

T.C  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



# MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN  
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

CNC TEZGÂHLAR VE  
KESİCİ TAKIMLAR

ANKARA 2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FALİYETİ-1 .....	3
1. PARÇA SIFIRLAMASI.....	3
1.1. İş Parçası Üzerinde Sıfır Noktası Belirlemenin Önemi ve Avantajları.....	3
1.2. CNC Tezgâhları Sabit ve Gezer Sıfır Noktaları.....	5
1.2.1. Tezgâh Sıfır Noktası.....	5
1.2.2. Başlangıç Sıfır Noktası.....	6
1.2.3. İş Parçası Sıfır Noktası .....	6
1.2.4. Bölgesel(Gezici) Sıfır Noktaları .....	7
1.2.5. Park Noktası .....	7
1.3. “G” Kodları ve Anlamları .....	8
1.4. Koordinat Sistemleri .....	10
1.4.1. CNC Tezgâhlarda Eksenlerin Yerleştirilmesi.....	10
1.4.2. Programlama Yöntemleri.....	15
1.5. Kesici Takımlar.....	19
1.5.1. Kesici Takım Malzemeleri .....	20
UYGULAMA FAALİYETİ .....	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	30
PERFORMANS DEĞERLENDİRME .....	32
ÖĞRENME FALİYETİ-2 .....	33
2. İŞLEME PARAMETRELERİ .....	33
2.1. Temel İmalat İşlemleri.....	33
2.1.1. Tornalama İşlemi.....	34
2.1.2. Frezeleme İşlemi.....	34
2.1.3. Delik Delme İşlemi.....	35
2.1.4. Raybalama İşlemi .....	35
2.1.5. Taşlama İşlemi.....	36
2.2. Kesici Takımlar.....	37
2.2.1. Kesici Takım Malzemeleri .....	38
2.2.2. CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Kesiciler .....	38
2.2.3. Sert Maden Uçların Kullanım Özellikleri.....	41
2.2.4. CNC Tornalama Uçları İçin ISO Kodlama Sistemleri .....	42
2.2.5. Tornalama Takımları İçin Sıkma Sistemleri.....	48
2.2.6. Tornalama Sıkma Sisteminin Seçilmesi .....	49
2.2.7. İç Tornalama İşlemlerinde Takımların Seçimi .....	50
2.2.8. Mekanik Sıkmalı Uç Şeklinin Seçilmesi .....	51
2.2.9. Mekanik Sıkmalı Uç Büyüklüğünün Seçilmesi.....	52
2.2.10. Finiş İşlemler İçin Köşe Radüs ve Pürüzlülük Değerleri.....	53
2.2.11. İş Parçası İşleme İçin Kesici Uç Seçimi Örnekleri.....	54
2.2.12. CNC Frezeleme İçin ISO Kodlama Sistemi .....	55
2.2.13. Değiştirilebilir Kesici Uç Seçme İşlemleri .....	57
2.3. CNC Tezgâhlarda Kesme Hızı ve İlerleme.....	61
2.3.1. Kesme Hızı .....	61
2.3.2. Kesme Hızını Etkileyen Faktörler .....	62

2.3.3. İlerleme.....	64
2.3.4. İlerleme Miktarını Etkileyen Sebepler.....	64
2.3.5. Torna Tezgâhında Kesme Hızı ve İlerleme Hesabı.....	64
2.3.6. CNC Freze Tezgâhında Kesme Hızı ve İlerleme.....	67
2.4. Takım Ön Ayarı ve Ölçülmesi.....	70
2.4.1. Takım Üzerinde Takım Ön Ayarı.....	70
2.4.2. Harici Takım Ön Ayarı.....	72
2.5. CNC Tezgâhları Takım ve İş Parçası Bağlama Gereçleri.....	72
2.5.1. CNC Tezgâhlarda İş Parçası Bağlama Gereçleri.....	73
2.5.2. CNC Tezgâhlarda Kullanılan Kesici Bağlama Gereçleri.....	76
UYGULAMA FAALİYETİ.....	81
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	82
PERFORMANS DEĞERLENDİRME.....	84
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	85
3. CNC TEZGÂHLARINA DOSYA AKTARIMI.....	85
3.1. Temel Bilgisayar Kullanımı.....	85
3.1.1. Microsoft Word Programı.....	85
3.1.2. Windows Word Pad.....	86
3.1.3. Not Pad.....	87
3.2. Dosya Aktarımının Önemi ve Gerekliği.....	88
3.2.1. DNC Nedir.....	88
3.2.2. DNC Sistemin Yapısı.....	89
3.2.3. DNC Dosya Aktarımı Sisteminin Üstünlükleri.....	90
3.2.4. DNC Sistemin Sağladığı Avantajlar.....	91
3.2.5. DNC Sisteminin Kazandırdığı Verimlilik.....	92
3.3. Nc Dosya Aktarım Programının Kullanılması.....	92
UYGULAMA FAALİYETİ.....	96
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	97
PERFORMANS DEĞERLENDİRME.....	99
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	100
CEVAP ANAHTARLARI.....	104
KAYNAKÇA.....	106

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>482BK0027</b>
<b>ALAN</b>	<b>Makine Teknolojisi</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Bilgisayar Destekli Makine Ressamlığı</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>CNC Tezgâhlar Ve Kesici Takımlar</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Parça sıfırlaması, işleme parametreleri ve CNC tezgâhlarına dosya aktarımı yapmayı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bilgisayar ile sayısal kod üretme uygulamaları dersinin 1. modülü olan takım yolları oluşturma modülünü almış olmak
<b>YETERLİK</b>	Parça sıfırlaması yapmak, işleme parametrelerini oluşturmak ve CNC tezgâhlarına dosya aktarımı yapmak.
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<p><b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında parça sıfırlaması yapabilecek, işleme parametrelerini oluşturabilecek ve CNC tezgâhlarına dosya aktararak parça imalatı yapabileceksiniz.</p> <p><b>Amaçlar</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ İmalat resmi üzerinden parça sıfırlaması yapabileceksiniz.</li><li>➤ Tezgâh kontrol panelini kullanarak işleme parametrelerini oluşturabileceksiniz.</li><li>➤ Bilgisayardan CNC tezgâhlarına dosya aktararak parça imalatı yapabileceksiniz.</li></ul>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	CNC parça işleme atölyesi, CNC takım tutucuları, CNC tezgâh kesici takımlar (kesici kalem, freze çakıları, sert maden uçlar) bilgisayar ve veri aktarma bağlantı kabloları, CAD ile çizim ve modelleme, DNC, CAM paket programları, parça işleme malzemeleri
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Faaliyetin sonunda yer alan çoktan seçmeli ve uygulamalı ölçme yöntemleri ile kendinizi değerlendireceksiniz.</li><li>➤ Verilen işi verilen sürede uygulayabilme yeterliğiniz öğretmen tarafından değerlendirileceksiniz.</li><li>➤ Modül performans testi ile faaliyetle ilgili yeterliklerinizi ölçmek için test uygulamalarına tabi tutulacaksınız..</li></ul>



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Bilim ve teknolojideki gelişmelere paralel olarak bilgisayar teknolojisi de gelişmektedir. Bilgisayarların üretim makinelerine bağlanması ve bilgisayar kontrollü üretim makinelerinin makine sanayi ve üretim sektöründe kullanılması üretim sektörünün hızlı bir şekilde gelişmesini sağlamıştır. Üretim sektörleri hız, kalite, kontrol, maliyet, kâr, zaman vb. yönden son derece olumlu bir gelişme sağlamıştır. Üretim sektöründe kullanılan genel bilgisayar destekli sistemler:

- CAD (Computer Aided Design- Bilgisayar Destekli Tasarım)
- CNC (Computer Numerical Control- Bilgisayarlı Sayısal Denetim)
- CAM ( Computer Aided Manufacturing- Bilgisayar Destekli Üretim)

Bilgisayar kontrollü üretim tezgâhları (CNC) gelişen teknolojiye üretimin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Buradaki en önemli sebep bu tezgâhlarla üretimin hızlı, hatasız, kısa zamanda seri şekilde ölçü tamlığında yapılmasıdır. Ayrıca verilerin dijital veri hâline getirilerek saklanması daha sonra istenildiği kadar kullanılmasıdır. Bilgisayar bağlantılı esnek üretim sistemlerinde birçok tezgâh bir merkezden kontrol edilebilmekte, bilgi aktarımı yapabilmekte ve üretim durumlarını kontrol edebilmektedir. CNC teknolojiye tezgâhlar, CAD tasarım programları, CAM bilgisayar destekli modelleme ve üretim bugün üretim teknolojilerinin temelini oluşturmaktadır. Kullanılan en basit ev araç ve gereç endüstrisinden otomotiv teknolojisine, uzay araştırmalarından bilimsel deney ve araştırmalara kadar hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Özellikle makine imalat sektörü, kullanılan bu sistemlerin en başında gelmektedir.

Bu üretim sektöründe çalışan yetişmiş teknik elemanların kendi alanlarında iyi derecede temel bilgisayar bilgisi, temel çizim ve modelleme, bilgisayar destekli üretim bilgisine ihtiyaçları vardır. Bu alanlarda yeterli bilgiyi alan ve kendini yetiştiren teknik elemanlar hemen hemen bütün üretim sektörlerinde istihdam olanağına sahip olabilmekte ve iş hayatına başlayabilmektedir.

Bu modül ile üretilecek iş parçalarının gerekli sıfırlama koordinatlarını oluşturabilecek, işlem için gerekli olan takımları seçebilecek, gerekli işleme parametrelerini oluşturabilecek, CNC tezgâhlarına iş parçası bilgilerini göndererek iş parçası imalatı yapabilmek için gerekli olan bilgileri öğrenebileceksiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli CNC atölye ortamı, CNC üretimde kullanılan kesici takımlar, bağlama aparatları ve takım tutucular sağlandığında iş parçasının tezgâha bağlantısını yaparak, koordinat sistemlerini tanıyacak, işlem için gerekli olan sıfırlama ayarlarını yapabileceksiniz.

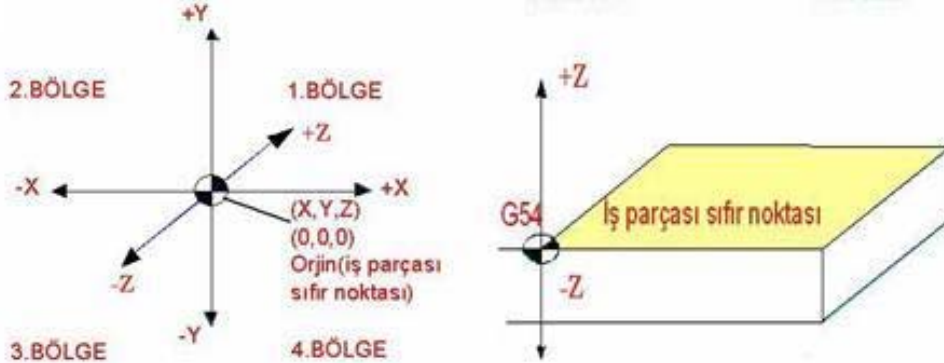
## ARAŞTIRMA

- Çalıştığınız bölgede CNC tezgâh teknolojisi ile makine imalatı yapan sanayi kuruluşlarını araştırınız.
- İnternet üzerinden CNC talaşlı üretim ve takım imalat sanayi kuruluşlarını, teknik üniversite ve teknik eğitim kurumlarını araştırınız.
- CNC imalat ve üretim konulu kitaplardan koordinat sistemleri, iş parçası ve tezgâh sıfır noktası, kesici takımlar ve takım tutucular ile ilgili kısımları araştırınız ve inceleyiniz.

## 1. PARÇA SIFIRLAMASI

### 1.1. İş Parçası Üzerinde Sıfır Noktası Belirlemenin Önemi ve Avantajları

Parça programlama teknik elemanına bağlı olarak CNC tezgâhlarda talaş kaldırmada birçok başlangıç noktası alınabilir. Bu başlangıç noktası kullanılan tezgâh tipi, kullanılan kesici takım, işleme tipi, iş parçası biçimi veya isteğe göre alınabilir. Bu başlangıç noktası üç (3) eksene sahip freze tezgâhlarında X, Y, Z eksenlerinin kesiştiği orijin ve iki (2) eksene sahip torna tezgâhlarında X, Z eksenlerinin kesiştiği orijin noktasıdır.

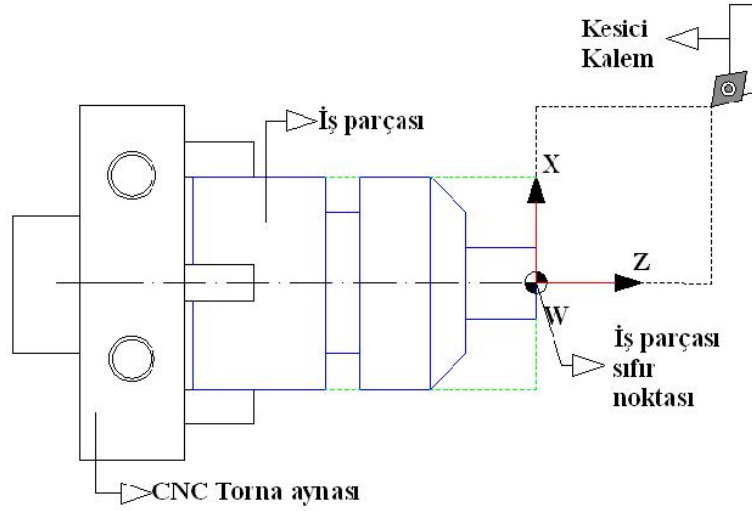


Şekil 1.1: Koordinat eksenleri

Tezgâh, parça kesme işlemine başladığında X, Y, Z ekseninde (tornada X, Z) kızak, tabla ve taret hareketleri bu başlangıç noktasına göre yapılacaktır. İş parçası referans veya

sıfır noktası (W) harfi ile simgelenmekte ve iş parçası üzerinde belirtilmektedir. Parça üzerindeki bütün kesici takım hareketleri ve yönleri bu noktaya göre hesaplanacak ve işlenecektir. CNC programı çalıştırılmadan önce referans noktası ayarlanarak tezgah bilgisayarına girilmelidir. İş parçası referans yani sıfır noktası oluşturulurken aşağıdaki noktalar göz önünde tutulmalıdır.

