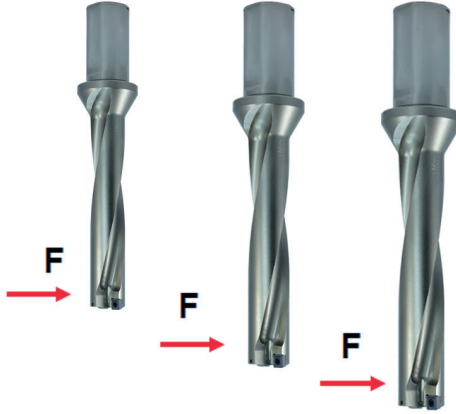
Delik Delme

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, m/dak

$$V_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000}$$

Fener mili hızı, dev/dak

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_c}$$

Delme hızı, mm/dak

$$V_f = f_n \times n$$

Talaş kaldırma deđereri, cm³/dak

$$Q = \frac{V_c \times D_c \times f_n}{4}$$

Tork, Nm

$$M_c = \frac{P_c \times 30 \times 10^3}{\pi \times n}$$

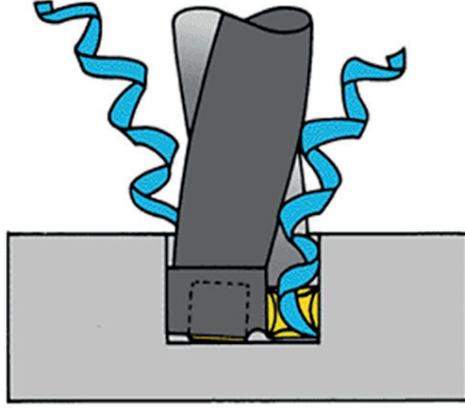
Net Güç, kW

$$P_c = \frac{V_c \times D_c \times f_n \times k_c}{240 \times 10^3}$$

Sembol	Tanım	Birim
f_n	Diş başına ilerleme	mm/dev
D_c	Matkap apı	mm
V_f	Delme hızı	mm/dak
V_c	Kesme hızı	m/dak
n	Fener mili hızı	dev/dak
P_c	Net Güç	kW
Q	Talaş kaldırma deđereri	cm ³ /dak
T_c	İşleme suresi	dak
k_c	Spesifik kesim g	N/mm ²
M_c	Tork	Nm

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)

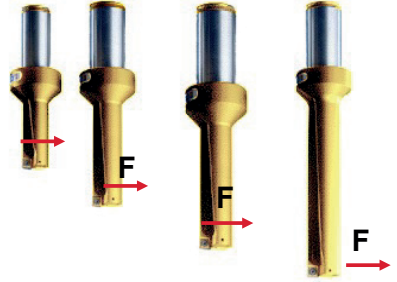
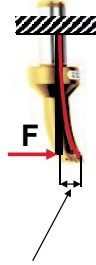
Delme işlemi için yöntemler

- 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

boehlerit

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

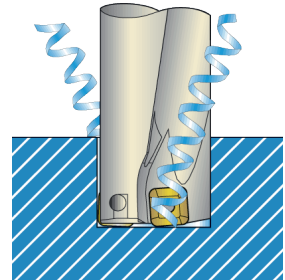
Talaş oluşumunu etkileyen faktörler

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



Talaş tahliyesini etkileyen faktörler

- Talaş kanalı
- Soğutma
- Kesme koşulları

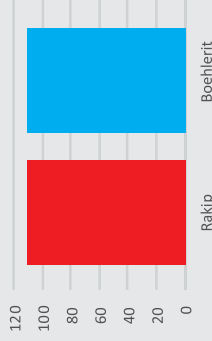


Başarı Öyküsü

Müşteri Avantajı

Aynı takım ömrü, önemli fiyat avantajı

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



Çözüm

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



Kesme değerleri:

$V_c=35$ m/da k

$F_z=0,14$

Takım ömrü 110 adet

Uygulama

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



Kesme değerleri:

$V_c=35$ m/da k

$F_z=0,14$

Takım ömrü 110 adet

Takım Aşınmaları

1. Abrasyon Aşınması:

İşlenen parça ile kesici takım arasındaki sürtünme sonucu aşınmaya sebep olmaktadır. Aşınan yüzeyde küçük çizikler ve kesikler meydana gelir. Abratif olarak da bilinen bu aşınma, karakteristik olarak düzgün bir aşınma dağılımı gösterir. İlerleme hızını azaltmak, kaplanmış takım kullanmak aşınmayı azaltabilir.

2. Difüzyon Aşınması:

Genellikle talaş kaldırma operasyonundaki yüksek sıcaklık oranlarında ortaya çıkan difüzyon aşınması kesme işlemindeki kimyasal yükten kaynaklanır. Bu aşınma mekanizmasında talaşın takım üzerinde kaydığı yüzeyde krater aşınması gözlenir. Kesme hızını azaltmak, soğutmayı arttırmak aşınmayı azaltabilir.

3. Oksidasyon Aşınması:

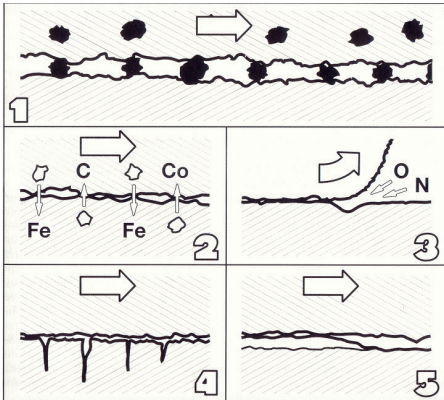
Havanın metal maddeler üzerinde yaptığı oksitlenme sonucunda kesici takım kenarında çentikler oluşturur. Buna oksidasyon aşınma mekanizması denir. Günümüzde metal işleme sanayisinde ortam için gerekli şartlar, sıcaklık ve nem oranları optimum derecede sağlandığı için bu aşınma türü çok yaygın görülmemektedir.

4. Kırılma:

Aşırı stres altına giren takım oluşan yüksek kesme kuvvetlerine karşı koyamadığı zaman kırılma eğilimi gösterir. Talaş derinliği ve ilerleme hızını azaltarak kırılmanın önüne geçilebilir.

5. Yapışma:

Genellikle talaş kaldırma operasyonundaki düşük ilerleme sıcaklıklarında ortaya çıkan adeziv aşınma, çelik, dökme demir ya da alüminyum gibi yumuşak malzemelerin işlenmesinde meydana gelir. Kalitesiz parça yüzeylerinin sebep olduğu söz konusu aşınma mekanizmasında kesici takım kenarı ile talaş arasında yığma kenar oluşumu gözlemlenir. Kesme hızını, talaş açısını ve soğutucunun yağlama özelliğini artırarak adeziv aşınma yavaşlatılabilir.



1. Abrasyon aşınması

2. Difüzyon aşınması

3. Oksidasyon aşınması

4. Kırılma

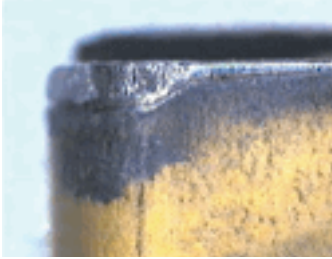
5. Yapışma (Adeziv)

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.

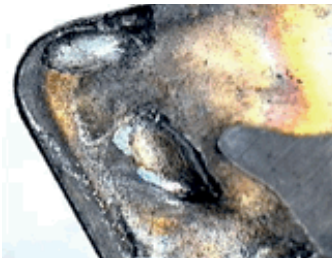
Mekanik yükler, termal değişimler, kimyasal reaksiyon, aşındırıcı ve yapışkan malzemeler farklı aşınma tiplerine neden olmaktadır.

Serbest Yüzey Aşınması

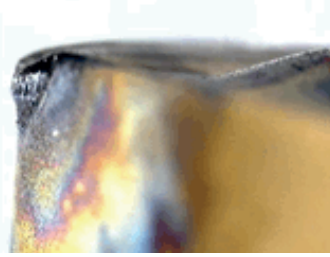


- Serbest yüzeyde abrazif aşınma mekanizması ile meydana gelir.
- Takım ömrünü belirleyen ana aşınma türüdür.
- Aşırı serbest yüzey aşınması köşe formunu değiştirirken kötü yüzey dokusuna ve buna bağlı olarak parçaların hatalı işlenmesine neden olur.

Krater Aşınması (Kimyasal)

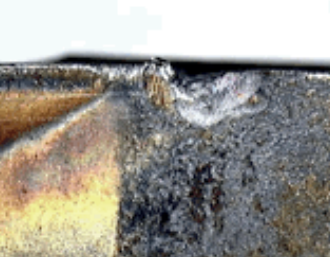


- Talaş yüzeyinde abrazif ve difüzyonlu aşınma mekanizmaları ile oluşur.
- Krater, sert partiküllerin aşındırması ya da talaş ile takım arasında talaşın sıcaklığının en yüksek olduğu bölgede meydana gelen difüzyon sonucunda talaş kırıcı yüzeyden malzeme kaybı ile oluşur.
- Sertlik, sıcak sertlik ve malzemeler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



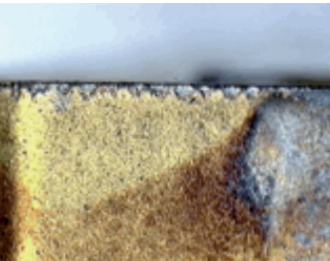
- Kesme köşesinde yüksek sıcaklık ve basınç etkisi ile oluşur.
- Yüksek kesme ve ilerleme hızları ile sert iş parçaları bu koşulları oluşturur.
- Bu tür aşınmaya dayanıklılık için yüksek sıcak sertlik esastır.
- Köşe yuvarlama ve kesme geometrisi bu tür aşınma ile mücadelede önemli parametrelerdir.

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 sıyırımlar 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.

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

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

İlerleme hızı, fn

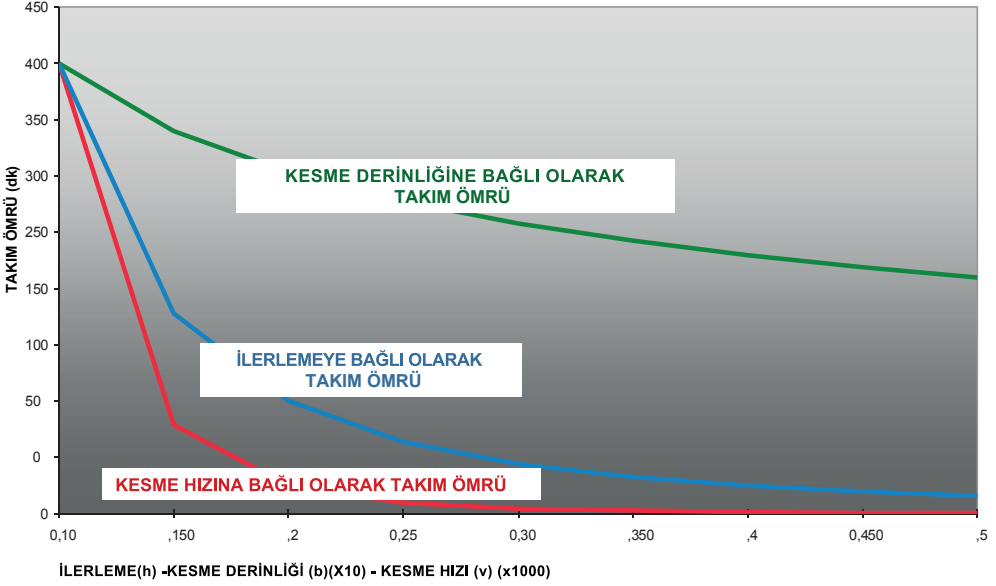
Çok düşük

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

Takım Aşınması

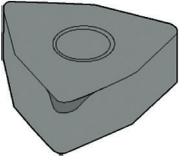


Taylor Yasası

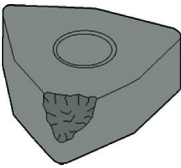
Metal kesme sırasında kesme derinliğine, ilerleme değerine ve kesme hızına bağlı olarak kesici takım ömründe azalma görülmektedir.