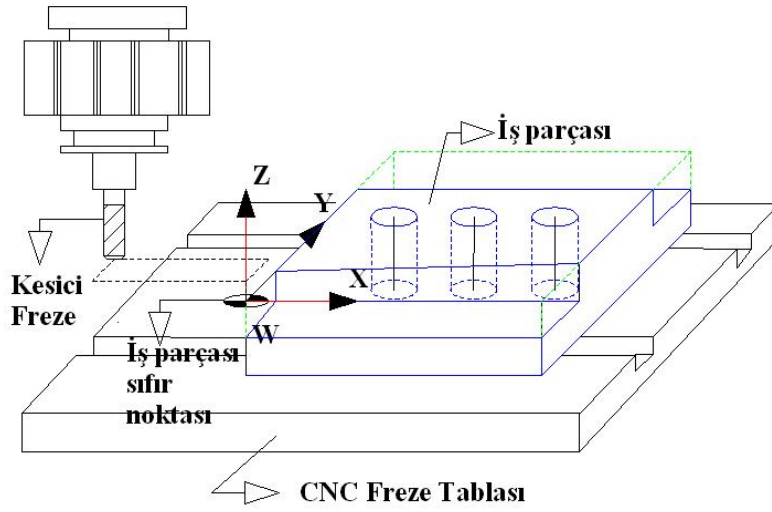
- Kullanılan tezgâh tipi (CNC freze, CNC torna)
- Kullanılan kesici takım tipi ( sağ yan veya sol yan kalem)
- İş parçasının geometrik biçimi (çıkıntılar, et kalınlığı, kademeler, kanallar)
- İşleme zaman hesabı veya kısa sürede işleme (kesicinin en kısa yolu izlemesi)
- İşlem ve hesap karışıklığını önlemek için mümkün olduğunca (+) değer verilmelidir. (Koordinat sisteminden I.bölge seçimi yapılmalıdır. X (+); Y(+))



**Şekil 1.2: CNC torna tezgâhi iş parçası sıfır (referans) noktası**

İş parçası sıfır noktası CNC torna tezgâhlarında 2 eksen (X, Z) ve silindirik parçalar işlendiği için Z eksenü üzerinde işlenecek parçanın boyutlarına göre herhangi bir noktadır. CNC torna tezgâhlarında iş parçası sıfır noktası yani referans noktası genelde iş parçası alın yüzeyinin merkez noktasına ayarlanır.

CNC freze tezgâhlarında ise iki yatay (X ve Y) eksenin kesiştiği noktadır. Freze tezgâhlarında iş parçası sıfır noktası tezgâh özelliklerine ve iş parçası şekline göre değişmekle birlikte genelde iş parçalarının sol alt köşeleri seçilmektedir. Bu nokta X, Y, Z eksenlerinin orijini olduğuna göre tezgâh tablası koordinat eksenü tablosunda I.BÖLGE olmaktadır. Kesici taret ve kızak hareketleri X ve Y eksenindeki bütün hareketleri veya yer değiştirmeleri koordinat sisteminde (+) işaretli olacaktır. Bu noktada Z eksenü ise iş parçasına dalma veya delik delme veya kanal açmakta kullanılan bu iki eksene ( X, Y) dik yukarı ve aşağı hareket eksenü konumundadır.



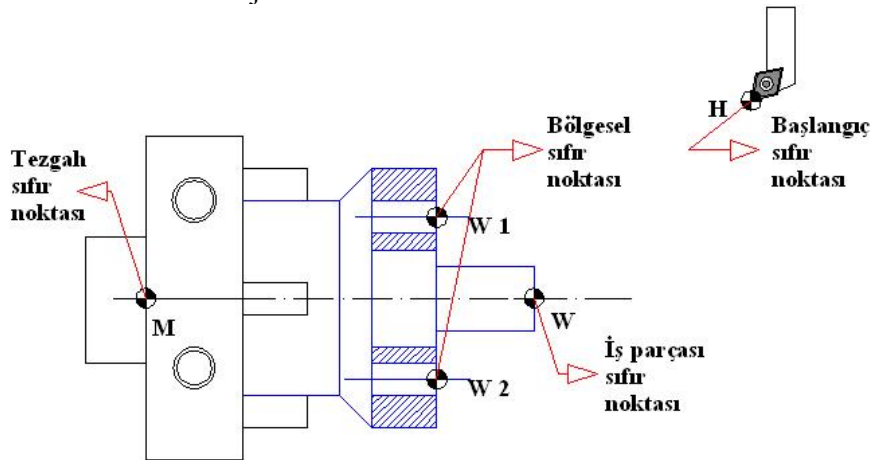
Şekil 1.3: CNC freze tezgâhı iş parçası sıfır (referans) noktası

Özellikle sürekli ve seri olarak üretilen büyük parti iş parçalarının referans noktası korunmalıdır. Normalde silinmediği sürece tezgâh kontrol panelinde hem iş parçası programı hem de iş parçasının referans noktası tezgâh hafızasında yüklüdür. İş koordinat sistem ayarları kesici takım ayarları tekrar kullanılmak isteniyorsa bir yere kayıt edilmelidir. Tekrar aynı iş siparişi geldiğinde bu ayarlar ve programlar yüklenerek ve gerekli takım ayarları ve takım telafisi yapılarak aynı iş zaman kaybı olmadan işlenebilmektedir.

## 1.2. CNC Tezgâhları Sabit ve Gezer Sıfır Noktaları

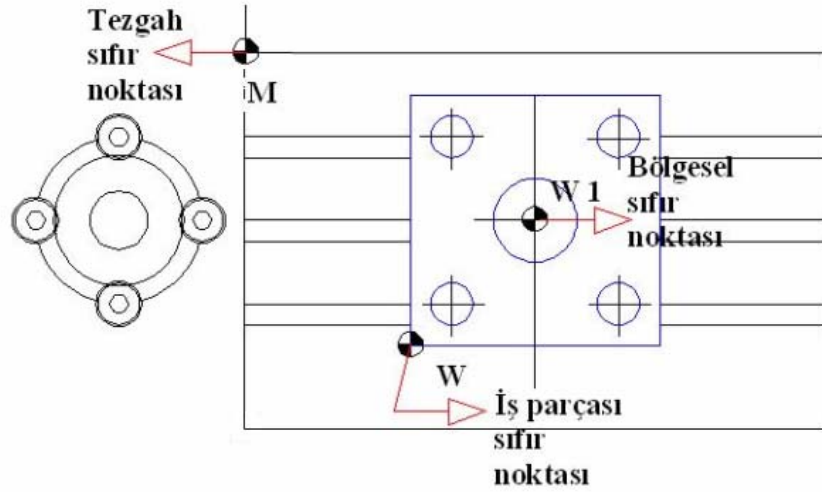
### 1.2.1. Tezgâh Sıfır Noktası

Bu sıfır noktasının yeri sabittir ve tezgâh üretici firmalar tarafından belirlenmiştir. Bu nokta aynı zamanda tezgâhın maksimum işleme hareketi yapabileceği tezgâh içi alanın da son noktasıdır. Bu noktaların yeri kullanıcı veya programcılar tarafından değiştirilemez. Tezgâh koordinat sisteminin orijini bu noktadır.



Şekil 1.4: CNC Torna tezgâhı sıfır (referans) noktaları

Bu nokta CNC torna tezgâhlarında fener mili üzerinde ve torna aynasının arka yüzeyindedir. Bazı torna tezgâhlarında maksimum +X ve +Z noktasındadır. CNC freze tezgâhlarında ise genellikle minimum -X, -Y ve -Z noktasındadır. Bu nokta bilgisayar hafızasında kayıtlıdır ve kontrol ünitesi bu noktanın yerini bilir. Tezgâh sıfır noktasına Makine Sıfır Noktası (Machine Zero Point) denilmektedir ve “M” harfi ile ifade edilmektedir.



Şekil 1.5: CNC Freze tezgâhı sıfır (referans) noktaları

### 1.2.2. Başlangıç Sıfır Noktası

Bu nokta, CNC torna tezgâhlarında kesici takımların iş parçasından en uzak olduğu noktadır. Z eksenine iş parçası merkez eksenin X ekseninde ise aynaya en uzak noktadır. İş parçası işlemi bitip tezgâhın kesici takımlarının gittiği son noktadır. CNC tezgâhları her çalıştığında veya açılıp kapatıldığında tezgâhlar üç eksende hareket yaparak bu noktaları kontrol etmektedir. Bu işleme **sıfırlama işlemi** denilmektedir. Başlangıç noktası ile tezgâh sıfır noktası arasındaki alan tezgâh çalışma alanı limitlerini belirtmektedir.

### 1.2.3. İş Parçası Sıfır Noktası

Bu noktanın yeri programcı tarafından işlenecek iş parçasının boyutlarına göre belirlenmektedir. Bu nokta belirlenirken dikkatli belirlenmelidir. Çünkü kesici takımların kesme yapacağı ilk nokta olarak belirlenmektedir. CNC torna tezgâhlarında alın orta noktası, CNC freze tezgâhlarında ise genellikle iş parçasının sol alt köşesi temel alınmaktadır. İş parçası sıfır noktası yeri kesici takımlar için önemli bir yeri tutmaktadır. CNC tezgâhlarda çok sayıda ve yüzlerce parça kısa sürede işleneceği için tezgâha bağlanan iş parçalarının aynı boy ve konumda olması çok önemlidir. Ayrıca işlenmemiş parça boyları da mümkün olduğu kadar milimetrik olarak aynı boyda kesilmelidir. Kısa kesilen parçalardan CNC torna tezgâhında sağ yan kalem alın tornalaması yaparken çok az veya hiç talaş kaldırmayacak, uzun kesilen veya bağlanan parçalarda ise alın torna kalemi veya kesicileri fazla talaş kaldıracığından kalemin fazla talaş kaldırmasına, aşınması veya kırılmasına neden olacaktır.

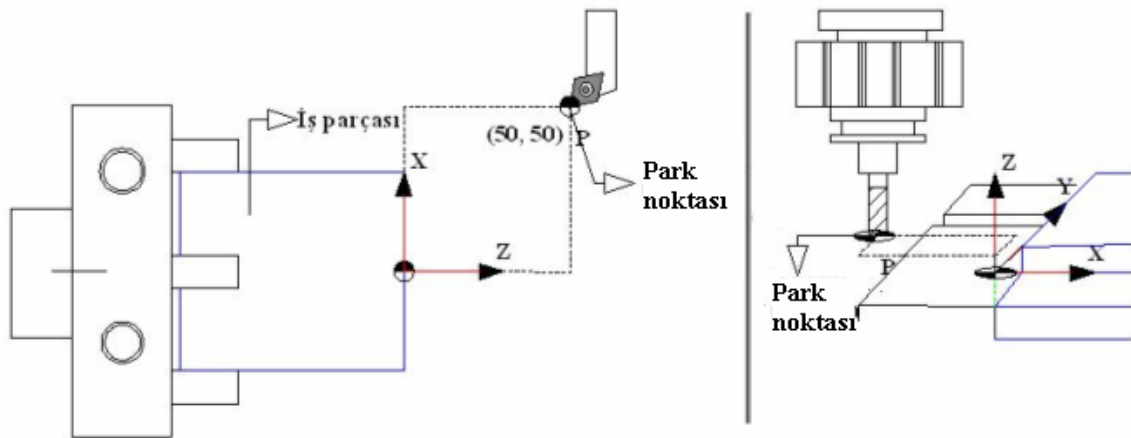
Bunun için torna tezgâhlarına bağlanan işlenmemiş parçaların boyları kontrol edilmelidir. Freze tezgahında tablaya bağlanırken bağlama kalıbı kullanılmalıdır. CNC tezgahta parçalar işlenmeden önce klasik tezgâhlarda ön işleme tabi tutularak boyları ve kaba işlemleri yapılmalıdır.

#### 1.2.4. Bölgesel (Gezici) Sıfır Noktaları

Bölgesel sıfır noktaları iş parçalarının biçim ve işleme durumlarına göre değişik noktalara verilebilir. Burada önemli olan iş parçasının işlenmesinde programlama kolaylığı sağlamaktır. Bölgesel sıfır noktaları aynı iş parçası üzerinde ayrı ayrı birden fazla bulunabildiği gibi her iş parçası için farklı noktalarda da alınabilmektedir. Bu noktalar iş parçaları işlenirken bir önceki sıfır noktası program tarafından otomatik olarak iptal edilir. Bölgesel veya diğer adı ile gezici sıfır noktaları özellikle birden fazla bağlama kalıplarında, çevresel delik ve kademe işlemlerinde, karmaşık parçaların işlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

#### 1.2.5. Park Noktası

Park noktası CNC operatör veya programcı tarafından her iş parçası için oluşturulan serbest ve isteğe bağlı oluşturulan bir noktadır. Bu nokta, kesici takımın harekete ilk başladığı ve takım değişikliğinin yapıldığı noktadır. Parça uzunluk ve biçimine göre değişmektedir. Bu nokta iş parçasından belirli bir uzaklıkta alınır. Tezgâh sıfır noktasından farklı bir noktadır ve işleme alanı içerisinde programcı tarafından herhangi bir nokta alınabilir. İş parçası referans noktasına göre kesicinin tornada (x, z) koordinatında örneğin (50, 50), (75,50), (100, 100)... veya frezede (x, y, z) eksenlerinde (40, 40, 40), (60,60,100), (0, 0, 1500) ... gibi emniyetli noktalardır. Bu uzaklıklar iş parçası biçimine göre değişmektedir.



Şekil 1.6: Park noktaları

### 1.3. “G” Kodları ve Anlamları

G fonksiyonları CNC tezgâhlarda talaş kaldırma ve birçok fonksiyonel işlemler için kullanılmaktadır. G kodlarına hazırlık fonksiyonları kodları da denilmektedir. G tezgâhları CNC programlamada en çok kullanılan kodların başında gelmektedir. Her kesici hareketi için bir G kodu kullanılır. G kodları tezgâhtan tezgâha yani CNC tezgâh üreticilerine ve programlama dillerine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bunun için üretici firmaların tezgâh programlama ve kullanım kılavuzlarından yararlanılmalıdır. G kodları genel olarak aşağıdaki amaçlar için kullanılmaktadır:

- Hareket sistemlerini seçmek için (Mutlak Sistem-Artışlı Sistem)
- Ölçü sistemlerini seçmek için (Metrik –Withworth)
- Hızlı ve talaş alma hareketi için
- Cep, ada, vida işleme, kanal açma gibi paket çevrimlerde
- Kesici hareketlerini belirlemede
- Takım telafisi ayarlama

FANUC programlama diline göre CNC torna programlamada kullanılan bazı G kodlarının listesi ve anlamları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

“G” KODU	ANLAMI
G00	Pozisyona hızlı hareket
G01	Doğrusal yavaş hareket (düz ve konik işleme). F ilerleme hızı ile
G02	Saat yönünde (CW) dairesel hareket
G03	Saat yönü tersinde(CCW) dairesel hareket
G04	Geçici bekleme zamanı
G10	Polar Koordinat sisteminde hızlı doğrusal hareket (açısal işlemlerde)
G11	Polar Koordinat sisteminde doğrusal hareket ( F adresi altında)
G12	Polar Koordinat sisteminde, saat ibresi yönünde dairesel interpolasyon
G13	Polar Koordinat sisteminde, saat ibresi tersi yönünde dairesel interpolasyon
G17	X-Y çalışma düzlemi
G18	X-Z çalışma düzlemi
G19	Y-Z çalışma düzlemi
G20	İnch (parmak) ölçü sistemi
G21	Metrik ölçü sistemi
G28	Tezgâh referans noktasına dönüş
G33	Vida (diş) çekme fonksiyonu

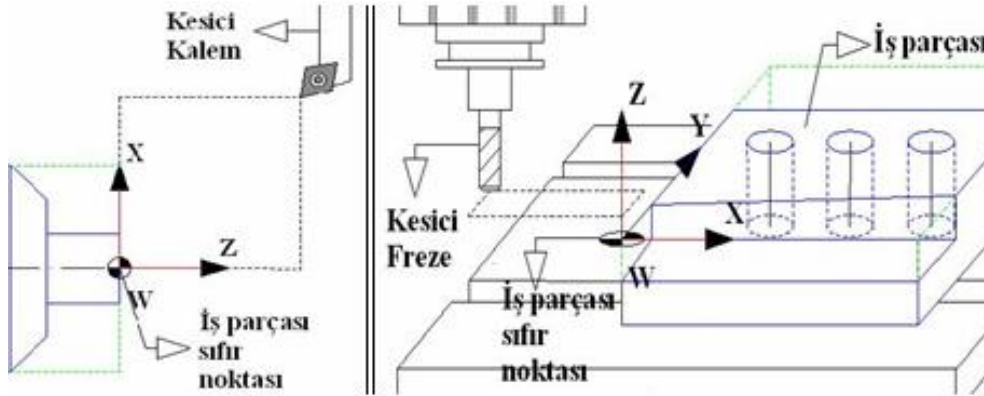
<b>G34</b>	Büyüyen değişken adımlı vida çekme
<b>G35</b>	Küçülen değişken adımlı vida çekme
<b>G40</b>	Takım yarı çap telafisi iptali
<b>G41</b>	Takım telafi çağrısı (Yörünge nin solundan)
<b>G42</b>	Takım telafi çağrısı (Yörünge nin sağından)
<b>G43</b>	Takım boyu telafisi
<b>G53</b>	Tezgâh koordinat sistemi seçimi
<b>G54</b>	İş parçası sıfır noktası (birden fazla sıfır noktası için 55, 56, 57, 58, 59)
<b>G70</b>	Bitirme (ince tornalama) çevrimi
<b>G71</b>	Boyuna tornalama çevrimi
<b>G72</b>	Alın tornalama çevrimi
<b>G73</b>	Derin delik delme çevrimi
<b>G74</b>	Sol diş çekme çevrimi
<b>G75</b>	Kanal açma çevrimi
<b>G76</b>	Vida açma çevrimi
<b>G80</b>	Delik delme çevrimlerinin iptali
<b>G81</b>	Punta açma ve delik delme çevrimi
<b>G82</b>	Bekleme zamanlı delik delme
<b>G83</b>	Derin delik delme( Kademeli delik delme)
<b>G84</b>	Kılavuz çekme çevrimi
<b>G90</b>	Mutlak (absolute) ölçülendirme
<b>G91</b>	Artışlı ölçülendirme
<b>G92</b>	İş parçası koordinatını kaydırma
<b>G94</b>	İlerleme mm/dak
<b>G95</b>	İlerleme mm/dev
<b>G96</b>	Sabit kesme hızı kontrolü
<b>G97</b>	Sabit kesme hızı kontrolünün iptali
<b>G98</b>	Delme öncesi ve sonrası emniyet mesafesini aktif eder.
<b>G99</b>	G98'in iptali
<b>G110</b>	Açısal (polar) koordinat sisteminde ayarlanan yeni merkezi alma

## 1.4. Koordinat Sistemleri

Koordinat sistemleri sayesinde bir noktanın veya geometrik nesnenin yeri matematiksel ifadelerle tanımlanabilir. Bunun için birbirine dik eksenlerden faydalanılmaktadır. Bu eksenler CNC tezgâhlarında da bulunmakta olup işleme ve operasyon hareketleri bu eksenler sayesinde yapılmaktadır.

CNC tezgâhlarında birbirine dik 2 ya da 3 eksen oluşmaktadır. Bunlara ek olarak CNC tezgâhları; iş tablaları, işleme kafaları veya ek donanımlarla bu eksenlerin sayısı 4 veya 5 eksenli olabilmektedir. İki eksen bir düzlem tanımlar. İş parçası üzerindeki eksenler kesicinin hareket edeceği düzlemleri belirtmiş olur. İki eksenli torna tezgahında tek düzlem vardır (X-Z düzlemi). Bazı özel torna tezgahlarında üçüncü bir eksen (C eksen) bulunabilmektedir. Üç eksenli freze tezgahlarında 3 düzlem bulunmaktadır (X-Y, X-Z ve Y-Z düzlemleri).

Genelde CNC torna tezgâhlarında X, Z olmak üzere 2 eksen, CNC freze tezgâhlarında (CNC işleme merkezleri) X, Y, Z olmak üzere 3 eksen bulunmaktadır. İstenirse bazı freze tezgahlarında döner tabla kullanılarak 4. eksen ve fener milinin yatay eksen etrafında sağa-sola dönme hareketi ile 5. eksen hareketi elde edilebilir.

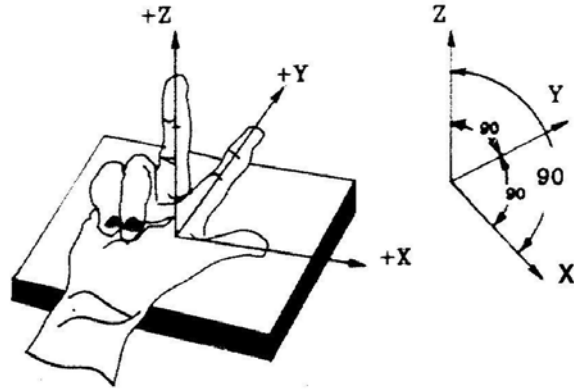


Şekil 1.7: CNC torna-freze tezgâhı koordinat eksenleri

### 1.4.1. CNC Tezgâhlarda Eksenlerin Yerleştirilmesi

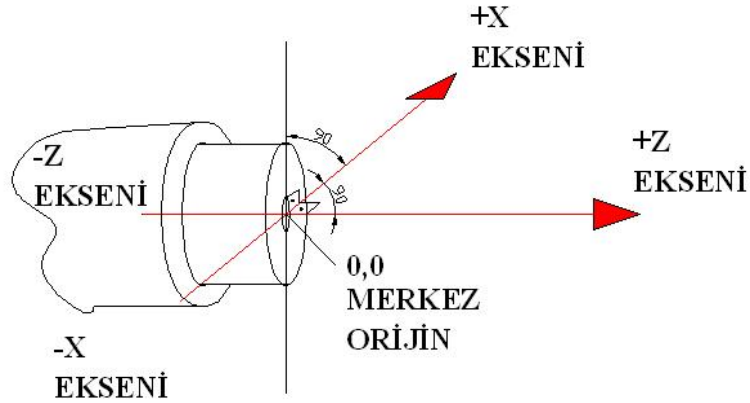
CNC takım tezgâhlarında kızakların, kesici yüklü taretlerin ve kesicilerin hareketleri için kartezyen koordinat sistemi kullanılır. Temel eksenler X, Y, Z harfleri ile tanımlanmaktadır. Bu eksenlerin birleşim noktalarına sıfır (orijin) noktası denilmektedir. CNC tezgâhlarında eksenlerin tanımlanmasında Şekil 1.8'de görülen sağ el kuralı uygulanmaktadır. Sağ elin başparmağı X eksenini, işaret parmağı Y eksenini, orta parmak ise Z eksenini göstermektedir. Bu tanımlanan koordinatlarda parmak uçları pozitif yani (+) yönü göstermektedir. Aksi yönleri ise negatif (-) yönü ifade etmektedir.





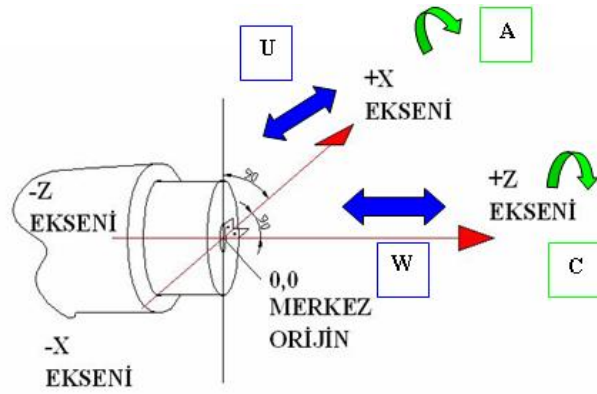
**Şekil 1.8: Sağ el kuralı ile temel eksen yönleri**

CNC torna tezgâhlarında 2 temel eksen bulunmaktadır. Bu eksenler X ve Z eksenleridir. Y eksenini torna tezgâhlarında yoktur. Eksenler X; Y olarak değil, X; Z olarak tanımlanmıştır. Z eksenini, iş parçasının (fener milinin) eksenine paraleldir. Z ekseninde pozitif yani (+) yönde hareket, (+Z) torna aynasından yani iş parçasından uzaklaşan yönde, negatif yani eksi (-) yönde hareket (-Z), iş parçasına yaklaşma yönündedir. X eksenini de yine aynı şekilde pozitif (+) yönde iş parçasından, aynadan uzaklaşan yöndedir. Negatif (-) eksi değerde ise değerden aynaya yaklaşan yöndedir.



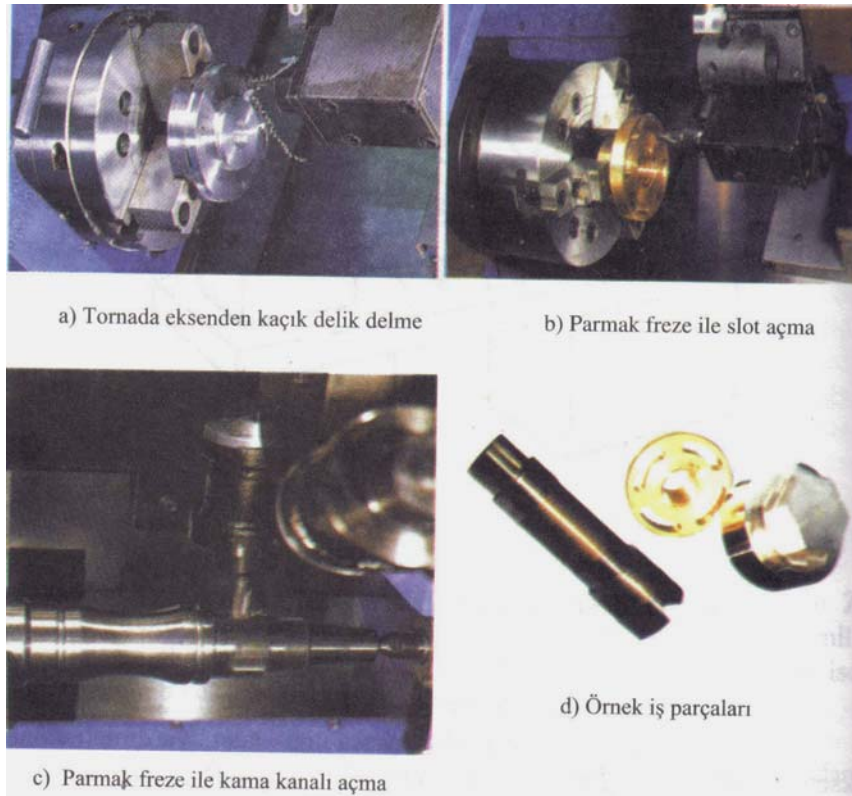
**Şekil 1.9: CNC torna tezgâhı temel eksenleri**

Bu 2 temel eksene ek olarak CNC torna tezgâhlarında yardımcı doğrusal ve yardımcı dönel eksenler de vardır. Bu eksenler ana eksenler (X, Z) eksenleri üzerinde yapılacak olan dönel ve doğrusal hareketleri tanımlamak için kullanılmaktadır.