%10 Artış	Takım Ömrü Azalışı
Kesme Derinliği	4 %
İlerleme	20 %
Kesme Hızı	50 %

Uç Aşınması Önlemek İçin Yapılması Gerekenler

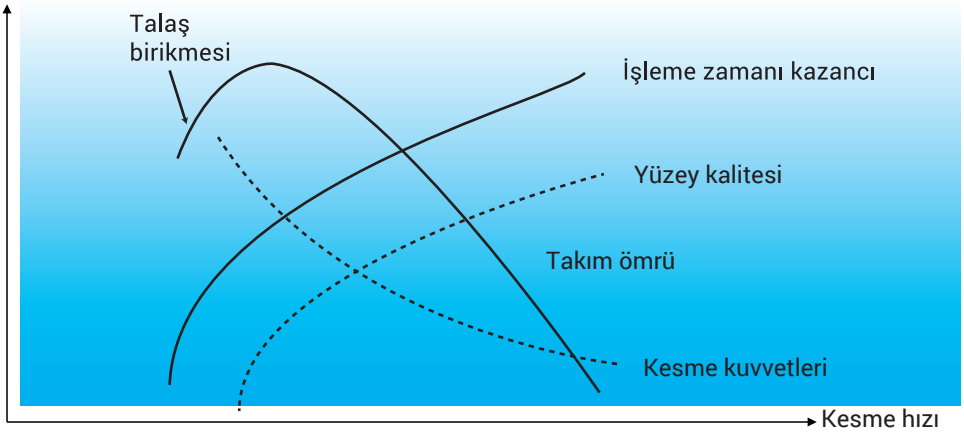
	İlerleme:			
	Kesim hızı:			
	Karbür uç kalitesi:			 Sert
	Geometri:	 Keskin	 Güçlü	

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)

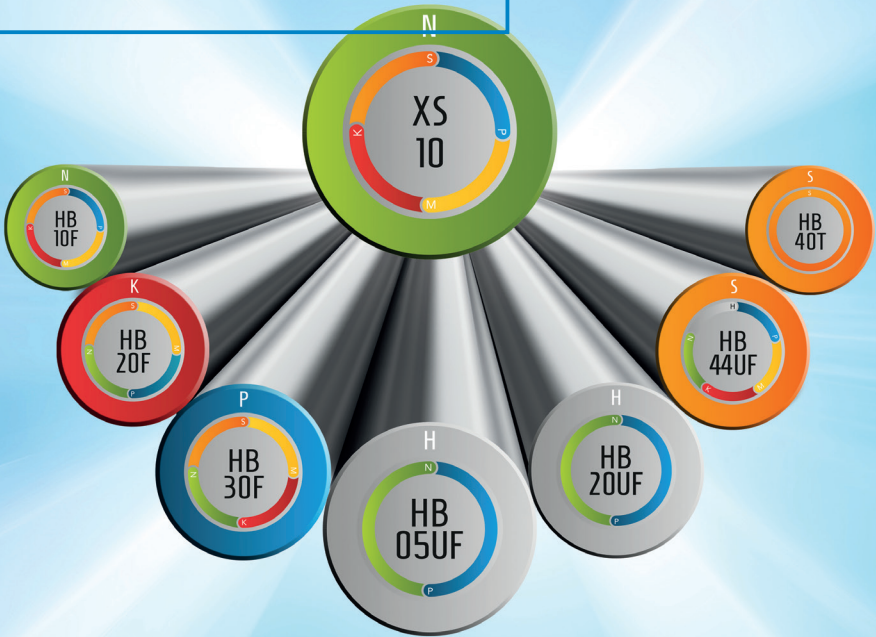
Takım ömrünü 2 kat artırdığımızı düşünelim. Bu durumda sadece kesici takım sarfiyatı azalır ve üretim maliyeti yarıya düşerek işletme maliyeti %1,5 azalır.

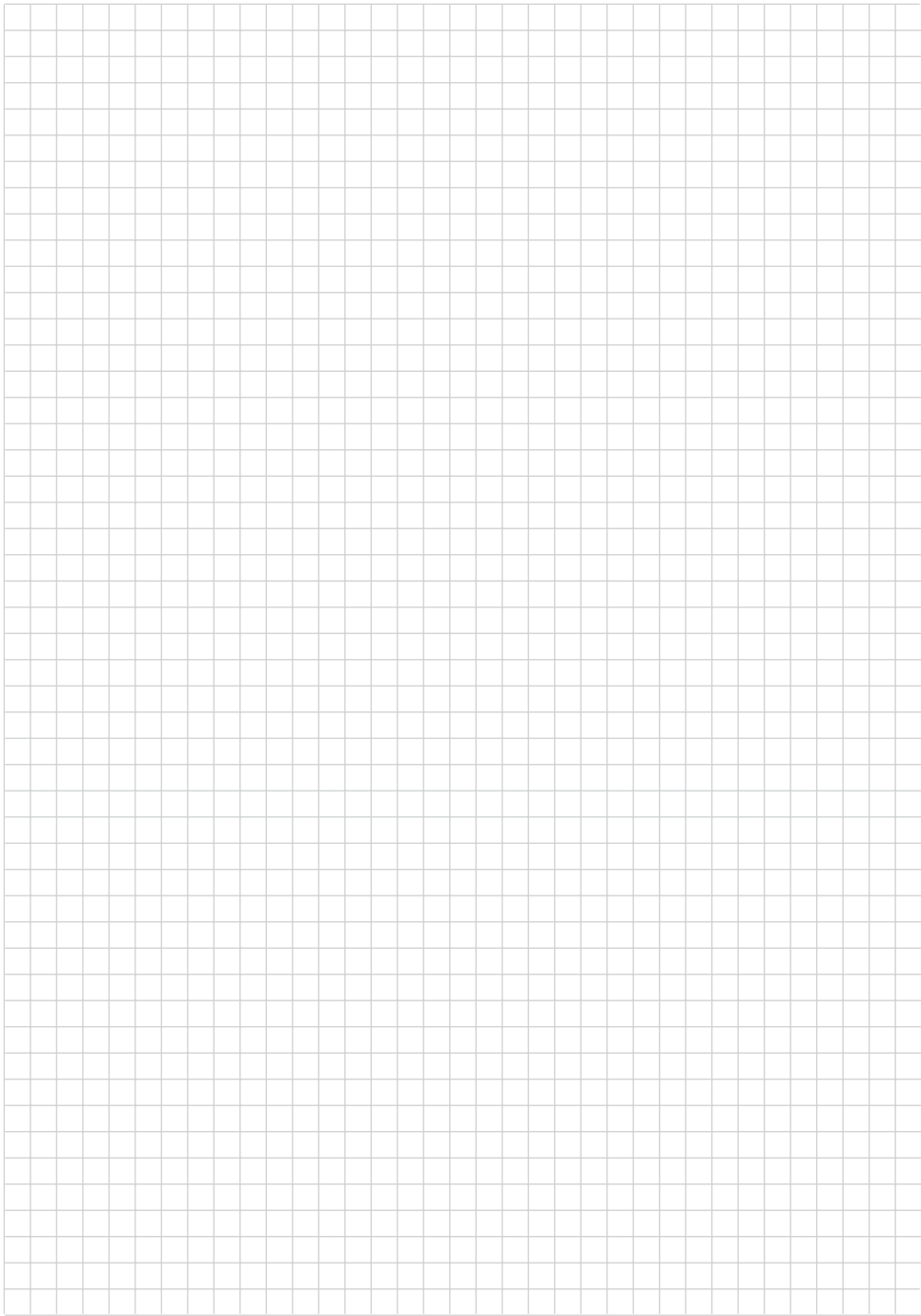
Özel fiyat çalışması ile %20 indirim aldığımız taktirde %3 lük bir dilimden sadece %0,6 gibi küçük bir iyileştirme olacaktır.

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

Sert Metal Çubuklar





boehlerit

Aşınma Parçaları



Aşınma Parçaları

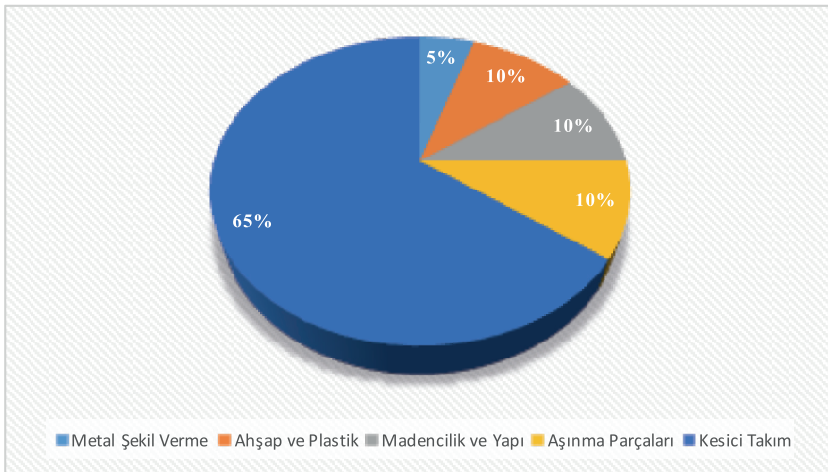
Neden Sert Metal Kullanmalıyız?

- 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 artırılması

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 konstrüksiyon 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



Aşınma Parçaları Kullanım Alanları

- Otomotiv
- Elektronik
- Plastik
- Kimya
- İlaç
- Maden ve taş kırma
- Takım üreticileri
- İnşaat sektörü
- Çevre
- Metal işleme
- Hijyen
- Gıda
- Tekstil

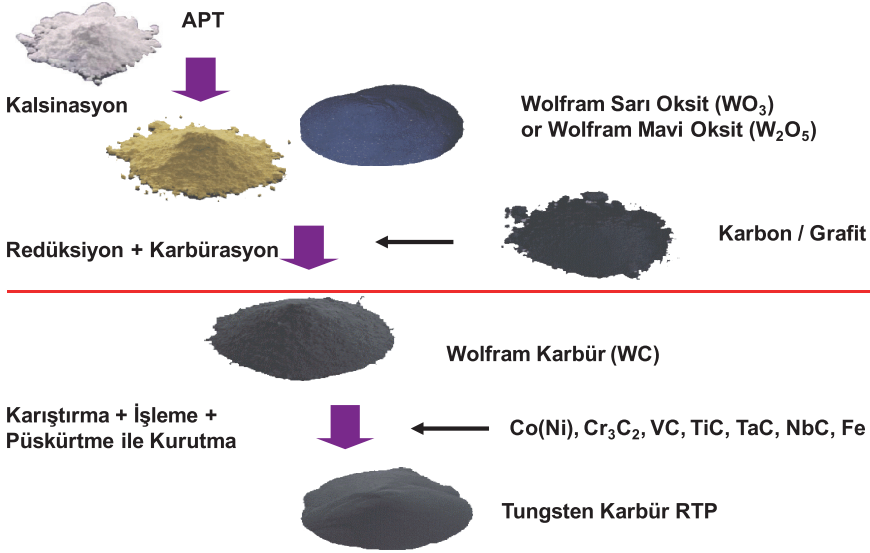
Örnek Aşınma Parçaları

- Çubuklar ve form takımlar
- Diş açma bıçakları
- Tuğla ve kiremit kalıpları
- Metal form takımları
- İçgeçek kutu kalıbı
- Damga & Laminasyon kalıpları
- Taş kırıcılar
- Bebek bezi kalıbı
- Geri dönüşüm bıçakları
- Kültivatörler
- Sondaj uçları



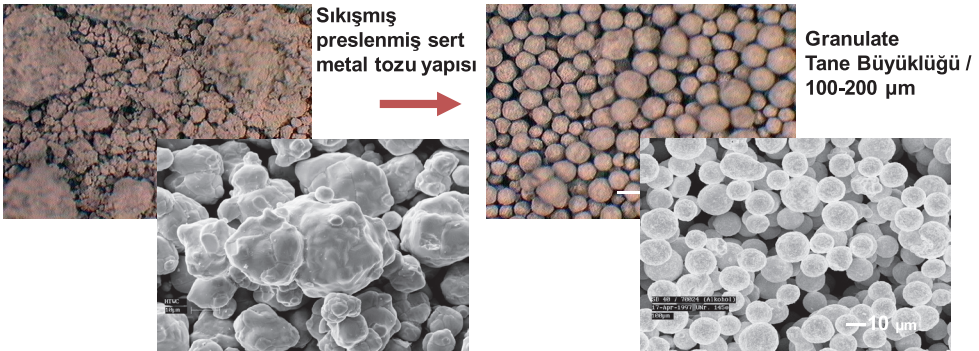
Toz Hazırlama

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



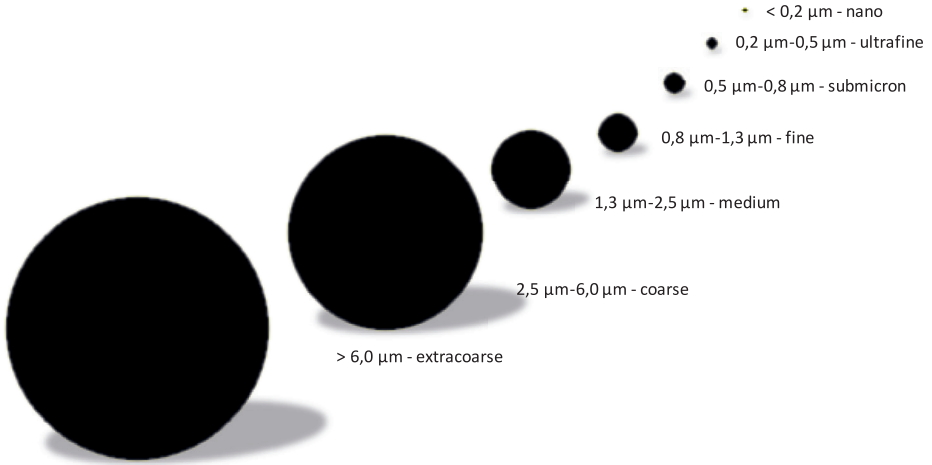
(Üretime Hazır Granül) Üretim Aşamaları

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

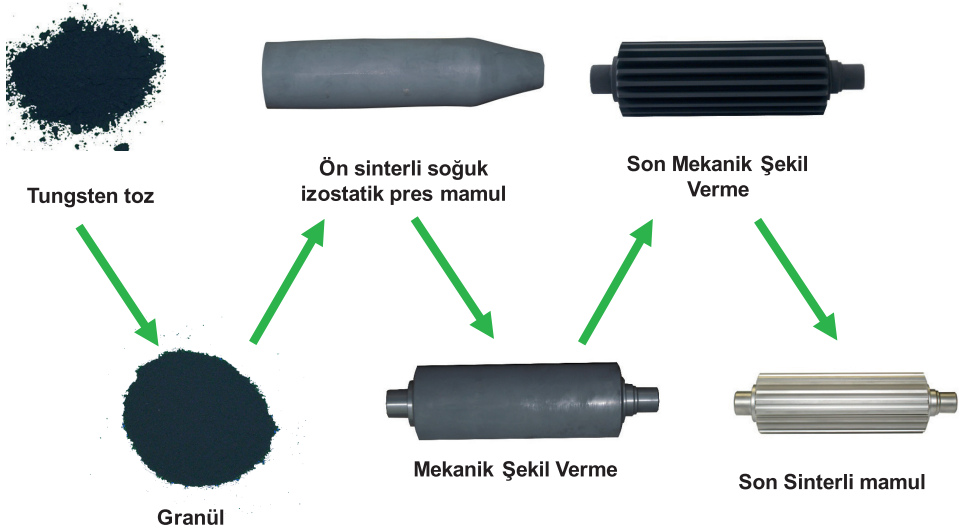


Sert Metal Tane Yapısı

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 büyüldükçe süneklik ve buna bağlı olarak kırılma mukavemeti artar.

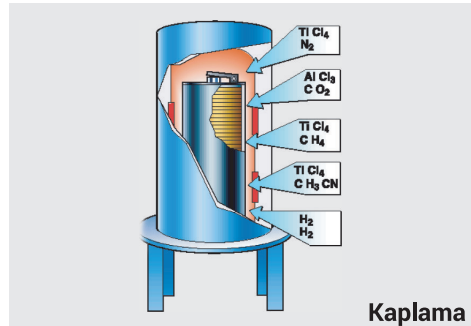
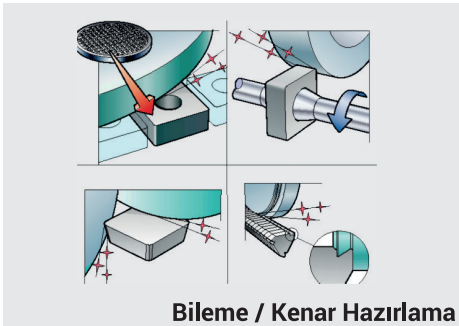
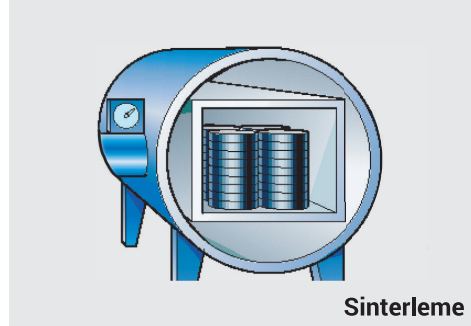
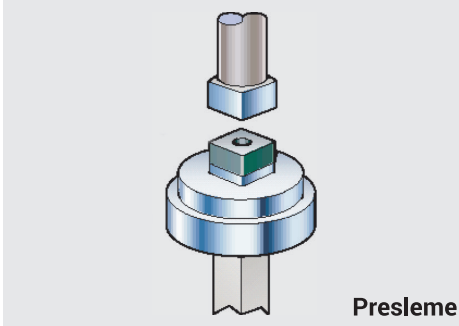
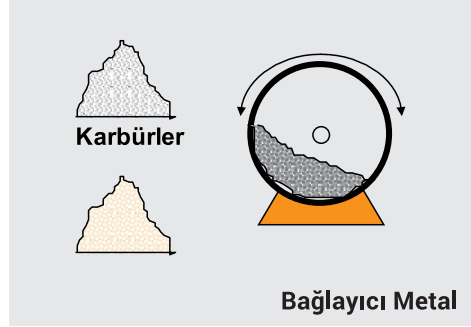
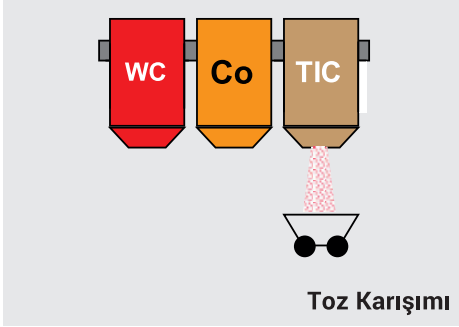


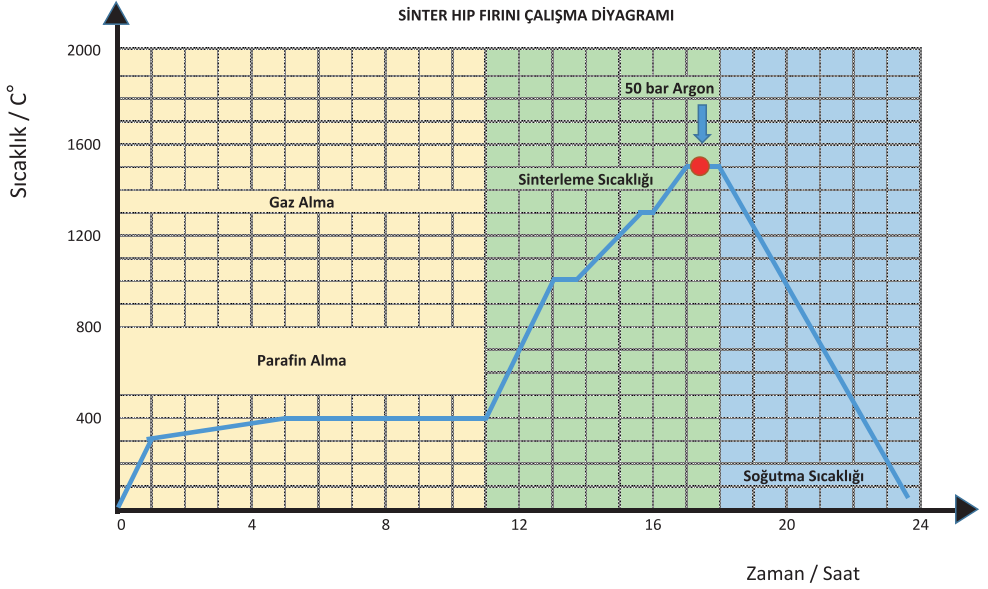
Tungsten Karbür Azdırma Üretim Örneği



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.

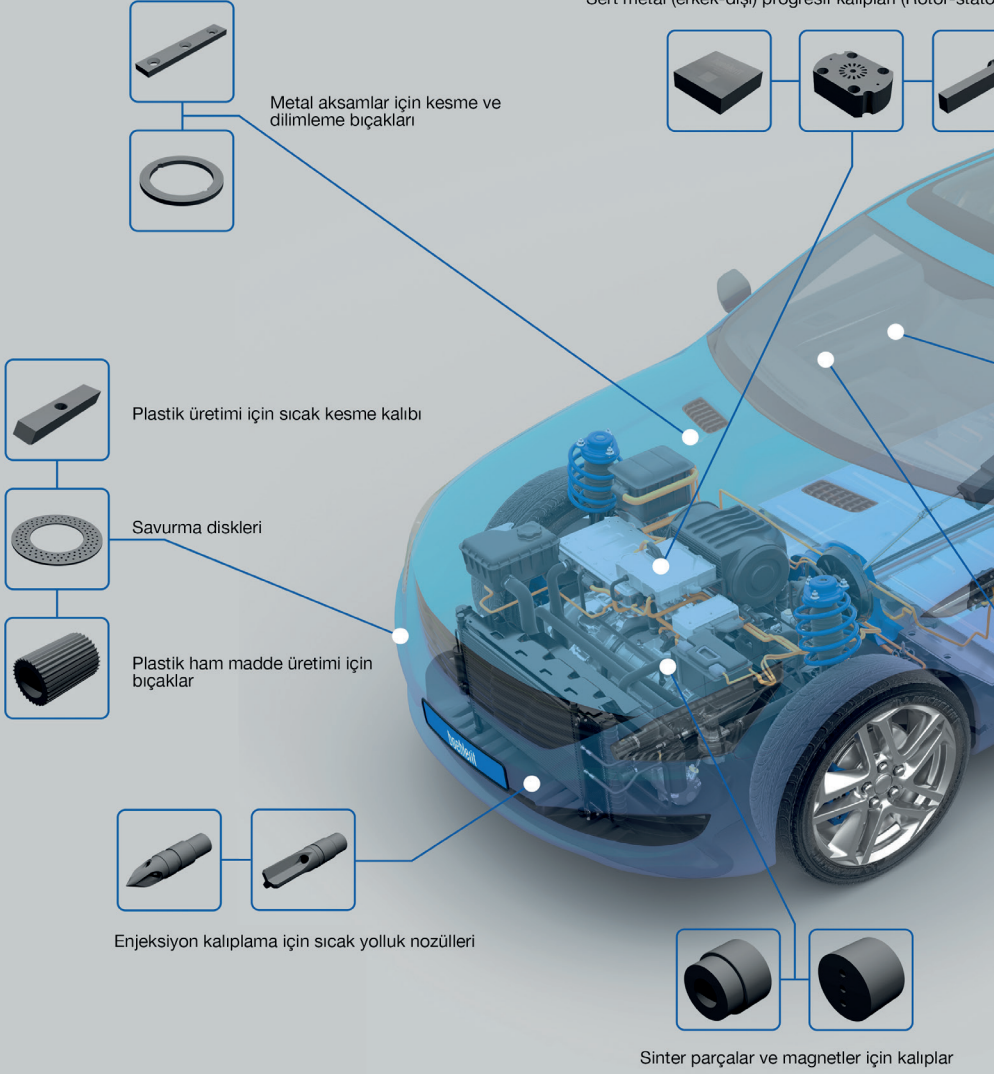




Sinterleme, metalik veya seramik malzeme tozlarının ısıyla ve basınçla birleşmesiyle oluşan kompozit yapıları elde etme işlemidir. Temel WC tozu ile karışık karbür tozlarıTiC-Ta(Nb)C bağlayıcı element Co ile birleşerek 1450-1500 C de 50 bar basınç altında sıvı faz sonrası ani soğutulması sayesinde karbür yapıyı oluştururlar.

Proses sırasında ısıtma soğutma süreçlerinde Argon, Azot ve Hidrojen gazları kullanılmaktadır. Sinterleme sonrasında sertlik değeri çelik malzemeden yaklaşık dört kat daha sert bir yapı elde edilmiş olur.