**Şekil 1.10: CNC torna tezgâhı yardımcı doğrusal ve dönel eksenleri**

Yardımcı doğrusal eksenler U ve W harfleri ile tanımlanmaktadır. X ekseninin yardımcı doğrusal hareket karşılığı U, Z ekseninin yardımcı doğrusal hareket karşılığı W'dir. Yardımcı dönel eksenler ise A ve C olup bu harflerle tanımlanırlar. Z eksenindeki yardımcı dönel eksen karşılığı C' dir. X eksenindeki yardımcı dönel eksen karşılığı ise A' dır.

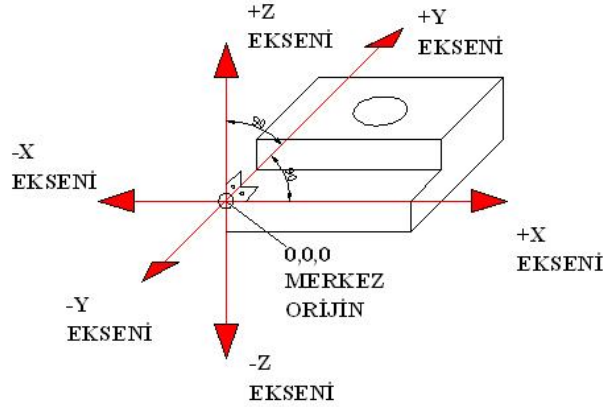


**Şekil 1.11: CNC tornada yardımcı eksenlerle işleme örnekleri**

CNC torna tezgâhlarında bu eksenler ek talaş kaldırma işlemleri için kullanılmaktadır. Örneğin CNC torna aynasına bağlı bir iş parçasına matkap aparatı ile delik delmek veya parmak freze aparatı ile cep ve kanal açmak ve kanal oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu

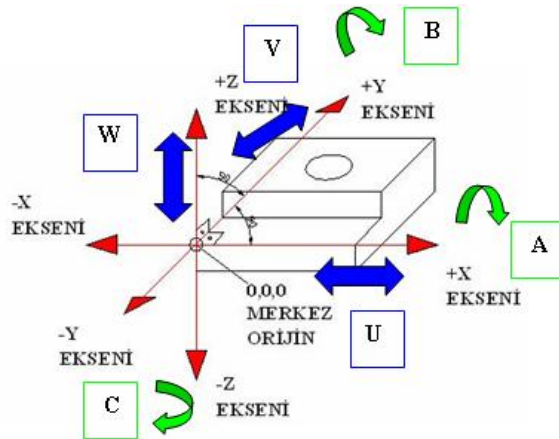
işlemler uygulanırken fener mili dönmez. Ayrıca bu tür CNC torna tezgâhlarına C eksenli torna tezgâhı da denilmektedir. CNC torna tezgâhı üzerinde yani iş parçası üzerinde basit frezeleme işlemleri de bu tezgâh üzerinde, bir işlemde yapılabilmektedir.

CNC freze tezgâhlarında 3 temel eksen bulunmaktadır. Bu eksenler X, Y, Z eksenleridir. Bu eksenlerden X ve Y eksenleri yatay konumda tezgâh tablasının eni ve boyunu, Z eksenleri ise bunlara dik konumda olup tezgâh kesici kafanın aşağı yukarı hareket ederek veya iş parçasına dalarak kesme, delme yaptığı eksenlerdir. Yine burada Z eksenleri dalma, talaş kaldırma işlemini üstlenmektedir. Pozitif yönde (+) iş parçasından uzaklaşır, negatif(-) yönde ise iş parçasına yaklaşır.



**Şekil 1.12: CNC freze tezgâhı temel eksenleri**

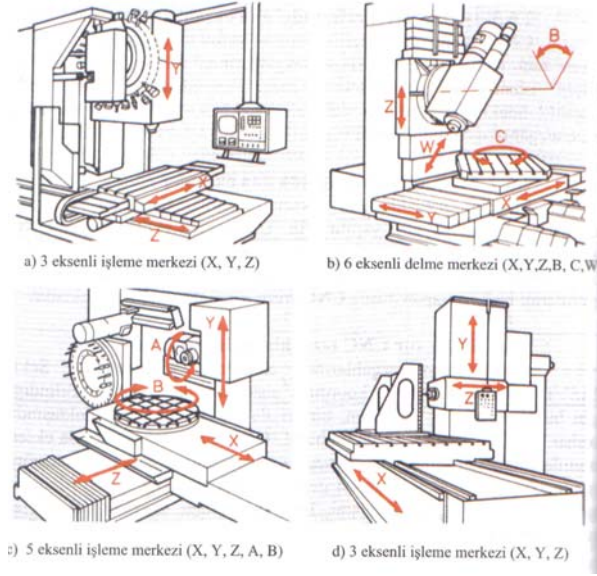
CNC tezgâh tablasında bulunan X, Y yönleri için CNC tezgâhının özelliği ve kesici kafa konum ve biçimine göre (+) veya (-) değeri alabilmektedir. Şekil 1.12'ye göre X ekseninde pozitif (+) yöndeki hareket kesicinin sağa hareketini, tersi yani negatif (-) yönündeki hareket ise sola hareketini sağlamaktadır. Y ekseninde pozitif yöndeki hareket kesicinin tezgâh gövdesine yaklaşmasını sağlamaktadır.



**Şekil 1.13: CNC freze tezgâhı yardımcı doğrusal ve dönel eksenleri**

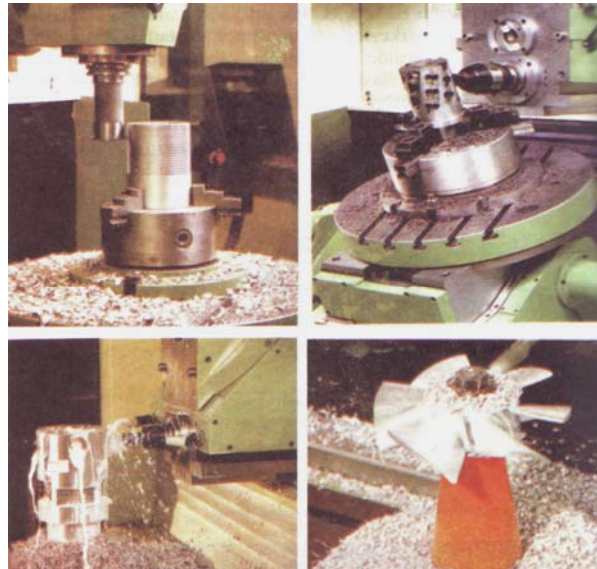
CNC freze tezgâhlarında ana eksenlere ek olarak yardımcı eksenler de bulunmaktadır. X ekseninin yardımcı doğrusal eksen karşılığı U, Y ekseninin yardımcı doğrusal hareketi V, Z ekseninin yardımcı doğrusal hareketi W harfi ile ifade edilmektedir. CNC tezgâhlarındaki

yardımcı döneel eksenlerin yani eksende dönme hareketi yaptığını ifade eden karşılıkları ise şu şekildedir. X eksenindeki yardımcı dönme hareketi A, Y eksenindeki yardımcı dönme hareketi B, Z eksenindeki yardımcı dönme hareketi ise C harfi ile ifade edilmektedir.



**Şekil 1.14: CNC freze tezgâhlarında eksenler**

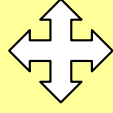
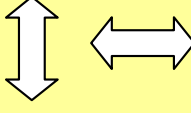

CNC torna tezgâhlarında olduğu gibi CNC freze tezgâhlarında da yardımcı eksenlerde çalışan kesicilerle iş parçasının bütün yüzeylerindeki işlemler kolaylıkla yapılabilmektedir.



**Şekil 1.15: CNC frezede yardımcı eksenlerle işleme örnekleri**

CNC freze tezgâhlarında, tezgâhın ve bağlama aparatlarının, iş tablasının özelliğine göre eksen sayıları ve özelliklerinde değişiklikler olabilmektedir. Temel eksenler ve yardımcı eksen olarak kullanılan doğrusal ve döneel eksenler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1.2: CNC tezgâhları temel ve yardımcı eksenler

TEMEL EKSENLER	YARDIMCI DOĞRUSAL EKSENLER	YARDIMCI DÖNEL EKSENLER
		
X	U	A
Y	V	B
Z	W	C

#### 1.4.2. Programlama Yöntemleri

CNC tezgâhlarında kesici hareketleri eksenler referans alınarak gerçekleştirilir. Koordinatlar kartezyen koordinat sistemine veya polar koordinat sistemine göre tanımlanır. Kartezyen koordinat sisteminde kesici koordinatları referans noktasına göre veya kesicinin bulunduğu konuma bağlı olarak verilir.

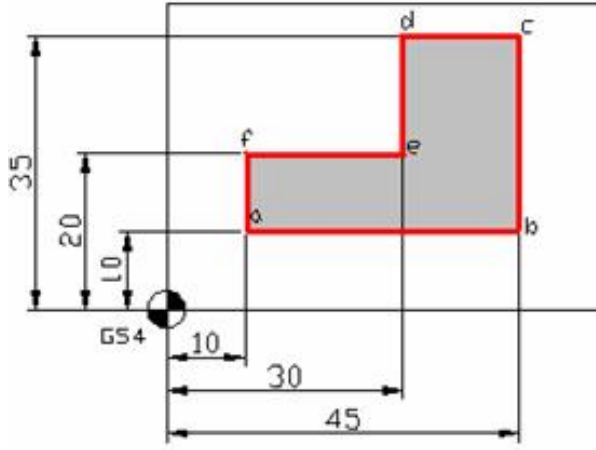
CNC tezgâhlarında genellikle üç programlama yöntemi kullanılır:

- Mutlak (Absolute) programlama,
- Artışlı (Incremental) programlama,
- Kutupsal (Polar) koordinat sistemi ile programlama.

##### 1.4.2.1. Mutlak Programlama (G 90)

Bu koordinat sisteminde, kesicinin tüm hareketleri referans noktasına göre tanımlanır. Bu koordinat sistemi G90 kodu ile ifade edilir. Bu tip ölçülendirmelerde bütün ölçüler referans noktaya göre alınmaktadır. Basit ve belirli ölçü ve aralığındaki işlemlerde kullanışlı olmasına rağmen karmaşık parçaların programlanmasında kullanışlı değildir. Bu koordinat sisteminde yapılan bir ölçü hatası diğer bütün ölçüleri etkileyeceğinden programlama sırasında çok dikkatli olmak gerekmektedir. Program içerisinde eksen ve ölçü değişikliği yapıldığında aynı şekilde programın geri kalan kısmının da değiştirilmesi gerekir.

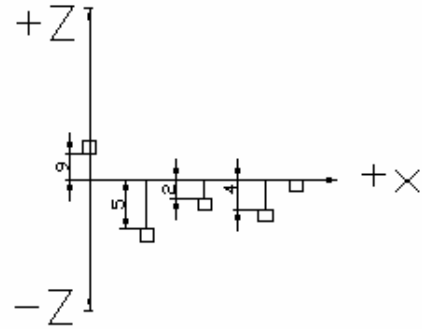
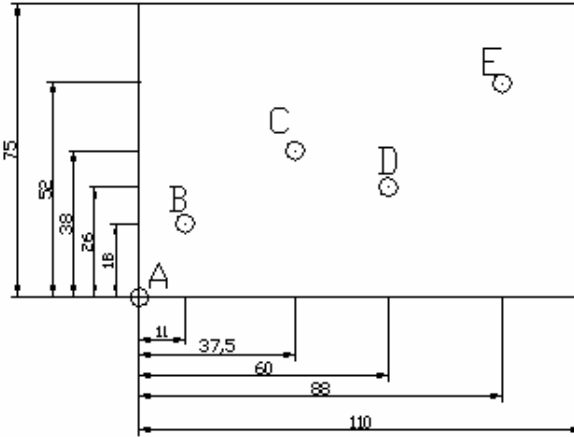
### Örnek 1



G17 düzlemi			
NOKTA	X	Y	Z
a	10	10	-
b	45	10	-
c	45	35	-
d	30	35	-
e	30	20	-
f	10	20	-