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN AŞINMA PARÇALARI



or-kontak)

Tel üretimi için hadde çekirdekleri

Vites dişlisi için
azdırma çakılar

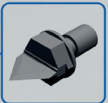
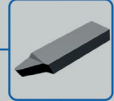
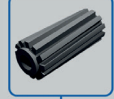
Ayna mahruti üretimi için
sert metal bıçaklar

İç mekan parça üretiminde kullanılan
ultra ince taneli çubuklar

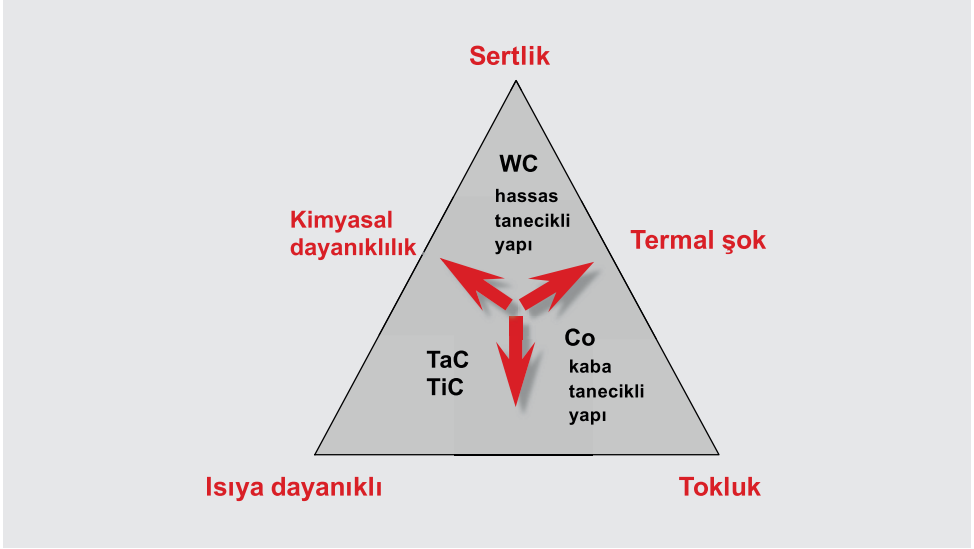
Pil muhafazası için ringler

Ultrasonik karbon kesme bıçakları

Hafif parçaların bağlantı deliklerini delme



Sert Metalin Önemli Özellikleri



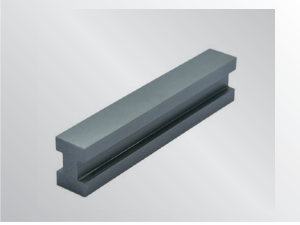
Sertlik: Karbürün en göze çarpan özelliklerinden biri, malzemeyi son derece güvenilir kılan aşınma direncidir. Fiziksel stres, darbe, deformasyon, yüksek sıcaklık, korozyon ve yüksek basınç, sadece karbürün dayanabildiği zorluklardır.

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

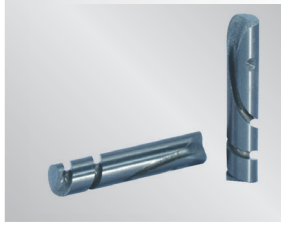
Kırılma Tokluğu: Çekme mukavemeti ve şekil verilebilirlik gibi malzemenin mekanik bir özelliğidir, statik ve dinamik yüklerle değerlendirilir. Bu, "tokluk" kavramının ilkesidir. Tokluk, bağlayıcı içeriği ve WC tane boyutu ile ilişkilidir ve bu iki faktör büyüdükçe artar.

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.

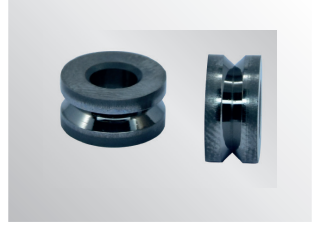
Termal Şok: Tungsten karbur çok düşük genleşme değerine sahiptir - ferritik ve martensitik çeliğin sadece yarısı değerindedir. Östenitik çelik ile karşılaştırıldığında, oran yaklaşık 1: 3'dür. Alaşımsız çeliklerin ısı iletkenliği, karbürün değerinin yaklaşık yarısı kadardır. Tungsten karbürün tane boyutu,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



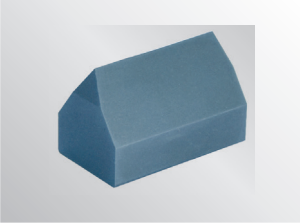
Kırcı bıçak



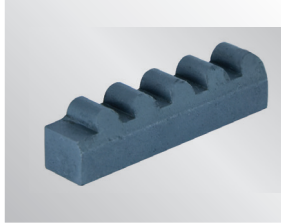
Dizgi kılavuzu



Yönlendirici



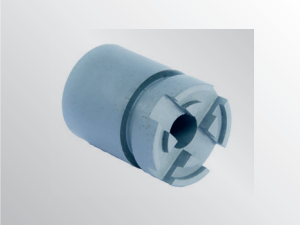
Karbür çekiç



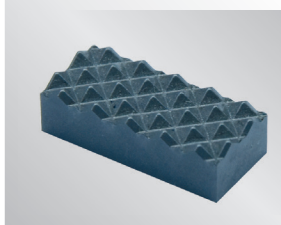
Sert metal sıyrıcı



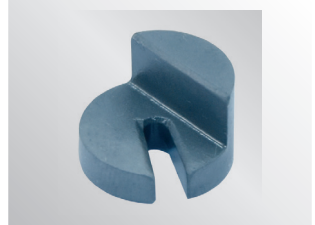
Sert metal nozül



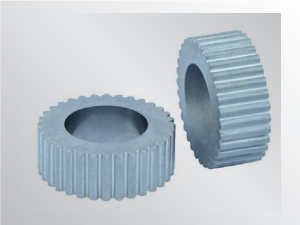
Hisarlı disk



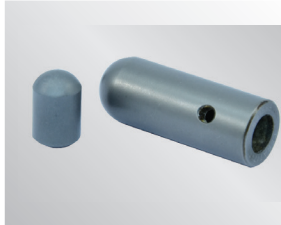
Sondaj ürünü



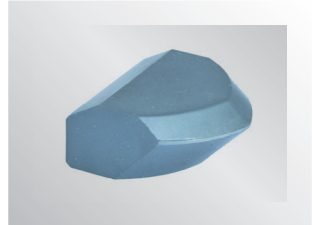
Tel bükme aparatı



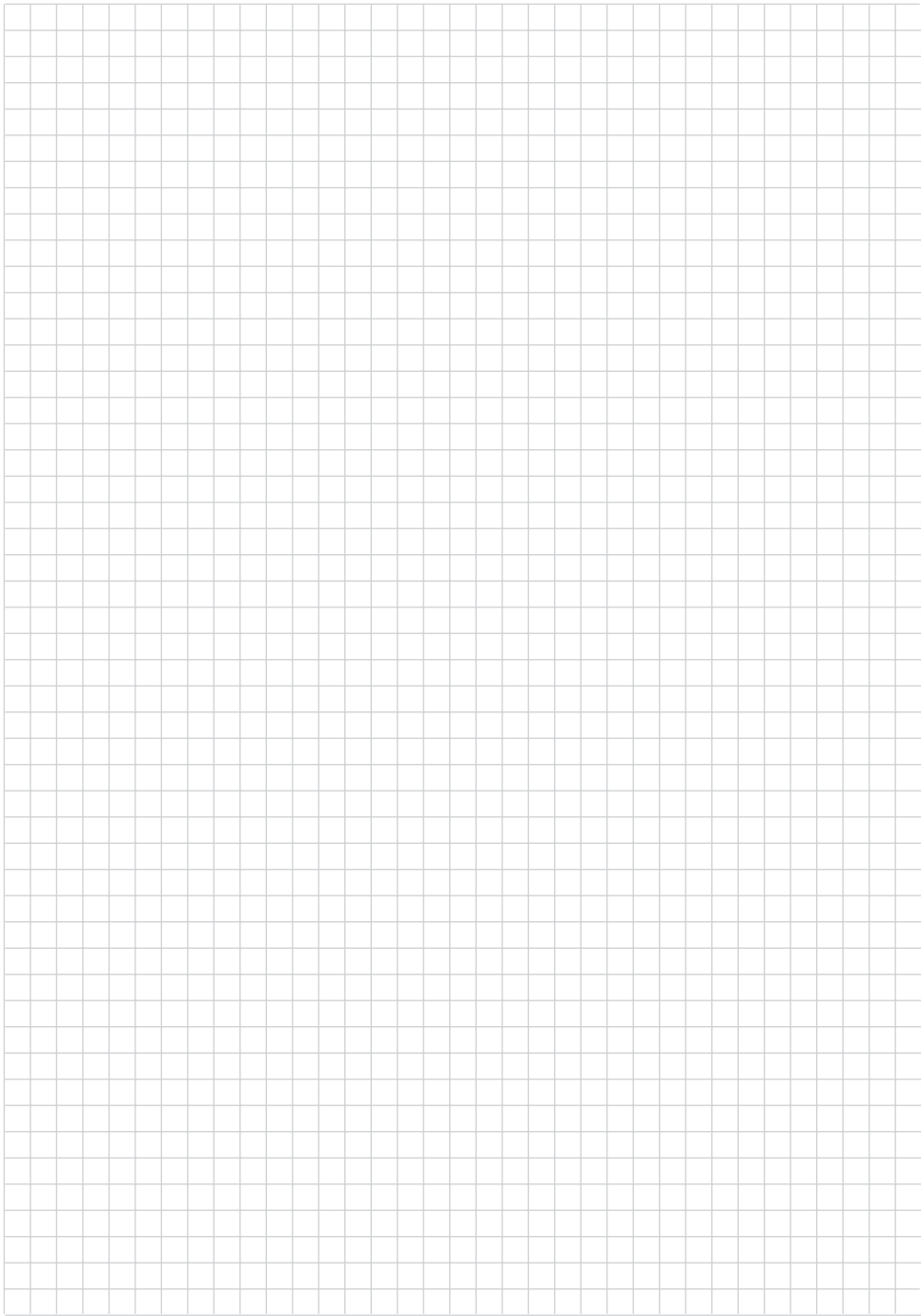
Sert metal dişli



Sondaj ucu



Taş kırıcı



Takım Tutucu Sistemleri



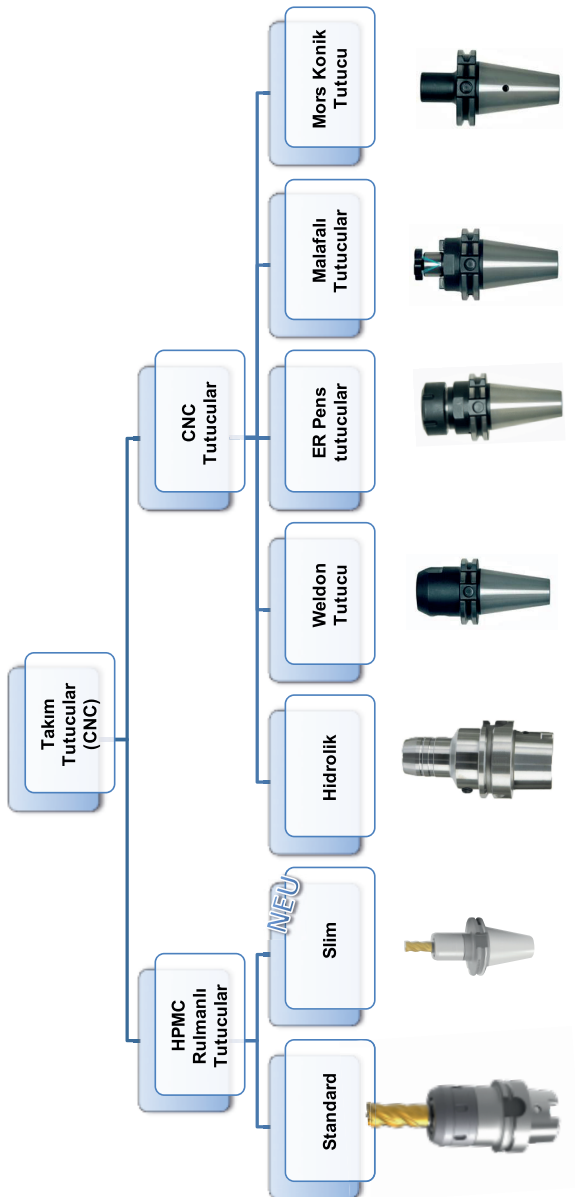
Tutucular

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.

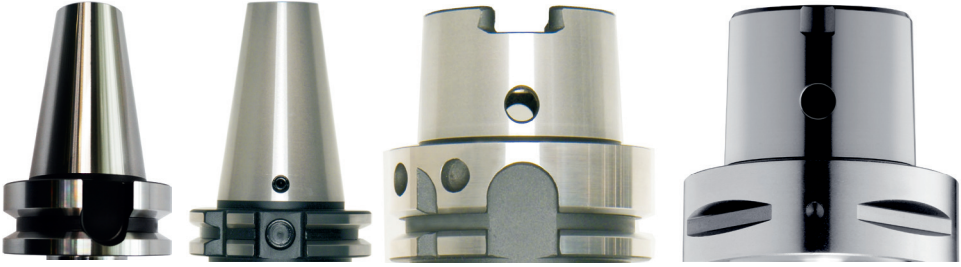
Tutucu tiplerine geçmeden bilinmesi gereken bazı önemli bilgileri yandaki tabloda görebilirsiniz.



Tutucu Konikleri

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

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 (poligon 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 balanssızlık, tork değeri, güvenli bağlama, ölçüsel uygunluk, otomasyona uygunluk gibi kriterler göz önüne alındığında en optimum şartları sağlayan tutucu shrink tutucu sistemleridir.

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

Balans

Balansın kelime anlamı DENGİ dir. Tutucu sistemlerde, tutucunun eksenine göre bütün çevrede ağırlığın eşit olması istenir. Burada bahsedilen değerler gram cinsindendir. Bu değer çok düşük olduğu için tam olarak sıfırlamak çok zordur. Bu nedenle tutucu takımlarda minimum balanssızlık aranır. 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.



Tutucularda balansı 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.





Çektirme Civatası (PULLSTUD)

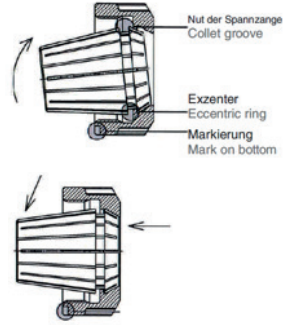
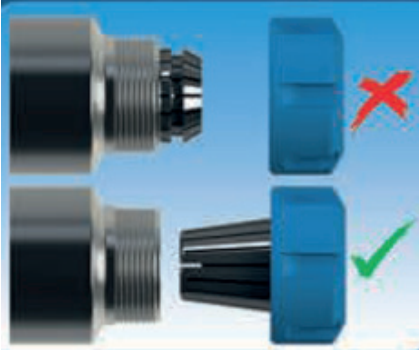
Tezgah türlerine, tezgahın üretildiği kıtaya, kullandığı tutucu tipine ve soğutma sıvısı kullanılıp kullanılmadığına göre pek çok çektirme civatası çeşidi vardır. Çektirme civatasının yanlış ölçülerde seçilmesi, yanlış malzemeden ve uygun olmayan sertlikte üretilmesi çok büyük sorunlara sebep olabilir. Çektirme civataları kullanım yoğunluğuna bağlı olarak 2-3 yıl ara ile değiştirilmelidir. Civataların açığı değerleri çok önemlidir. Tezgahın içinde bulunan çekme penci ile aynı açığıya 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

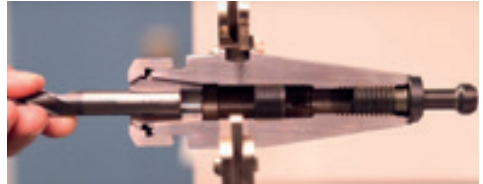
Pens başlığı kullanımında pensi kapağa takarken, kapak içindeki eksantrik boşaltmaya dikkat edilmelidir. Pens bu eksantrik yönünde takılmalıdır. Pens kapağa takılmadan yuva içine konulmamalıdır.



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 kısma 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?

- Bilyalı 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 shaft toleransı uygun olan her kesici sıkılabilir. Veldonda ise shaft toleransı uygun olan ve shaftında 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.

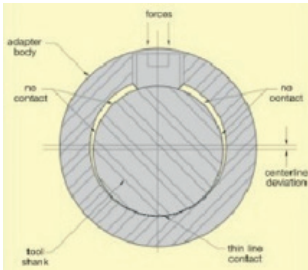
Veldon'un Avantajları:

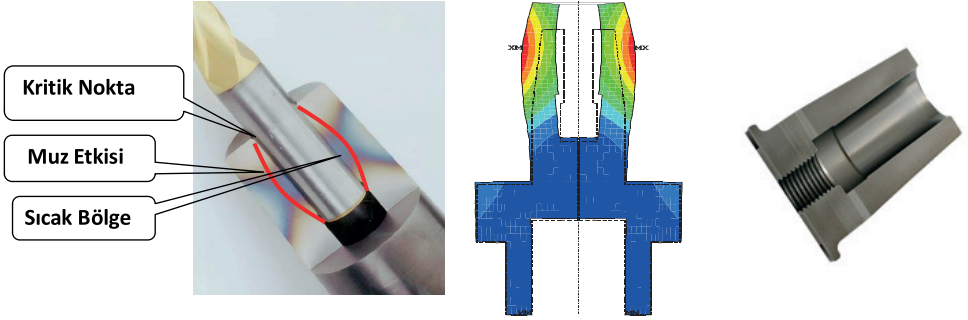
- Civatanın sıkma etkisi nedeniyle yüksek radyal döndürme kuvvetine karşı koruma
- Gövde kalınlığı nedeniyle rijitlik

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 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.

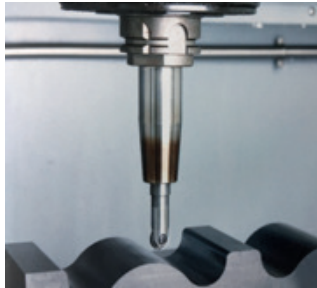
Tutucunun iç çapı ısı etkisiyle genişirken en çok genişleme orta kısımda olur. Uç ve alt kısımda bu genişleme az miktardadır. Hatta en uçta başlangıçta genişleme o kadar azdır ki kesici buradan içeri giremez. Kırmızı yay ile gösterilen aslında bu genişlemez.

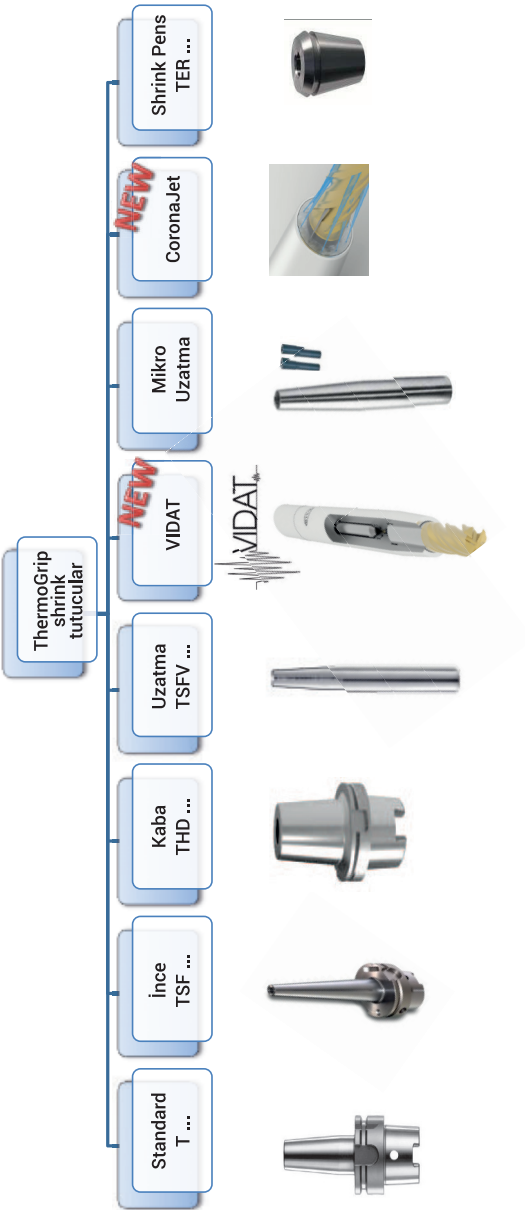
Counterbore sayesinde fazla ısıtmaya gerek kalmadan birkaç saniye önce kesiciyi tutucu içine takabiliyoruz. Böylece hem tutucu ömrü uzun oluyor, hem de operatör çıplak el ile bile kesiciyi tutup çıkarabilmektedir. İş güvenliği açısından çok önemli bir uygulamadır.



Shrink Tutucular

- Minimum salgı. Shrink tutucuların salgısı her zaman 3 mikron ve altındadır. Bu sayede kesicilerin 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 sıkı, az mı sıkı 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 çarpıtma gibi sorunlar minimuma iner.
- Hızlı çözüm. Shrink tutucular uç uca eklenerek uzatılabilir. 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.





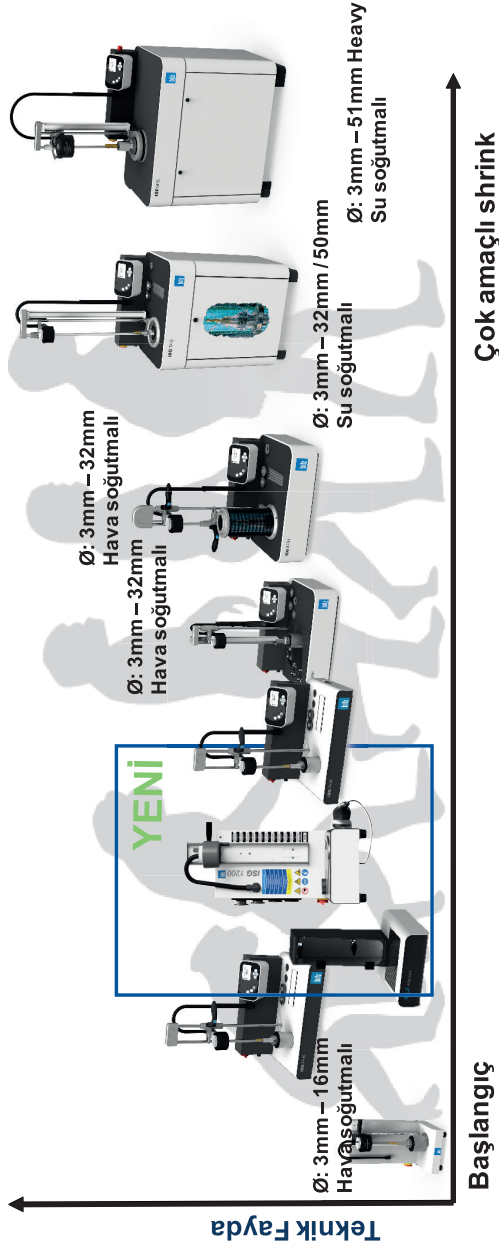
Shrink Makineleri

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.