Şekil 1.16: Mutlak programlama örneği

### Örnek 2

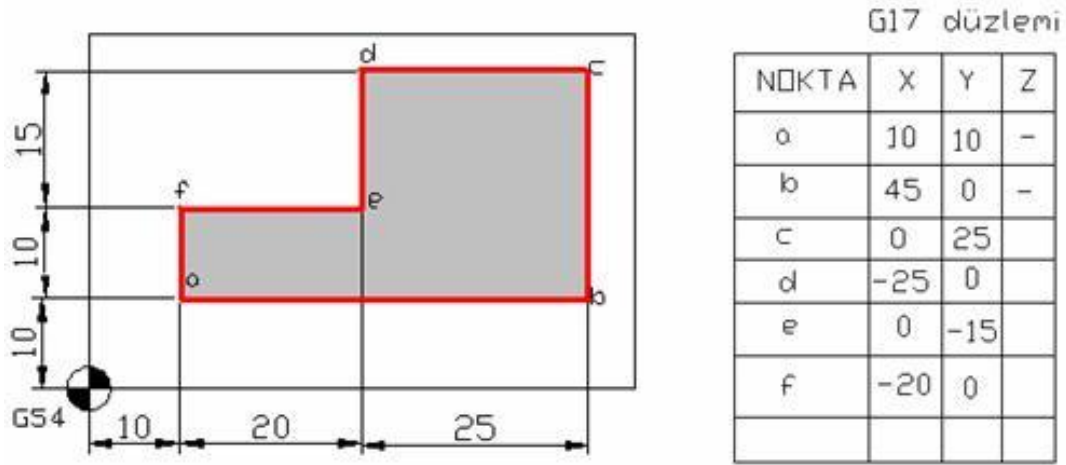


- A noktasının yeri :  $X = 0$  ,  $Y = 0$  ,  $Z = 9$   
B noktasının yeri :  $X = 11$  ,  $Y = 18$  ,  $Z = -5$   
C noktasının yeri :  $X = 37,5$  ,  $Y = 38$  ,  $Z = -2$   
D noktasının yeri :  $X = 60$  ,  $Y = 26$  ,  $Z = -4$   
E noktasının yeri :  $X = 88$  ,  $Y = 52$  ,  $Z = 0$

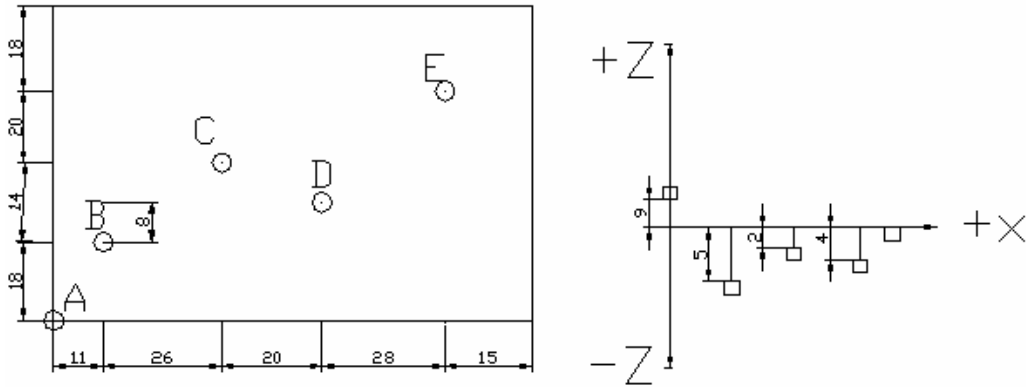
Şekil 1.17: Mutlak programlama örneği

### 1.4.2.2. Artışlı Programlama (G91)

Bu programlama sisteminde, kesicinin son bulunduğu nokta esas alınarak yapılmaktadır. Bu programlama kodu G91 kodu ile ifade edilmektedir. Özellikle karmaşık CNC parça programlamada en çok bu koordinat sistemi tercih edilmektedir. İmalat esnasında olabilecek ölçü farklılıklarının veya tolerans değerlerinin düzeltilmesinde çok kullanışlıdır. Simetrik parçaların, sık sık tekrarlanan cep frezeleme, delik delme, tormalama çevrimleri operasyonlarında tercih edilir. Kesicinin en son noktasına göre işlem yapıldığı için hesap yanlışlarını ve hesap karmaşıklığını önlemektedir.



Şekil 1.18: Artış programlama örneği 1



Şekil 1.19: Artış programlama örneği 2

A noktasının başlangıç noktasına göre koordinatları:

A noktasının yeri :  $X = 0$  ,  $Y = 0$  ,  $Z = 9$

B noktasının yeri ( A noktasına göre ) :  $X = 11$  ,  $Y = 18$  ,  $Z = -14$

C noktasının yeri ( B noktasına göre ) :  $X = 26$  ,  $Y = 14$  ,  $Z = +3$

D noktasının yeri ( C noktasına göre ) :  $X = 20$  ,  $Y = -6$  ,  $Z = -2$

E noktasının yeri ( D noktasına göre ) :  $X = 28$  ,  $Y = 24$  ,  $Z = +4$

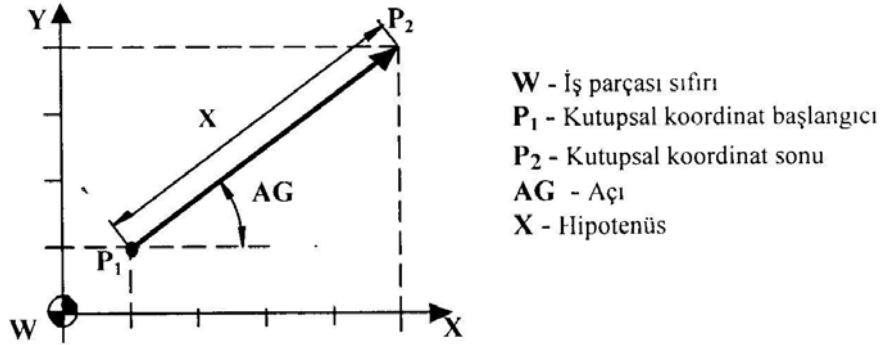
### 1.4.2.3. Kutupsal (Polar) Koordinat Sistemi

Bu koordinat sisteminde herhangi bir nokta konumunun tanımlanması belirlenen bir orijine göre boyut ve açısal değerlerle yapılır.

Pek çok CNC takım tezgâhları yalnızca doğrusal boyutlarla işletilir. Böyle durumlarda imalat resimlerinde kullanılan polar koordinatların, mutlak ya da eklemeli koordinatlara dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüşüm trigonometrik metotlar (Pisagor, Sinüs, Cosinüs vb.) yardımı ile yapılır. Polar koordinat çok özel işlemlerin dışında tavsiye edilmez. En yaygın

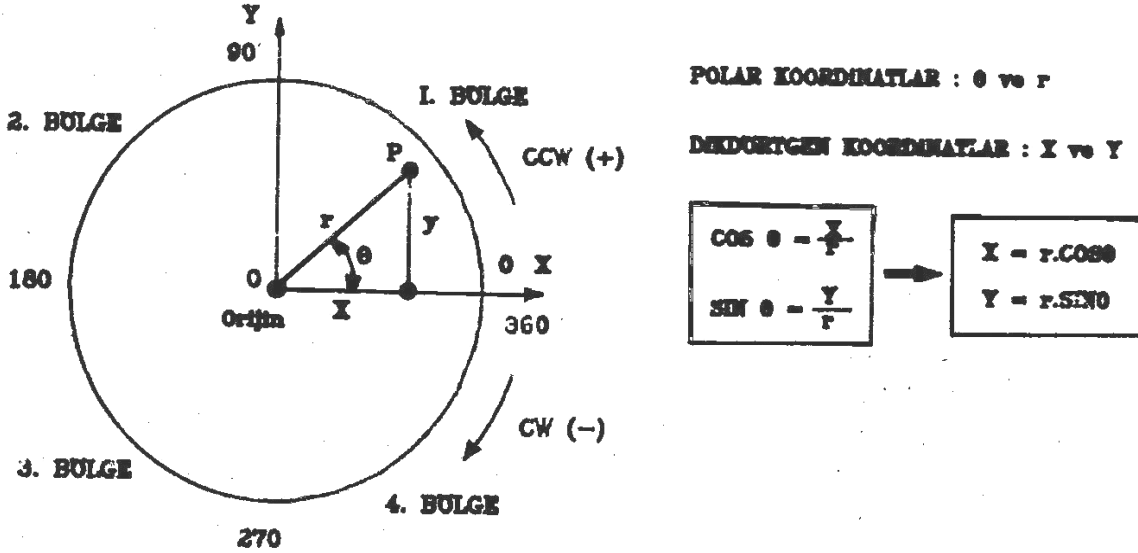
kullanıldığı uygulamalardan biri bir çember üzerinde eşit aralıklı ve çok sayıdaki deliklerin delinmesi işlemlerinin yapılmasıdır. Burada delinecek deliklerin merkeze olan koordinatları polar olarak tanımlanır.

Günümüzde bütün CNC kontrol üniteleri bu koordinat sistemi ile ilgili hesaplamaları yapabilecek yeteneklere sahiptir. Polar koordinat sisteminde kızak hareketleri ve kesici hareketleri trigonometrik hesaplamalara göre yapılmaktadır. CNC programlamada açısız hareketlerin adres koordinatlarının tanıtımında kutupsal koordinatlar kullanılır.



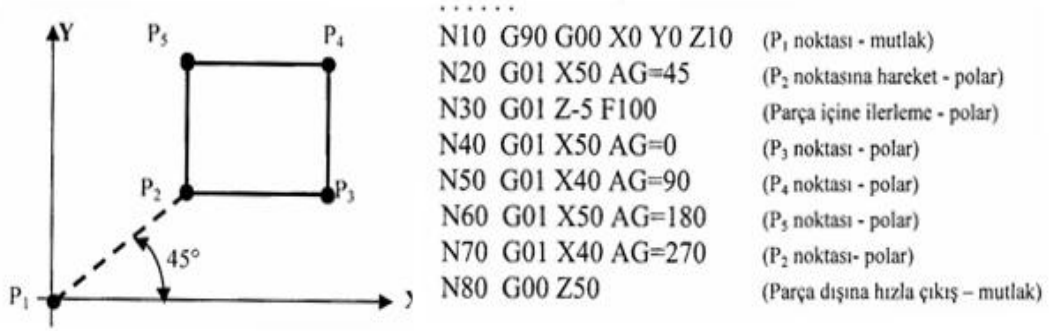
Şekil 1.20: Kutupsal (polar) koordinat sistemi

Bir iş parçası üzerinde eğik bir yüzeyin açı ve yarıçap değeri verilmiş ise bu durumda kutupsal koordinatlar kullanılabilir. Bu değerler bilinmediği durumlarda trigonometrik hesaplama ile X ve Y değerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu sistemde açı değeri ve trigonometrik çemberdeki hipotenüs değeri girildiğinde de yine kesici aynı adrese gidecektir.



Şekil 1.21: Kutupsal (polar) koordinat sistemi

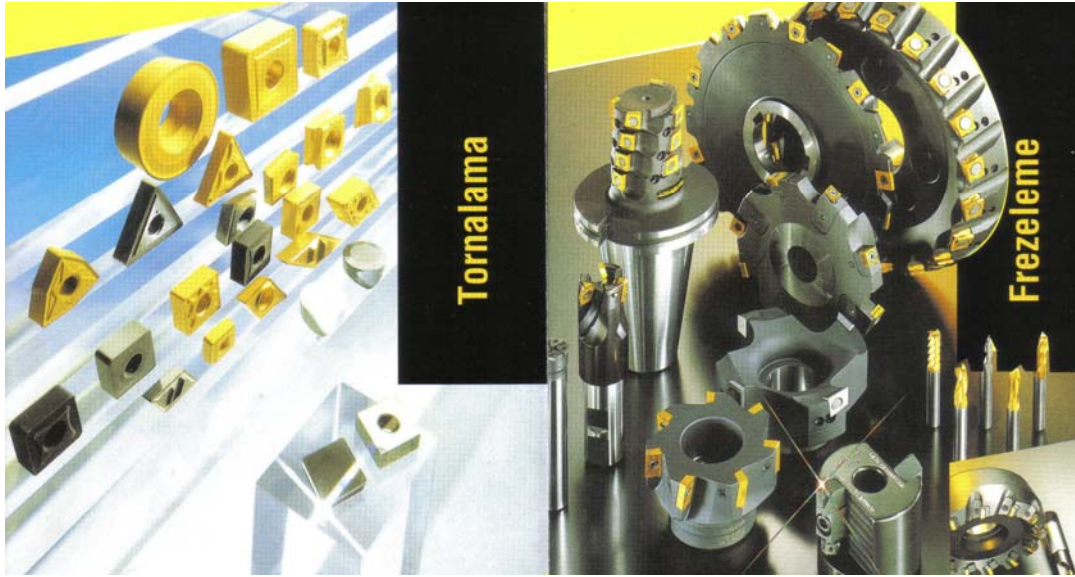




Şekil 1.22: Kutupsal koordinat ile programlama

## 1.5. Kesici Takımlar

CNC tezgâhları yüksek talaş kaldırma kapasitesine sahiptirler. Klasik tezgâhlara göre daha yüksek devir ve ilerlemelerde çalışmaktadırlar. CNC tezgâhlarının bu yapısı takım tutucu ve kesici takımların seçimini doğrudan etkilemektedir. Takım tutucular ise üzerine bağlanan kesici takımların daha güvenli ve sağlıklı çalışmasını sağlamaktadır.



Şekil 1.23: Çeşitli biçimdeki kesici takımlar

İş parçasının geometrik yapısı ve iş parçası malzemesinin özellikleri çok sayıda kesici takım çeşidinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. CNC tezgâhlarındaki her kesici takım kendi şekil ve yapısına göre talaş kaldırdığı için çok sayıda kesici kullanılmasını ve her kesicinin yerinde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. CNC tezgâhları ile makine parçaları imalatında kesici ömrünün maliyet ve işleme süresi bakımından mümkün olduğunca uzun olması istenmektedir. Bu amaçla işlenen malzemeye göre en uygun kesici malzemesi, en uygun kesici geometrisi ve kesme parametrelerinin seçilmesi gerekmektedir. Kesici maliyetinin düşürülmesi, işleme sürelerinin kısaltılması ve güvenli ve sağlıklı çalışma açısından son derece önem arz etmektedir.

### 1.5.1. Kesici Takım Malzemeleri

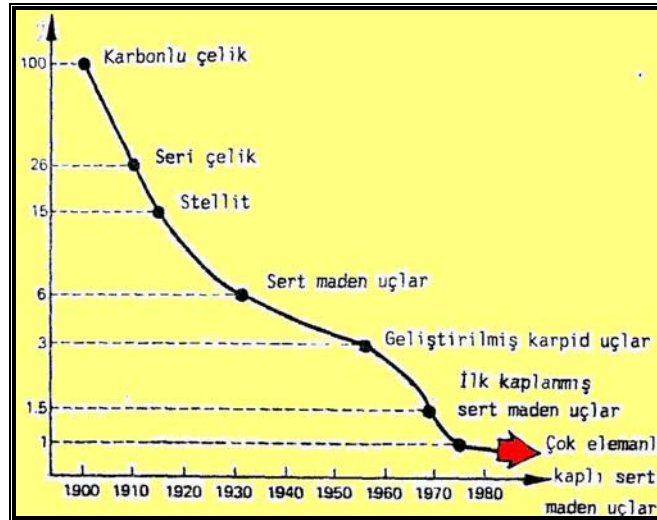
Küçük çaplı delik delme, kılavuz çekme, raybalama, punta deliği ve kama kanalı açma gibi işlemlerde yüksek hız çeliği (HSS) takımlar kullanılmasına rağmen, CNC tezgâhlarda, genellikle karbür (sert maden) takımlar kullanılmaktadır.

CNC tezgâhlarda kullanılacak takımlarda aranan fiziksel özelliklerin başında, 600 °C'ye kadar çıkabilen metal kesme sıcaklığındaki malzemenin sertliği ve tokluğu gelmektedir. Yüksek hız çelikleri, sinterlenmiş karbürden daha tok olmasına rağmen onun kadar sert değildir. Bu nedenle, yüksek hızlardaki talaş kaldırma tekniklerinin şartlarını yerine getirebilecek yeni karbür türlerinin geliştirilmesi için yoğun araştırmalar yapılmaktadır.

Bir takım malzemesinde aranan özellikler şunlardır:

- Takım sadece oda sıcaklığında değil, çalışma sıcaklıklarında da iş parçasının en sert bileşeninden daha sert olmalıdır. Takım geometrisinin bozulmasını önleyen yüksek sertlik, talaş oluşum sırasındaki ağır şartlar altında muhafaza edilmeli ve hatta aşınma direncine yardımcı olmalıdır.
- Kesme işleminde mekanik şoklara (darbelere karşı) dayanmak için yüksek tokluk özelliğine sahip olmalıdır.
- Kesme işlemlerinde hızlı ısınma ve soğumalar meydana geldiği için yüksek termal şok direncine karşı dayanıklı olmalıdır.
- Kesme yaparken kesilen talaşla kesici uç arasında reaksiyon oluşmamalıdır.

Düşük sertlik takım profilinin bozulmasına yol açar, takım ucu deformasyona uğrar. Uygun olmayan tokluk ve termal şok direnci takım ağızında talaş yığılmasına, kesicide kırılmalara ve çatlamalara neden olur.



Şekil 1.24: Kesici takımların tarihi gelişimi

İmalatta kullanılan kesici malzemeleri gelişim sırasına göre aşağıdaki şekildedir:

- Adi karbonlu ve orta alaşımlı çelikler,
- Seri çelikler(HSS),
- Dökme - kobalt alaşımları,
- Sert maden uçlar,
- Kaplanmış kesiciler,
- Seramikler,
- Kübik Boron Nitrür kesiciler
- Silisyum nitrür alaşımlı kesiciler
- Elmas kesiciler

### 1.5.1.1. Adi Karbonlu ve Orta Alaşımlı Çelikler



Şekil 1.25: Adi (düşük) karbonlu çelik kesici

Adi karbonlu çelikler imalatta 1880'de özellikle matkap, kılavuz, tiğ (broş) ve rayba üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Kesici ömrü bakımından daha iyi özelliklere sahip orta ve düşük alaşımlı çelikler kullanıma girmiştir. Ucuz olmaları, kolayca biçimlendirilip bilenebilmelerine rağmen, yüksek kesme hızlarında aşınma ve sıcaklığa dayanabilme özellikleri çok düşüktür. Karbon çelikleri sadece ahşap gibi yumuşak malzemelerin işlenmesi için uygundur ve sadece düşük üretim hızlarında (10 m/dak) kullanılırlar. Karbon çeliklerinin en önemli avantajı, kolay işlenmesi ve ucuz olmasıdır. Ayrıca çalışma sıcaklıklarında (max. 200–250 °C) sertliklerini ve keskinliklerini korurlar. Bütün bu dezavantajlarından dolayı metallerin işlenmesinde sınırlı kullanım alanına sahiptir. Bununla birlikte ucuz olmalarından dolayı, karbon çeliklerinde olduğu gibi ağaç işleme takımlarında kullanılırlar.

### 1.5.1.2. Yüksek Hız Çelikleri (Seri Çelik, HSS)

1900'lü yıllarda üretilen ve karbonlu çeliklere oranla yüksek kesme hızlarında kullanılabilmelerinden dolayı bu ismi almışlardır. Farklı sertlik derinliklerinin verilebilmesi, iyi aşınma dayanımına sahip olmaları ve ucuz elde edilebilmeleri en belirgin özelliklerindedir. Özlülüğün yüksek olması, kırılmaya karşı dayanımını etkileyen talaş açısının yüksek olması gereken işlemlerde kullanılacak kesicilerin üretiminde ve titreşimli tezgâhlarda uygun malzeme olmasını sağlamıştır. Yüksek hız çelikleri, oda ve yüksek sıcaklıklarda yüksek sertliği ve tokluğu sayesinde iyi performansıyla kesici takım malzemesi olarak kullanılmaktadır.

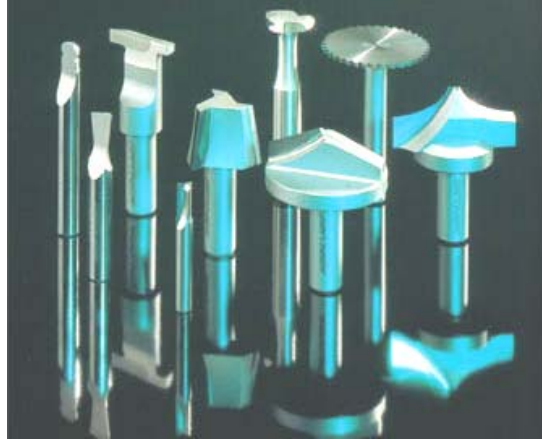
Bu kesicilerin molibden (M serisi) ve tungsten (T serisi) olmak üzere iki temel çeşidi vardır. M serisi % 10'a kadar krom, vanadyum, tungsten, kobalt ve alaşım elemanlarıyla birlikte molibden içerir. T serisi ise krom, vanadyum, kobalt ve alaşım elemanlarıyla beraber % 12–18 tungsten ihtiva eder. M serisi genellikle T serisine göre yüksek aşınma dayanımına sahip olup, ısı işlem süresince daha az şekil değişikliği gösterip daha ucuzdur.



**Şekil 1.26: Yüksek hız çeliğinden (HSS) yapılmış kesiciler**

Yüksek hız çelikleri, orta sertlikteki çelik, döküm ve metal olmayan malzemelerin işlenmesinde verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Yüksek hız çelikleri, 650 °C ' ye kadar olan işlem sıcaklıklarında kullanılabilir ve takımlar tekrar tekrar bilenebilmektedir. Talaşlı işlemlerde eğilimin yüksek hızlara kayması nedeniyle yüksek hız çeliklerinin önemi giderek azalmaktadır. Bu takımlar metal kesme endüstrisinde matkap, kılavuz, pafta, azdırma, tığ (broş) vb. gibi önemli kesme alanlarına sahiptirler.

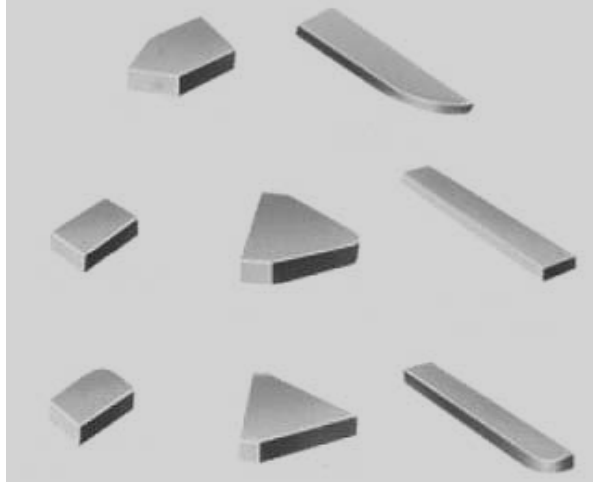
### 1.5.1.3. Dökme - Kobalt Alaşımları



**Şekil 1.27: Dökme-karbür (stellit) kesiciler**

1915 yılında kullanıma girmiş olan bu malzeme, % 38 – 53 kobalt, % 30–33 krom, % 10–20 tungsten içerir. Genel olarak stellit ismiyle bilinen bu kesiciler, 58–64 Rockwell C sertliğine ve iyi aşınma dayanımına sahip olup, yüksek sıcaklıklarda özelliğini muhafaza etmektedir. Döküm ve taşlama üretilen bu kesiciler, yüksek hız çelikleri gibi özlü olmayıp, darbeli üretimlerde de kullanılmazlar. HSS kesicilere oranla iki kat daha büyük kesme hızlarında, kaba talaş işlemlerinde ve kesintisiz işlemlerde kullanıma uygundur. Bu kesicilere stellit kesiciler de denilmektedir. Stellit metal kesme takımları yaygın olarak çelik, dökme demir, dökme çelik, paslanmaz çelik, pirinç vb. malzemelerin işlenmesinde kullanılır.

#### 1.5.1.4. Sert Maden Uçlar (Karbürler)



Şekil 1.28: Sert maden uçlar

1930'lu yıllarda, yüksek hız çelikleri ve stellite kesicilere göre daha büyük kesme hızı ve sıcaklıklarda kullanılabilen karbür uçlar geliştirilmiştir. Elastikiyet modülünün ve ısı geçirgenliğinin yüksekliği, düşük genleşme miktarı, sert maden uçları kalıp ve kesici imalatında aranan malzemeler arasına yerleştirmiştir. Talaşlı ve talaşsız imalatta tungsten ve titanyum karbür olmak üzere iki farklı sert maden uç çeşidi kullanılmaktadır.

##### ➤ **Tungsten Karbür (WC)**

Tungsten karbür parçacıklarının kobaltla birleştirilmesi ile elde edilirler. Demir dışı işlenmesi zor malzemelerin ve dökme demirlerin talaşlı imalatında kullanılırlar. Bu kesiciler toz metalürjisi ile imal edilmektedir. Tungsten karbür tozları kobalt ile karıştırılıp 140–400 MPa basınç altında uç profilindeki kalıplarla sıkıştırılır, 1430–1500 °C de 20–30 dakika sinterlemeye tabi tutulurlar.

Karışımındaki kobalt miktarı karbür ucun özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Kobalt miktarının artması, dayanım, sertlik ve aşınma dayanımını düşürürken, kobaltın yüksek özlülük özelliğinden dolayı WC'nin özlülüğü artmaktadır. Krater aşınma dayanımını ve sıcaklıklara dayanım özelliğinin artırılması için WC ve titanyum birleştirilmelidir. Sade tungsten karbürü kesici uçlar dökme demir, östenitik çelik, demir dışı ve metal dışı malzemelerin işlenmesinde kullanılırken tungsten karbür yanında titanyum ve tantalum karbür de ihtiva eden kesici uçlar ise ferritik çeliklerin işlenmesinde kullanılırlar.

##### ➤ **Titanyum Karbür (TiC)**

Tungsten karbürüne göre aşınma dayanımının yüksek olmasına karşın, özlülüğü düşüktür. Bağlayıcı olarak nikel-molibden alaşımının kullanıldığı titanyum karbür, daha yüksek kesme hızlarında özellikle çelik ve dökme demirlerin işlenmesinde kullanılır.

### 1.5.1.5.Kaplanmış Kesiciler

1960'lı yıllarla birlikte yeni alaşımlar yeni malzemeler sanayide makine elemanı imalatında kullanıma girmiştir. Bu malzemelerin yüksek dayanım özelliklerinin yanında, kesileni aşındırma ve onlarla kimyasal reaksiyona girme özellikleri de hayli yüksektir. Bu malzemelerin işlenmesinde karşılaşılabilecek güçlüklerin yenilebilmesi için, kaplanmış kesiciler geliştirilmiştir.



Şekil 1.29: TiC-TiN kaplamalı kesici uçlar

Kaplama malzemesi olarak genellikle, titanyum nitrür, titanyum karbür ve seramikler kullanılır. Nitrit gibi malzemelerin kaplanmasıyla ilgili çalışmalar hâlâ laboratuvar aşamasındadır. Kesiciler üzerindeki kaplamalar 5–10 µm (mikron) kalınlığında çeşitli metotlarla oluşturulmaktadır. Kesicinin uç noktasındaki dayanımın artırılması ve kırılmasının önlenmesi için uca honlama işlemi tatbik edilir.