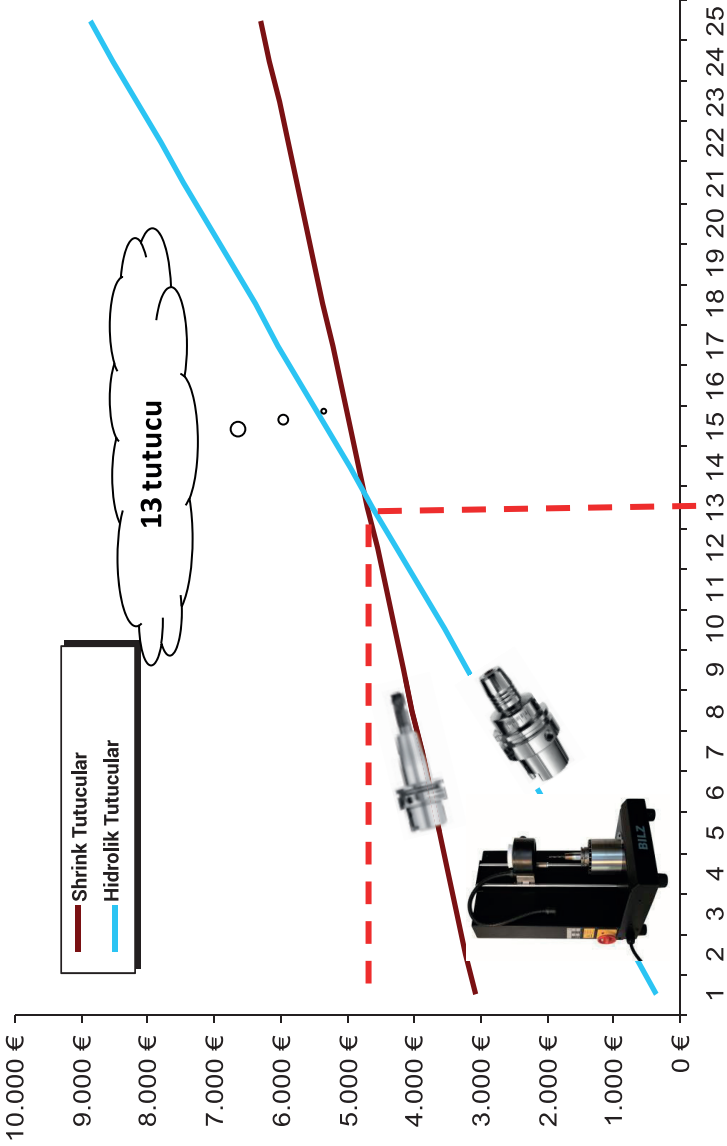


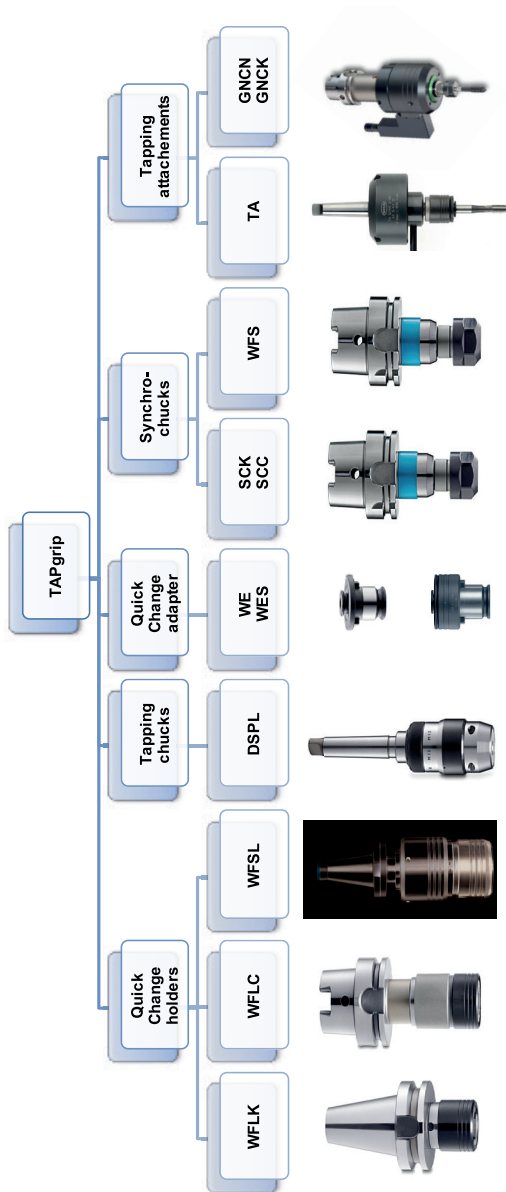
Bu tür makinalarda aranan özellikler,

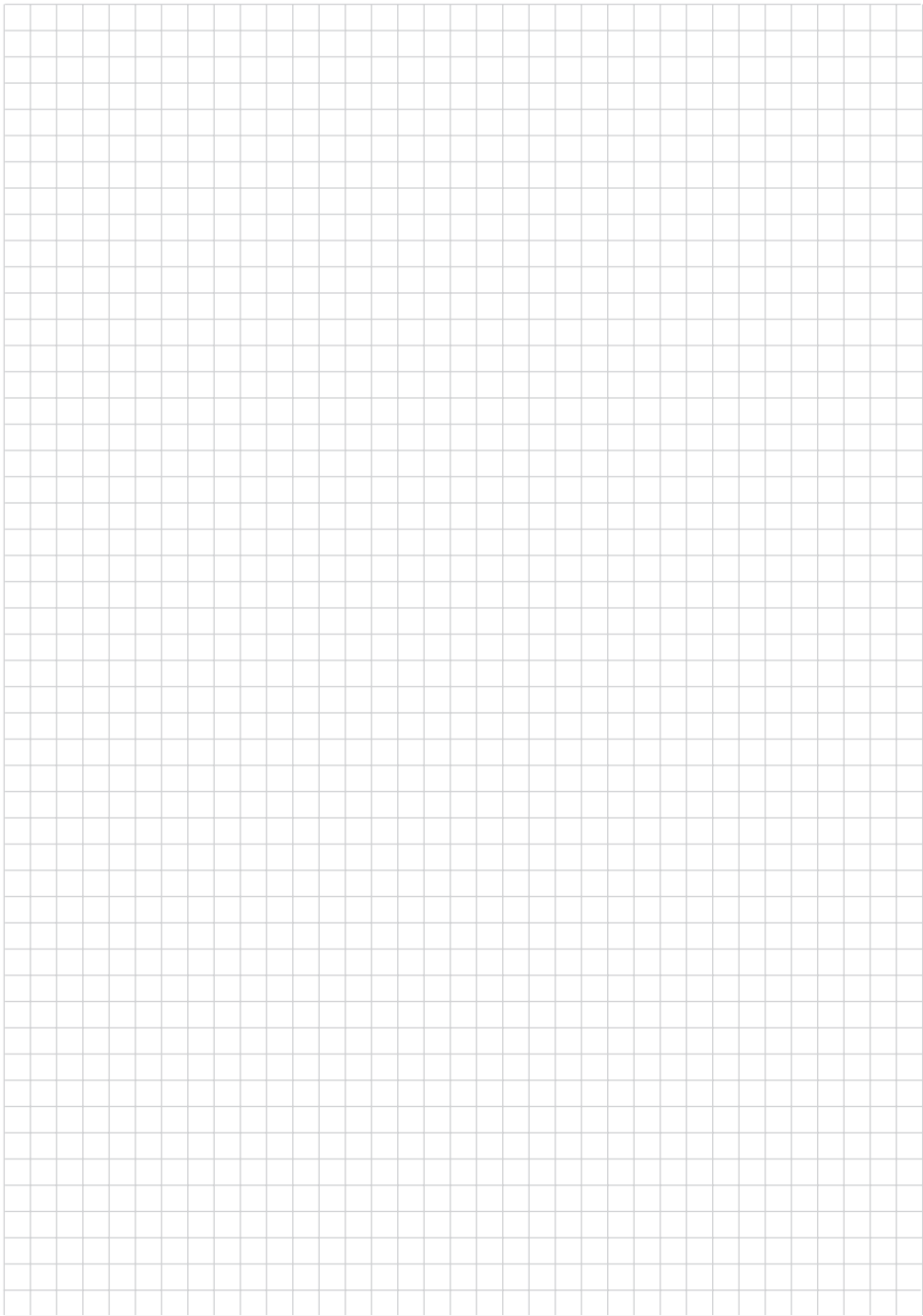
- Operatöre bağımlılığın az olması
- Ürün tipine göre kontrollü ısıtma
- İş güvenliği açısından son derece güvenli olması
- Yurtiçi servis imkanları
- Kullanım kolaylığı
- Hem ısıtma, hem soğutma işlemlerinin aynı yerde yapılabilmesi
- Soğutmanın hızlı olması



Shrink Tutucu – Hidrolik Tutucu Yatırım Karşılaştırması

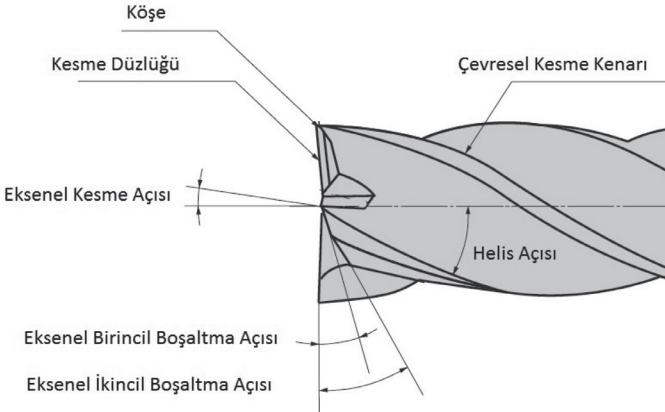
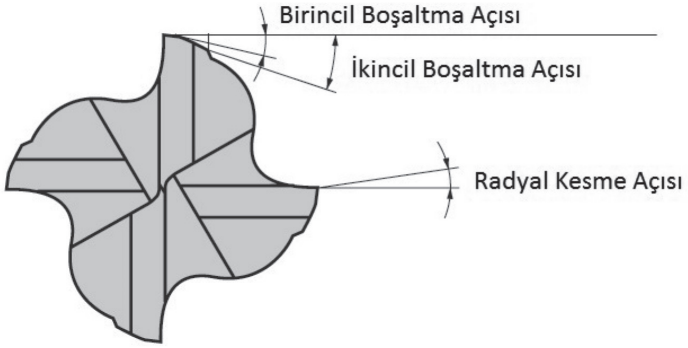
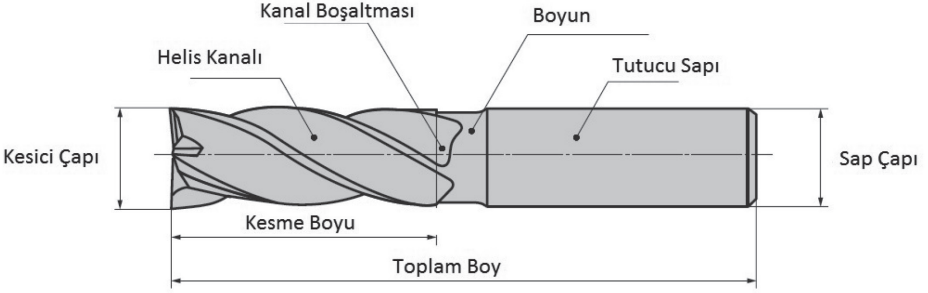






Teknik Bölüm





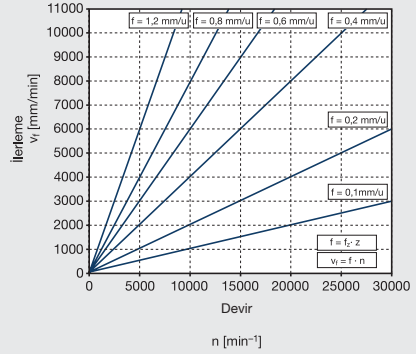
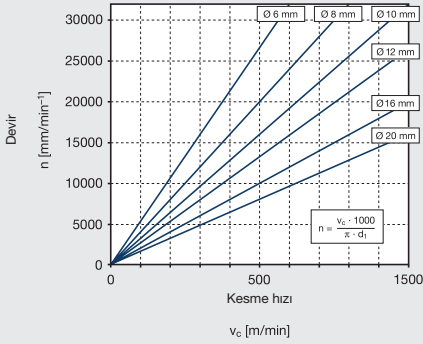
Pratik Kesme Değerleri Tabloları

Tablolar aşağıdaki koşullarda geçerlidir

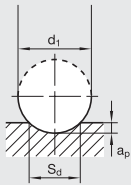
$$a_p \geq 0,5 \cdot d_1$$

$$a_p \geq 0,5 \cdot d_4$$

Aşağıdaki tabloya bakınız



Küresel frezeler



Kesme derinliği aşağıdaki gibi olan küresel frezeler

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

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

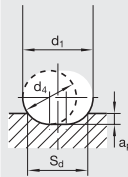
$$a_p = \text{Kesme derinliği} \quad [\text{mm}]$$

$$S_d = \text{Kesme derinlik-}\varnothing \quad [\text{mm}]$$

$$d_1 = \text{Freze-}\varnothing \quad [\text{mm}]$$

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

Köşe radyüslü frezeler



Kesme derinliği aşağıdaki gibi olan köşe radyüslü frezeler

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

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

$$d_4 = 2 \cdot \text{Köşe radyüs} \quad [\text{mm}]$$

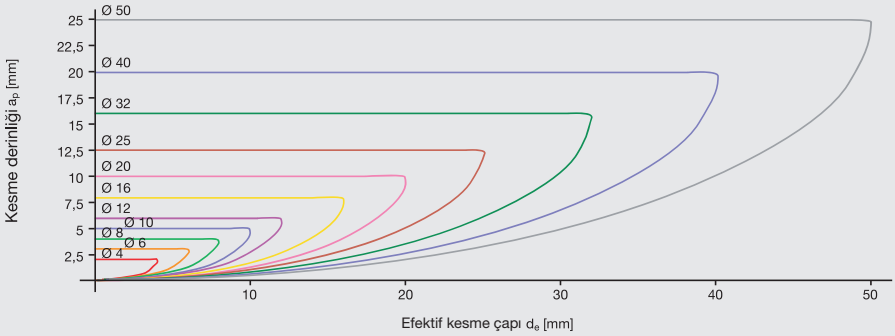
$$S_d = d_1 - d_4 + 2 \cdot \sqrt{d_4 \cdot a_p - a_p^2}$$

$$z = \text{Ağız sayısı}$$

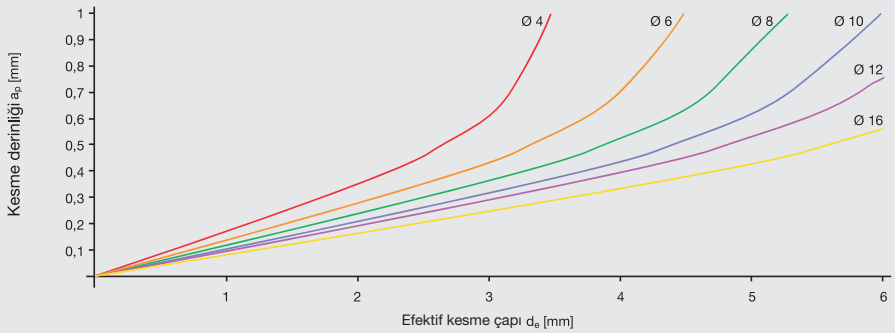
$$f_z = \text{Dış başı ilerleme} \quad [\text{mm}]$$

$$f = \text{Devir başı ilerleme} \quad [\text{mm/u}]$$

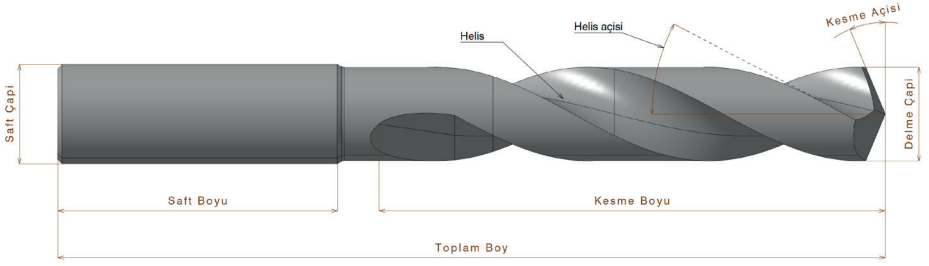
Küresel frezeler



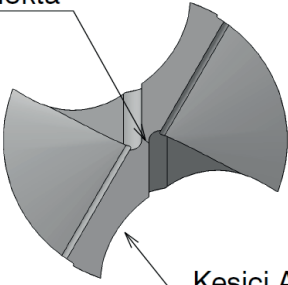
Küresel frezeler (büyütülmüş)



Matkap Terminolojisi

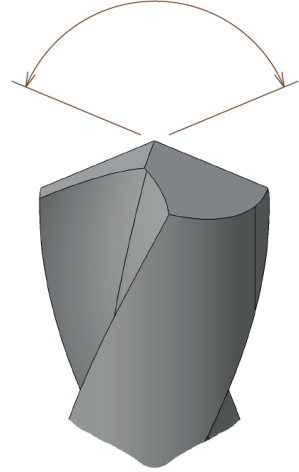


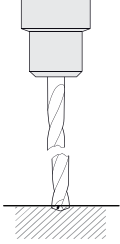
Kesici Nokta



Kesici Ağzı

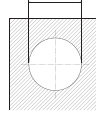
Noktasal Açı





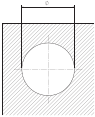
Matkap Kırılması

- Aşın 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 Merkezleynin 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 > Merkezleyn
- 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 düşük kesme hızı Vc

- Talaş yığılması
- Kötü talaş akışı
- Zaman kaybı

Yüksek ilerleme hızı:

- Daha sert talaş kırma
- Zaman kazancı

Çok yüksek kesme hızı Vc

- Serbest yüzey aşınması artar
- Plastik deformasyon etkisi hızlanır
- Delik kalitesi bozulur
- Tolerans dışı ölçüm

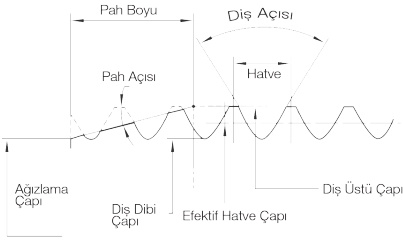
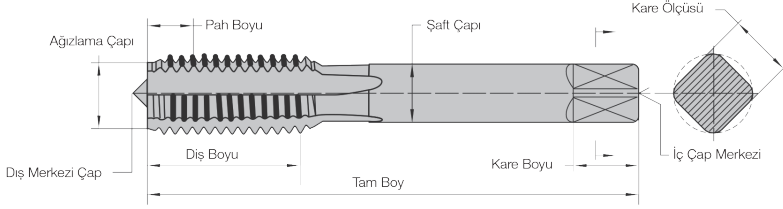
İlerleme hızı fn aşağıdakileri etkiler:

- Talaş oluşumu
- Güç tüketimi
- İlerleme kuvveti
- Matkap yüzeyinde termal ve mekanik gerilim

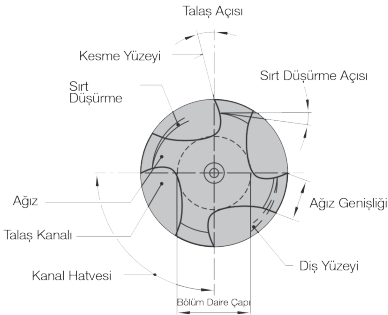
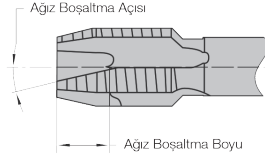
Düşük ilerleme hızı:

- Uzun, ince talaş
- Düzgün yüzey kalitesi
- Hızlı takım aşınması
- Zaman kaybı

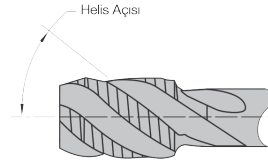
Kılavuz Terminolojisi

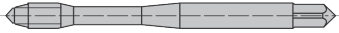
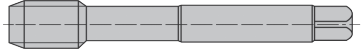


Açık delik uygulamaları için eğik ağızlama

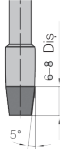


Kör delik uygulamaları için helisel kanal



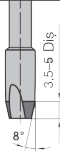
Ön	Arka	Ø	DIN Normu		Şaft Formu
		1-6	371	352 2181	
		2-6	374	376	
		6 + 10	371		
		8 + 10	374	376	
		>10 ≤7	374 352	376 2181	

Kılavuz Pah Formları



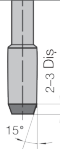
Form A

Açık delik uygulamaları için uzun pah, 6 - 8 dış



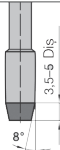
Form B

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



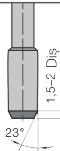
Form C

Kör delik uygulamaları için kısa pah, 2 - 3 dış



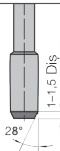
Form D

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



Form E

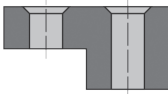
Kör ve açık delik uygulamalarında kısa salgı değeri, kısa pah, 1,5 - 2 dış



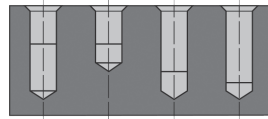
Form F

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

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							Dış dibi Çapı				Dış 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		
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							Dış dibi Çapı							Dış 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	42,252	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	58,406	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					Dış dibi Çapı					Dış 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	
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		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	6H	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

Vida anma ölçüsü	Somun (dişi) vida		Matkap Çapı
	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		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

Vida anma ölçüsü	Somun (dişi) vida		Matkap Çapı
	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 40,676	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.

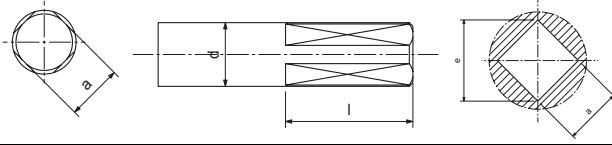
ISO Metrik Normal Vidalar İçin Cıvata Ölçüleri

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

Vida anma ölçüsü	Adım	4h				6 g (M1 - M1,4 - 6h)						8 g					
		Yan Çap		Diş dibi Çapı		Diş üstü Çapı		Yan Çap		Diş dibi Çapı		Diş üstü Çapı		Yan Çap		Diş dibi Çapı	
		max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.
M1	0,25	1,000	0,958	0,838	0,804	0,693	0,641	1,000	0,953	0,838	0,785	0,693	0,622	1,000	0,953	0,838	0,785
M1,1	0,25	1,100	1,058	0,938	0,904	0,693	0,641	1,100	1,053	0,938	0,885	0,793	0,722	1,100	1,053	0,938	0,885
M1,2	0,25	1,200	1,158	1,038	1,004	0,893	0,841	1,200	1,153	1,038	0,985	0,893	0,822	1,200	1,153	1,038	0,985
M1,4	0,30	1,400	1,352	1,205	1,169	1,032	0,974	1,400	1,355	1,205	1,148	1,032	0,954	1,400	1,355	1,205	1,148
M1,6	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	1,581	1,496	1,354	1,291
M1,8	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	1,781	1,696	1,554	1,491
M2	0,40	2,000	1,940	1,740	1,698	1,509	1,438	1,981	1,886	1,721	1,654	1,490	1,384	1,981	1,886	1,721	1,654
M2,2	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	2,180	2,080	1,888	1,817
M2,5	0,45	2,500	2,437	2,198	2,163	1,948	1,871	2,480	2,380	2,188	2,117	1,928	1,825	2,480	2,380	2,188	2,117
M3	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	2,980	2,874	2,655	2,580
M3,5	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	3,479	3,354	3,089	3,004
M4	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	3,978	3,838	3,523	3,433
M4,5	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	4,478	4,338	3,991	3,901
M5	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
M6	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
M7	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
M8	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
M9	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
M10	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
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
M12	1,75	12,000	11,800	10,663	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
M14	2,00	14,000	13,820	12,701	12,601	11,546	11,303	13,962	13,682	12,663	12,503	11,508	11,204	13,962	13,512	12,663	12,413
M16	2,00	16,000	15,820	14,701	14,601	13,546	13,303	15,962	15,682	14,663	14,503	13,508	13,204	15,962	15,512	14,663	14,413
M18	2,50	18,000	17,788	16,376	16,370	14,953	14,647	17,958	17,632	16,324	16,164	14,901	14,541	17,958	17,438	16,324	16,069
M20	2,50	20,000	19,788	18,376	18,370	16,953	16,647	19,958	19,632	18,324	18,164	16,891	16,541	19,958	19,428	18,324	18,069
M22	2,50	22,000	21,788	20,376	20,370	18,953	18,647	21,958	21,632	20,324	20,164	18,891	18,541	21,958	21,428	20,324	20,069
M24	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	23,552	22,003	21,888
M27	3,00	27,000	26,764	25,051	24,926	23,319	22,978	26,926	26,577	25,003	24,803	23,271	22,855	26,926	26,552	25,003	24,888
M30	3,50	30,000	29,735	27,727	27,595	25,706	25,372	29,947	29,522	27,674	27,462	25,653	25,189	29,947	29,477	27,674	27,339
M33	3,50	33,000	32,735	30,727	30,595	28,706	28,372	32,947	32,522	30,674	30,462	28,653	28,189	32,947	32,277	30,674	30,339
M36	4,00	36,000	35,700	33,402	33,262	31,369	30,665	35,940	35,465	33,342	33,118	31,033	30,521	35,940	35,190	33,342	32,887
M39	4,00	39,000	38,700	36,402	36,262	34,369	33,665	38,940	38,465	36,342	36,118	34,033	33,521	38,940	38,190	36,342	35,887
M42	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
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
M48	5,00	48,000	47,665	44,752	44,592	41,866	41,346	47,929	47,399	44,847	44,611	41,795	41,185	47,929	47,079	44,881	44,381
M52	5,00	52,000	51,665	48,752	48,592	45,866	45,346	52,929	52,399	49,681	49,445	45,795	45,185	52,929	51,979	49,681	49,181
M56	5,00	56,000	55,645	52,428	52,258	49,252	48,686	56,925	56,395	53,353	53,088	49,177	48,516	56,925	55,925	53,353	52,828
M60	5,50	60,000	59,645	56,228	56,058	52,522	52,686	60,925	60,395	56,353	56,088	53,177	52,516	60,925	59,925	56,353	55,828
M64	6,00	64,000	63,625	60,103	59,923	56,639	56,027	67,920	67,320	64,023	63,743	56,559	55,847	67,920	66,920	64,023	63,573
M68	6,00	68,000	67,625	64,103	63,923	60,639	60,027	71,920	71,320	68,023	67,743	60,559	59,847	71,920	70,920	68,023	67,559

Ölçüler mm'dir.