Kaplama ile kesici aletlerin kazanmış oldukları özellikler şöyle sıralanabilir:

- Yüksek sıcaklıklarda sertliğini koruma
- Kimyasal kararlılık
- Düşük ısı iletkenliği
- Gözeneksiz veya çok az gözenekli yapı

Kaplama elemanı olarak kullanılan titanyum nitrür (TiN), düşük sürtünme kat sayısı, yüksek sertlik, yüksek sıcaklıklara dayanımı ve alt tabakaya iyi nüfuz etme özelliklerine sahiptir. Bunun yanında, matkaplara, karbür kesicilere ve yüksek hız çeliklerine kaplandığında ömürlerinin artmasında rol oynamaktadır. Altın renkli olan titanyum nitrür kaplı kesiciler daha büyük kesme hızı ve ilerlemelerde kullanılabilirler. Bu kesicilerdeki aşınma, kaplanmamış olan kesicilere göre daha azdır. Burada dikkat edilmesi gereken, TiN kaplanmış kesicilerin düşük kesme hızlarında kullanılmamasıdır. Düşük hızlarda kesici uçtaki talaş birikimi kaplamanın yanmasına neden olduğundan mutlaka uygun kesme sıvısının kullanılması gerekir.

Tungsten karbürler yerine, titanyum karbür (TiC) kaplamaları aşındırma özelliği olan malzemelerin işlenmesinde büyük aşınma dayanımı sağlar.

Yüksek sıcaklıklara dayanımı, düşük ısı iletkenliği, boşluk yüzeyindeki ve talaş yüzeyindeki krater aşınma dayanımının yüksekliği, seramikleri kesicilerin kaplanmasında

uygun bir eleman yapmıştır. Kaplama elemanı olarak en çok kullanılan seramik alüminyum oksit ( $AlO_2$ )'tir. Yüksek hız çelikleri ve karbür uçlara tek bir katman olarak uygulanan kaplamaların dışında birden fazla kaplama elemanı da kullanılmaktadır.

Bunun yanında on üç tabakaya kadar kaplamaya sahip sert maden uçlar günümüz imalat sektöründe kullanılmaktadır. Daha ince olan titanyum nitrür katmanların sertliği alüminyum okside oranla daha fazladır. Bu katmanların kalınlığı 1  $\mu m$  ile 6  $\mu m$  arasında değişmektedir.

### 1.5.1.6. Seramikler



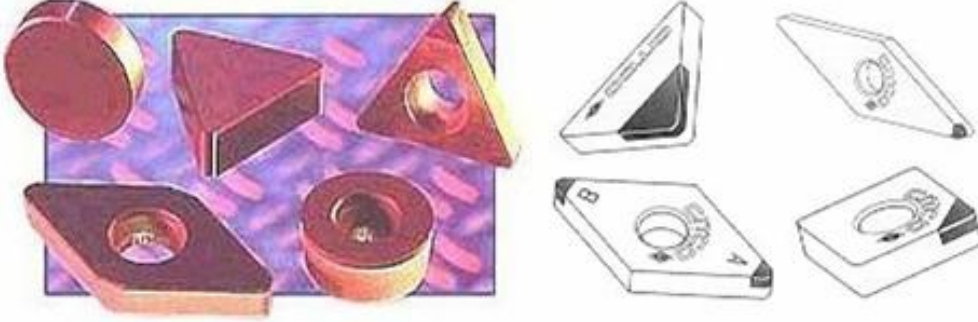
**Şekil 1.30: Çeşitli seramik kesici uçlar**

Çok ince taneli, yüksek saflıkta alüminyum oksitten oluşan seramikler 1950'li yıllarda kullanıma girmiştir. Alüminyum oksit yüksek basınç altında soğuk olarak preslenip, yüksek sıcaklıklarda sinterlenmesinden dolayı beyaz veya soğuk preslenmiş seramikler olarak isimlendirilir.

Titanyum karpit ve zirkonyum oksidin ilave edilmesi ile özellikle özlülük ve ısıl-şok dayanımı artırılır. Seramik kesiciler yüksek aşınma dayanımına ve yüksek sıcaklıklara dayanım özelliklerine sahiptir. Seramik uçlar, yüksek kesme hızlarında, kesintisiz talaş kaldırma işlemlerinde kullanılırken ısıl şoktan etkilenmemesi için ya kuru olarak ya da kesme hızının işleme bölgesine fazla verildiği şartlarda kullanılmalıdır. Siyah veya sıcak preslenmiş seramikler diye isimlendirilenler 1960'lı yıllarda geliştirilmiş olup % 70 Alüminyum oksit, % 30 titanyum karbür içermektedir. Sermet (Seramik + Metal) olarak da isimlendirilirler. Karışımlarında molibden karbür, niobyum karbür ve tantalyum karbür de kullanılmaktadır.

Sıcak presleme ile üretilen bu kesici takımlar, üstün özellikleri nedeniyle sertleştirilmiş çelik, nikel esaslı alaşımlar ve dökme demirin kesikli talaş kaldırma işlemlerinde kullanılabilirler.

### 1.5.1.7. Kübik Boron Nitrür (CBN)



Şekil 1.31: Kübik boron nitrür kesici uçlar

Şu anda, sertlik olarak elmasa en yakın yapay malzeme kübik boron nitrürdür. (CBN). 1962 yılında geliştirilen CBN, karbür gövdeye 0,5–1 mm kalınlığında polikristal kübik boron nitrürün basınç altında sinterlenerek yapılmasıyla elde edilir. Kübik boron nitrür (CBN), elmastan sonra ikinci en yüksek sertlik değerine sahiptir. Küçük miktarlardaki seramik veya metal bağlayıcı ile bor nitrür karıştırılır. Günümüzde, General Electric firmasının BZN ve De Beers firmasının Amborite ticari adı ile piyasaya sunduğu iki ürün yaygın olarak kullanılmaktadır.

Özellikle, elmasın kullanımını engelleyen hızlı aşınma olmaksızın yüksek hızlarda sert dökme demir ve sertleştirilmiş çeliğin kesimi için kullanılmaktadır. Ayrıca, süper alaşımlar (nikel ve kobalt esaslı), kübik bor nitrür kompozit kesici takımlarla, sementit karbürlerden çok daha yüksek hızlarda işlenebilmektedir.

### 1.5.1.8. Silikon Nitrür Tabanlı Kesiciler

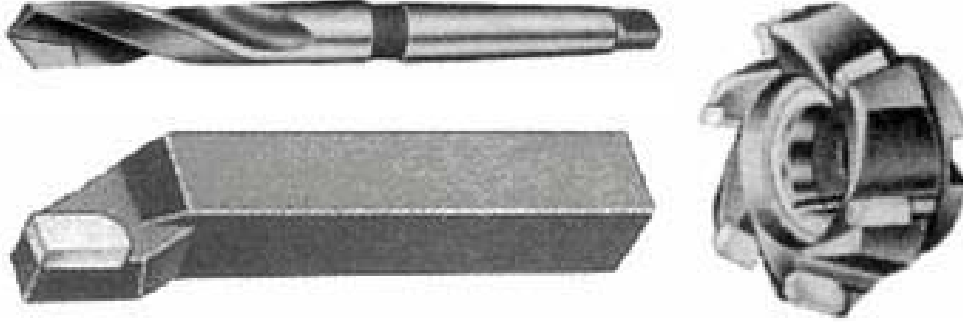


Şekil 1.32: Silikon nitrür kesici uçlar

1970'li yıllarda geliştirilen silikon nitrür (SiN) tabanlı kesiciler, silikon nitrürün, alüminyum oksit ve titanyum karbürle birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Bu kesiciler yüksek özlülük, sıcak sertlik ve iyi ısıl şok dayanımına sahiptir. Bu kesicilere, silikon, alüminyum, oksijen ve nitrojenin bileşiminden meydana gelmiş sialon verilebilir. Silikon nitrüden daha yüksek ısıl şok dayanımına sahip olduğundan, dökme demirlerin ve nikel tabanlı alaşımların orta kesme hızlarında işlenmesinde kullanılırlar.



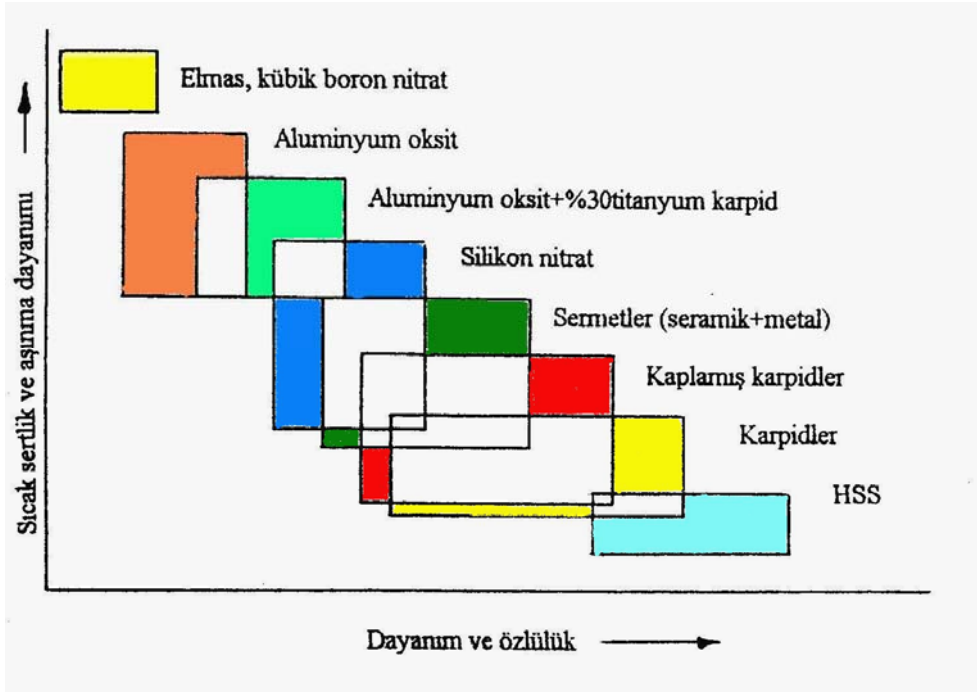
### 1.5.1.9. Elmas Kesiciler



Şekil 1.33: Elmas uç takılı kesiciler

Elmas; tartışmasız en sert ve doğal olarak meydana gelmiş en iyi aşınma dayanımına sahip bir malzemedir. Baskı kuvvetlerine karşı sert maden uçlara oranla iki kat dayanıma sahip olup sıcaklıkla çok az genişlemektedir. Bu iki sebepten dolayı, dar toleranslarda ve çok yüksek yüzey kalitelerinde üretilmesi gereken işler için kullanılmaktadır. Demir içerikli metallerin işlenmesinde, yüksek sıcaklıklardaki kimyasal reaksiyon elmasın orijinal grafit yapısına dönmesinden olur. Bu sebepten, elmas kesiciler sadece, demir dışı ve metal olmayan malzemelerin üretimi ile sınırlandırılmıştır.

Elmas takımlar yüksek silisyumlu dökme alüminyum alaşımları, bakır ve alaşımları, sinterlenmiş sementit tungsten karbürler, silika cam ile doyurulmuş kauçuk, cam-fiber/plastik ve karbon/plastik kompozitler ve yüksek alüminalı seramiklerin işlenmesinde kullanılmaktadır.



Şekil 1.34: Kesici takımların özelliklerinin karşılaştırılması

Metelik malzemelerin şekillendirilmesinde yaygın olarak kullanılan kesici takımlarda en önemli husus, işlemin mümkün olan en düşük maliyetle, gerekli kalite beklentilerine en uygun şekilde gerçekleştirilmesidir. Bunu gerçekleştirebilmek için ise işlenecek metalik malzemenin özelliklerine ve kesme hızına bağlı olarak, kesici takım malzemesi doğru seçilmelidir. Metal esaslı takımlar, maliyeti düşük fakat daha düşük sıcaklıklarda ve hızlarda kullanılmaktadır. Karbür esaslı takımlar, yüksek kızıl sertlikleri ve yüksek kesme hızları ile karakterize edilmektedir. Seramik malzemeler ise tokluk dezavantajlarına ve maliyetlerine karşın yüksek sıcaklıklardaki mekanik ve kimyasal kararlılıkları sayesinde iş parçası ile takım malzemesi arasındaki etkileşimi minimize etmektedir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Sıfır noktasını seçmek	➤ İş parçası teknik resmini inceleyiniz. İş parçasına uygun sıfır noktası belirleyiniz.
➤ CNC tornada sıfırlama yapmak	➤ Tezgâh kızaklarını tezgâh sıfır noktasına gönderiniz. İş parçasına göre iş parçası sıfır noktası belirleyiniz.
➤ CNC frezede sıfırlama yapmak	➤ Tezgâh kızaklarını tezgâh sıfır noktasına gönderiniz. İş parçasına göre iş parçası sıfır noktası belirleyiniz.
➤ Sıfır noktasına uygun G kodu yazmak	➤ Belirlenen sıfır noktasına göre uygun G kodunu kontrol ediniz.
➤ Kesici kalemi sıfır noktasına göndermek	➤ Kesici kalemi iş parçası sıfır noktasına gönderiniz. CNC tezgâhı kontrol paneli ekranından kontrol ediniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. İş parçası sıfır noktası oluşturulurken dikkat edilecek noktalardan **değildir**?  
A) Kullanılan kesici tipi  
B) İş parçası geometrik yapısı  
C) Tezgâh gücü  
D) İşleme zamanı
2. Aşağıdaki sıfır noktalarından hangisi CNC tezgâh kullanıcısı tarafından **değiştirilemez**?  
A) Tezgâh sıfır noktası  
B) İş parçası sıfır noktası  
C) Program sıfır noktası  
D) Bölgesel sıfır noktası
3. Aşağıdaki G kodlarından hangisi tezgâh referans noktasına dönüş kodudur?  
A) G 54  
B) G 72  
C) G 91  
D) G 28
4. Aşağıdakilerden hangisi programlama yöntemlerinden biri **değildir**?  
A) Mutlak programlama  
B) Bölgesel programlama  
C) Kutupsal koordinat sistemi ile programlama  
D) Artışlı programlama
5. Aşağıdaki kesicilerden hangisi CNC tezgâhlarda en çok kullanılan kesicilerin başında gelmektedir?  
A) Adi karbonlu çelikler  
B) HSS kesiciler  
C) Dökme-demir kesiciler  
D) Kaplanmış sert maden uçlar
6. En yüksek sertliğe ve aşınma dayanımına sahip olan kesici aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Elmas kesiciler  
B) HSS kesiciler  
C) Kaplanmış sert maden uçlar  
D) Sermetler