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	
3,600	4,010	3,000	3,160	3,020	4,080	3,000	2,910	6
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		Pürüzlülük Sınıf Numarası	Kalite Pürüzlülük Değerlerinin Elde Edildiği İşlemler
		Ra μm (1 μm - 0.001 mm)			
		max.	min.		
Talaş kaldırmadan işleme sembolleri		50	6,3	N 12	Talaşsız şekil verme metodu ile imal edilmiş; yüzeylerden arzu edilen homojenlik ve düzgünlüğün sağladığı hallerde (Kum döküm; Kalıpta dökme; Kokıl döküm; Haddeme; Pres döküm ve Extrujin gibi metodlarla elde edilen yüzeyler) Not: İstenen yüzey pürüzlülüğü elde edilemez ise yüzeyler işlenmelidir.
		6,3	3,2	N9	
		6,3	0,8	N8	
		6,3	0,4	N9	
		3,2	0,8	N5	
		3,2	0,8	N8	
		6,3	0,4	N6	
▼		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	

143

Delik Tolerans Tablosu

Mil / Shaft		Daily Hole		Mil / Shaft				Daily Hole		Mil / Shaft				Daily Hole		Mil / Shaft				Daily Hole				
ISO		H6		H7	s6	p6	m6	k6	j6	h6	g6	f7	e8	d9	H8	h8	f8	e9	d10	H11	h11	d11	c11	a11
Nominal Caplar Nominal Diameters		High Precision Hole	Sink Gauge	Shrink Fit	CaKam Gauge	CaKam Gauge	Press Shrink Fit	Turk Gauge	Kakam Gauge	Kaygan Gauge	Zor Head to Turn 1	Doner Gauge 1	Zor Head to Turn 2	Sevket Gauge	Orta Hassas Delik Medium Precision Hole	Kaygan Gauge	Doner Turn Fit 1	Doner Turn Fit 2	Sevket Gauge	Kaba Delik Rough Precision Hole	Kaba Gauge (g1)	Kaba Gauge (g2)	Kaba Gauge (g3)	Kaba Gauge (g4)
	≥ Ø1 - < Ø3	+7 +11	+7 +2	+4 -1	+4 -1	+5 +9	+22 +9	+6 +2	+1 -1	-7 -1	-14 -20	-7 -16	-28 -45	+14 +0	+14 +0	-14 -21	-39 -60	-60 -78	-60 -78	+75 +0	-30 -70	-30 -70	-30 -70	-30 -70
	≥ Ø3 - < Ø6	+8 +4	+9 +4	+4 -1	+4 -1	+12 +9	+27 +12	+12 +4	+7 -1	+7 -8	-12 -22	-38 -60	-60 -78	+18 +0	+18 +0	-18 -28	-50 -78	-50 -78	-50 -78	+75 +0	-30 -70	-30 -70	-30 -70	-30 -70
Nominal Caplar Nominal Diameters	≥ Ø6 - < Ø10	+9 +16	+12 +6	+4 -5	+5 +15	+24 +10	+15 +6	+10 +2	+7 -1	0 -5	-13 -25	-40 -62	-62 -84	+22 +0	+22 +0	-13 -25	-40 -62	-40 -62	-40 -62	+90 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø10 - < Ø18	+10 +17	+13 +7	+5 -8	+6 +16	+25 +10	+16 +6	+11 +2	+8 -1	0 -6	-14 -28	-47 -69	-69 -91	+22 +0	+22 +0	-14 -28	-47 -69	-47 -69	-47 -69	+90 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø18 - < Ø30	+11 +18	+14 +8	+5 -8	+6 +16	+26 +11	+17 +7	+12 +3	+11 -1	-1 -11	-17 -31	-40 -59	-59 -83	+27 +0	+27 +0	-17 -31	-40 -59	-40 -59	-40 -59	+110 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
Nominal Caplar Nominal Diameters	≥ Ø30 - < Ø40	+12 +19	+15 +9	+5 -9	+6 +16	+27 +12	+18 +8	+12 +3	+11 -1	-2 -12	-41 -61	-61 -85	+30 +0	+30 +0	+30 +0	-20 -40	-45 -65	-45 -65	-45 -65	+130 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø40 - < Ø50	+13 +20	+16 +10	+5 -9	+6 +16	+28 +13	+19 +9	+13 +4	+12 -2	-3 -13	-41 -61	-61 -85	+31 +0	+31 +0	+31 +0	-21 -41	-46 -66	-46 -66	-46 -66	+140 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø50 - < Ø65	+14 +21	+17 +11	+5 -9	+6 +16	+29 +14	+20 +10	+14 +5	+13 -2	-4 -14	-43 -63	-63 -87	+32 +0	+32 +0	+32 +0	-22 -42	-47 -67	-47 -67	-47 -67	+150 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
Nominal Caplar Nominal Diameters	≥ Ø65 - < Ø80	+15 +22	+18 +12	+5 -9	+6 +16	+30 +15	+21 +11	+14 +5	+13 -2	-5 -15	-44 -64	-64 -88	+33 +0	+33 +0	+33 +0	-23 -43	-48 -68	-48 -68	-48 -68	+160 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø80 - < Ø100	+16 +23	+19 +13	+5 -9	+6 +16	+31 +16	+22 +12	+15 +6	+14 -3	-6 -16	-45 -65	-65 -89	+34 +0	+34 +0	+34 +0	-24 -44	-49 -69	-49 -69	-49 -69	+170 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø100 - < Ø120	+17 +24	+20 +14	+5 -9	+6 +16	+32 +17	+23 +13	+16 +7	+15 -4	-7 -17	-46 -66	-66 -90	+35 +0	+35 +0	+35 +0	-25 -45	-50 -70	-50 -70	-50 -70	+180 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
Nominal Caplar Nominal Diameters	≥ Ø120 - < Ø140	+18 +25	+21 +15	+5 -9	+6 +16	+33 +18	+24 +14	+16 +7	+15 -4	-8 -18	-47 -67	-67 -91	+36 +0	+36 +0	+36 +0	-26 -46	-51 -71	-51 -71	-51 -71	+190 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø140 - < Ø160	+19 +26	+22 +16	+5 -9	+6 +16	+34 +19	+25 +15	+17 +8	+16 -5	-9 -19	-48 -68	-68 -92	+37 +0	+37 +0	+37 +0	-27 -47	-52 -72	-52 -72	-52 -72	+200 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø160 - < Ø180	+20 +27	+23 +17	+5 -9	+6 +16	+35 +20	+26 +16	+18 +9	+17 -6	-10 -20	-49 -69	-69 -93	+38 +0	+38 +0	+38 +0	-28 -48	-53 -73	-53 -73	-53 -73	+210 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
Nominal Caplar Nominal Diameters	≥ Ø180 - < Ø200	+21 +28	+24 +18	+5 -9	+6 +16	+36 +21	+27 +17	+19 +10	+18 -7	-11 -21	-50 -70	-70 -94	+39 +0	+39 +0	+39 +0	-29 -49	-54 -74	-54 -74	-54 -74	+220 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø200 - < Ø225	+22 +30	+25 +19	+5 -9	+6 +16	+37 +22	+28 +18	+20 +11	+19 -8	-12 -22	-51 -71	-71 -95	+40 +0	+40 +0	+40 +0	-30 -50	-55 -75	-55 -75	-55 -75	+230 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø225 - < Ø250	+23 +31	+26 +20	+5 -9	+6 +16	+38 +23	+29 +19	+21 +12	+20 -9	-13 -23	-52 -72	-72 -96	+41 +0	+41 +0	+41 +0	-31 -51	-56 -76	-56 -76	-56 -76	+240 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
Nominal Caplar Nominal Diameters	≥ Ø250 - < Ø280	+24 +32	+27 +21	+5 -9	+6 +16	+39 +24	+30 +20	+22 +13	+21 -10	-14 -24	-53 -73	-73 -97	+42 +0	+42 +0	+42 +0	-32 -52	-57 -77	-57 -77	-57 -77	+250 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø280 - < Ø315	+25 +34	+28 +22	+5 -9	+6 +16	+40 +25	+31 +21	+23 +14	+22 -11	-15 -25	-54 -74	-74 -98	+43 +0	+43 +0	+43 +0	-33 -53	-58 -78	-58 -78	-58 -78	+260 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80
	≥ Ø315 - < Ø350	+26 +35	+29 +23	+5 -9	+6 +16	+41 +26	+32 +22	+24 +15	+23 -12	-16 -26	-55 -75	-75 -99	+44 +0	+44 +0	+44 +0	-34 -54	-59 -79	-59 -79	-59 -79	+270 +0	-40 -80	-40 -80	-40 -80	-40 -80

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 titişimler	Yüzey pürüzlülüğü	+++	+	+++	+	++	+++
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 ☐
Diğer bilgiler	_____		

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

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 ☐	Kaynaklı ☐	Ayarlanabilir ☐	Modüler ☐
	Takma Uçlu		Kartuşlu	
Diğer bilgiler	_____			

Teknik resim gerekli mi? evet ☐ hayır ☐

Ayrıca ihtiyaç duyulan ekipmanlar

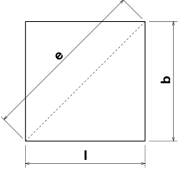
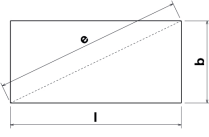
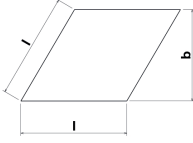
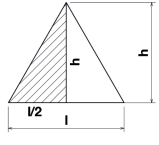
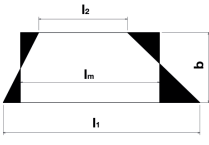
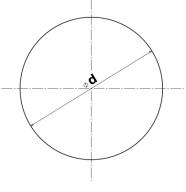
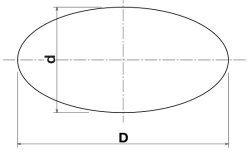
Diğer bilgiler	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Sertlik Mukayese Tablosu

Gerilme direnci Rm Tensile strength Rm N/mm ²	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/mm ²	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/mm ²	Rm
Vickers sertlik: Vickers hardness	Diamantpiramit 136, Test Kuvveti F 98 N Diamond pyramid 136, Test force F 98 N	HV
Brinell sertlik: Brinell hardness	0,102 x F/D2 = 30 N/mm ²	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

Kare  $A = l^2$ $l = \sqrt{A}$ $U = 4.l$ $e = l\sqrt{2}$ $e = 1.1,414$	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  $A = l.b$ $b = \frac{A}{l} ; l = \frac{A}{b}$ $U = \text{kenarların toplamı}$
Üçgen  $A = \frac{l.b}{2}$ $l = \frac{2.A}{b}$ $b = \frac{2.A}{l}$ $U = 3 \text{ kenarın toplamı}$	Yamuk  $A = \frac{l_1+l_2}{2} . b$ $A = l_m.b$ $l_1 = \frac{2.A}{b} - l_2$ $l_m = \frac{l_1+l_2}{2}$ $l_2 = \frac{2.A}{b} - l_1$ $b = \frac{2.A}{l_1 + l_2}$ $U = \text{kenarların toplamı}$
Daire  $A = \frac{d^2 . \pi}{4}$ $A = d^2 . 0,785$ $d = \sqrt{\frac{4.A}{\pi}} = \sqrt{\frac{A}{0,785}}$ $A = r^2 . \pi ; r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ $U = d . \pi ; d = \frac{U}{\pi}$	Elips  $A = \frac{D.d.\pi}{4}$ $D = \frac{4.A}{d.\pi}$ $d = \frac{4.A}{D.\pi}$ $U = \frac{D+d}{2} . \pi$ $U \approx \pi . \sqrt{2.(R^2 + r^2)}$

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

Hacim Ölçüleri	
Metreküp (m³)	1 m³
Dekametre küp (Dm³)	1000 m³
Hektometre küp (hm³)	1.000.000 m³
Kilometre küp (Km³)	1.000.000.000 m³
Desimetre küp (dm³)	1/1.000 m³
Santimetre küp (cm³)	1/1.000.000 m³
Milimetre küp (mm³)	1/1.000.000.000 m³

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

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 Hacim Ölçüleri	
İstanbul Kilesi	37 litre
Dolu (Yarım)	18,50 litre
Sinik	9,25 litre
Yarda Küp	0,764 m³
Ayak Küp = 28,316 dm³	0,028 m³
Inch Küp	16,387 cm³
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

Alan Ölçüleri	
Metrekare (m²)	1 m²
Dekametrekarre (Dm²) = AR (a)	100 m²
Hektometrekare (hm²) = HEKTAR (ha)	10.000 m²
Kilometrekare (Km²) = 100 HEKTAR	1.000.000 m²
Desimetrekare (dm²)	1/100 m²
Santimetrekare (cm²)	1/10.000 m²
Milimetrekare (mm²)	1/1.000.000 m²

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

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 Zırai 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 Alan Ölçüleri	
1 Dönüm	919 m²
Büyük Dönüm	2,720 m²
1 Hektar	10,779 Dönüm
Cerip (Hektar)	10.000 m²
İran Fettani	183.000 m²
Mısır Fettani	4.200 m²
Mimari Arşın Kare	0,574 m²
Çarşı Arşın Kare	0,462 m²
Endaze Kare	0,422 m²
Mil Kare	2.589 km²
Acre (Eykir)	4.047 m²
Yarda Kare	0,8361 m²
Ayak Kare	9,290 dm²
Inch kare	6,452 cm²

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

A close-up photograph of three hands in business suits shaking hands, symbolizing partnership and agreement. The hands are positioned in the center of the frame, with the arms extending from the top and bottom corners. The suits are in shades of grey and blue. The background is a solid blue color.

boehlerit

leitz

bilz



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