7. Aşağıdaki kesicilerden hangisi en çok özlülük ve esnekliğe sahiptir?  
A) Alüminyum oksit kesiciler  
B) HSS kesiciler  
C) Karbürler  
D) Kaplanmış sert maden uçlar
8. Aşağıdakilerden hangisi kaplanmış sert maden uçların özelliklerindedir?  
A) Yüksek sıcaklıklara dayanım  
B) Kimyasal kararlılık  
C) Düşük ısı iletkenliği  
D) Hepsi
9. Aşağıdaki G kodlarından hangisi artışlı programlama kodudur?  
A) G 00  
B) G 01  
C) G 90  
D) G 91
10. Aşağıdakilerden hangisi CNC torna tezgâhlarında kullanılan ana koordinat eksenleridir?  
A) X-Y  
B) Y-Z  
C) X-Z  
D) X-Y-Z

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

1. İş parçası teknik resmini inceleyiniz. İş parçasının geometrik biçimine göre gerekli sıfır noktalarını belirleyiniz. CNC tezgâhı çalıştırarak gerekli kesicileri ve iş parçasını emniyetli şekilde bağlayınız ve kesici uçları için sıfır noktası oluşturunuz. Program için kullanılacak sıfır noktalarının kodlarını belirleyiniz. Sıfır noktaları için G kodlarını tezgâha kaydediniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	İş önlüğü veya iş elbisenizi giyip, iş eldiveninizi taktınız mı?		
2	İş parçası teknik resmini ve parça geometrik yapısını incelediniz mi?		
3	İş parçasının geometrik yapısına göre sıfır noktasını belirlediniz mi?		
4	CNC tezgâhı çalıştırıp 10 dakika boş olarak ısınma çalıştırması yaptınız mı?		
5	İş parçasını aynaya ve uygun kesicileri tarete emniyetli şekilde bağlayıp kontrol ettiniz mi?		
6	Kesici ve iş parçasına göre gerekli sıfır noktalarını, elle veya otomatik kumanda ederek belirlediniz mi?		
7	Belirlenen sıfır noktasına göre G kodunu yazıp tezgâh menüsüne kaydettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Uygulama esnasında yaptığımız işlemleri değerlendirme tablosu ile kontrol ediniz.

Başarısız iseniz; faaliyete tekrar dönerek araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak faaliyeti tamamlayınız.

Başarılı iseniz, bir sonraki faaliyete devam ediniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli CNC atölye ortamı, CNC üretimde kullanılan kesici takımlar ve bağlama aparatları, takım tutucular sağlandığında iş parçasına en uygun kesiciyi seçebileceksiniz. Kullanılan kesici ve işlenecek parçaya uygun kesme hızı, ilerleme, devir sayısı gibi işleme parametrelerini hesaplayabilecek veya hazır tablolardan okuyabileceksiniz. Takım kodunu okuyabilecek ve kodlamaya göre takım seçebileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çalıştığınız bölgede CNC tezgâh teknolojisi ile makine imalatı yapan sanayi kuruluşlarını araştırınız.
- İnternet üzerinden CNC talaşlı üretim ve takım imalat sanayi kuruluşlarını, takım kaplama kuruluşlarını, teknik üniversite ve teknik eğitim kurumlarını araştırınız. Önemli firmalardan kesiciler ile ilgili katalog ve broşür isteyiniz.
- CNC imalat ve üretim konulu kitaplardan kesici takımlar ve özelliklerini, temel işleme parametrelerini, takım ve iş parçası yapımında kullanılan malzemelerin özelliklerini, takımlar ve takım tutucular ile ilgili kısımları araştırınız, inceleyiniz ve okuyunuz.

## 2. İŞLEME PARAMETRELERİ

### 2.1. Temel İmalat İşlemleri

Temel imalat işlemleri bir makine parçasını üretmek ve yapmak için gerekli olan işlemlerdir. Makine imalatında bu işlemleri yapmak için talaşlı üretim tezgâhları kullanılmaktadır. İşlenecek parça özellik ve hassasiyetine göre bir veya birden çok tezgâh kullanılabilir. Özellikle CNC tezgâhlarının ve ek işleme aparatlarının kullanılması ile bir tezgâhta basit iş parçaları için bütün işlemler başarı ile yapılabilir.



Şekil 2.1: Temel imalat işlemleri yapılan bir makine parçası

### 2.1.1. Tornalama İşlemi

Tornalama, belirli geometrik yapıda kesici kenarları olan kesici takımlarla (kalem, kesici uç) aynaya bağlı olarak dönen iş parçasından dairesel olarak talaş kaldırma işlemidir. Genel olarak iş parçasına dönme hareketi uygulanır. Tornalama işlemleri, klasik torna tezgâhları veya seri imalatta ise CNC torna tezgâhlarında yapılmaktadır. Tornalama işlemleri silindirik veya silindirik çaplı parçalara uygulanmaktadır. Tornalama işlemleri ile iç ve dış tornalama, alın tornalama, profil tornalama, kanal açma, vida çekme, konik tornalama, parça kesme işlemi, kavisli ve açılı pah kırma işlemlerinde, delik işleme vb. işlemler yapılmaktadır.



Şekil 2.2: Tornalama işlemi tipleri

Torna tezgâhları temel imalat işlemlerinde kullanılan temel tezgâhlardandır. Özellikle CNC torna tezgâhlarında kaplamalı ve takma uçların kullanılması ile birlikte talaş kaldırma potansiyeli artmıştır. Özellikle kısa sürede hassas ölçü ve ince yüzey pürüzlülüğünde parçalar başarı ile işlenmektedir.

### 2.1.2. Frezeleme İşlemi

Frezeleme düz veya kavisli yüzeylerin, kanalların, helisel kanalların, dişlilerin ve vida dişlerinin imal edilmesi, cep ve kademe işlenmesinde, delik açma ve büyütme işlemlerinde belirli geometrik yapıya tek veya çok ağızlı kesici takımlarla talaş kaldırma işlemidir. Frezeleme işleminde kesici takım hareketli veya iş parçası işlem durumuna göre her ikisi de hareketli olabilir. Frezeleme işlemi klasik freze tezgâhlarında veya ince ve hassas olarak CNC freze tezgâhlarında yapılmaktadır.



Şekil 2.3: Frezeleme işleminin tipleri



Genel frezeleme işlemleri düzlem yüzey frezeleme, profil frezeleme, kanal frezeleme, form frezeleme, azdırma frezeleme olarak sınıflandırılmaktadır. Frezeleme işleminde sert HSS tek parça kesici takımlar kullanıldığı gibi son yıllarda kaplamalı takma uçlar kullanılmaktadır. Freze tezgâhları talaş kaldırma işlemi bakımından, torna tezgâhlarından daha çok işleme ve kesme gücüne sahiptir. Frezeleme işlemi ile her çeşit kanal açma, düzlem yüzeylerden talaş kaldırma, dişli açma, cep işleme, delik büyütme, büyük adımlı vida açma, helisel ve açılı yüzeyler elde etme, kör delik delme, delik delme vb. birçok işlem son derece hızlı ve hassas olarak yapılabilmektedir.

### 2.1.3. Delik Delme İşlemi

Kendi eksenini etrafında dönen kesici matkap, freze çakıları ile parça yüzeyine boydan boya silindirik deliklerin veya bir tarafı kapalı belirli ölçülerdeki (kör delik) silindirik deliklerin açılmasıdır.

Delik delme işlemi için matkap tezgâhları kullanılmaktadır. Fakat bunun yanında tezgaha delik delme aparatı takılarak CNC torna tezgâhlarında veya CNC freze tezgâhlarında da delik delinebilmektedir. Delik delme işlemi matkap uçları ile yapıldığı gibi silindirik freze çakıları ile de yapılabilmektedir. Özellikle kör yani boydan boya olmayan belirli derinlikteki deliklerin açılmasında, belirli hassas ölçüdeki aksenal deliklerin delinmesinde CNC freze tezgâhları delik delme aparatı, freze çakıları kullanılmaktadır.



Şekil 2.4: Delik delme işlemi

Delik delme işlemi en çok yapılan temel imalat işlemlerindedir. Bu işlemlerde yüksek hız çeliği (HSS) matkaplar kullanılmaktadır. Son zamanlarda kaplamalı ve takma uçlu matkaplar kullanılmaktadır. Özellikle bu kesiciler çok yüksek talaş kaldırma potansiyeline sahip olduğu için CNC torna, CNC freze ve CNC delik tezgâhlarında çok kullanılmaktadır.

### 2.1.4. Raybalama İşlemi

Raybalama, yüksek kalite ve uygun hassasiyette deliklerin imal edilmesi için, çok az talaş kaldırarak yapılan delik iyileştirme işlemidir. Raybalama işlemi delinmiş olan deliklere aksenal düzgünlük, hassas ölçü tamlığı ve ince yüzey pürüzlülüğü sağlamak için kullanılır.



**Şekil 2.5: Raybalama işleminde kullanılan rayba**

Raybalama işlemi, silindirik raybalama ve konik raybalama olarak ikiye ayrılmaktadır. Silindirik raybalama işlemi silindirik deliklere uygulanırken, konik raybalama işlemi konik deliklerin düzeltilmesinde kullanılır. Raybalama işlemi delik delme işlemine benzemektedir. Yalnızca hassas işleme için matkap yerine rayba kullanılmaktadır. Bu işlemlerde helisel veya düz oluklu raybalar kullanılmaktadır.

### 2.1.5. Taşlama İşlemi

Taşlama işlemi, çeşitli tane büyüklüğündeki silindirik taşlarla işlenmiş makine parçaları yüzeyinden az miktarda talaş kaldırma işlemi ile çok ince şekilde yüzey hassasiyeti elde etme, ölçü tamlığı sağlama, daha düşük pürüzlülüğe sahip yüzey elde etme işlemidir. Taşlama işlemi, bağlayıcı maddelerle bir araya getirilen taneciklerin oluşturduğu zımpara taşlarının iş parçasından çok küçük miktarlarda kesme yapması yani iş parçasını aşındırmasıdır.



**Şekil 2.6: Taşlama işlemi**

Taşlama işlemi genelde taşlama tezgâhlarında yapılmaktadır. Fakat ek aparatlar takılarak CNC torna ve freze tezgâhlarında da yapılabilir. CNC ile işlemede özellikle ek işlem gerektiren yerlere zaman kazancı sağlamak için ve ikinci bir işlemeyi ortadan kaldırmak için özellikle basit delik ve dış yüzey taşlama işlemleri rahatlıkla yapılabilir.

Taşlama işleminde doğal ve yapay tanecikli çeşitli tane büyüklüğündeki kimyasal maddelerle birleştirilmiş taşlama takımları kullanılmaktadır. Özellikle çok sert işlenmesi zor olan parçaların yüzeyinden az miktarda talaş kaldırılması taşlama ile mümkün olabilmektedir.

Taşılama işlemini işleme biçimi olarak **profil taşılama, dalma taşılama, silindirik taşılama, düzlem yüzey taşılama** olarak sınıflandırılmaktadır.

Makine parçalarına bu işlemlerden başka diğer temel imalat işlemleri de uygulanmaktadır. Diğer temel işlemler olarak honlama, lebleme, tığ çekme, polisaj gibi işlemler de yapılmaktadır. Bu işlemler daha çok hassas ve ince işlenecek parçalara uygulanmaktadır.

## 2.2. Kesici Takımlar

CNC takım tezgâhlarının en önemli özelliklerinden birisi de yüksek talaş kaldırma kapasitelerine sahip olmalarıdır. Bu nedenden dolayı takım tutucuların, takım bağlama aparatların, kesici uçların önemi çok büyüktür. Özellikle talaş kaldırma esnasında bu kesiciler çok büyük kesme kuvvetlerine, aşırı sıcaklığa (600°C -1300°C) ve darbelere maruz kalmaktadır.

CNC tezgâhlarda kullanılan kesici uçların işleme özelliklerinin artırılması ve dayanıklılıklarının geliştirilmesi için takım imalat firmaları günümüzde en çok bu konu üzerinde çalışmaktadır. İyi bir kesici üretim miktarını artırdığı gibi kesici maliyetini de aşağı çekecektir. Bu nedenden dolayı her işlem için en uygun kesici takım ve bağlama aparatı seçimi çok büyük önem arz etmektedir.

CNC tezgâhlarda işleme süresini ve işleme kalitesini en fazla etkileyen faktörlerin başında kesici takımlar ve bunların bağlanma sistemleri gelir. Bu tezgâhlarda kullanılacak kesici uç ve takımların şu özelliklere sahip olması gerekir:

- Kesici uç kolayca değiştirilebilir.
- Çıkan talaşları kırma özelliği olmalıdır.
- Kesici takım sağlam ve dengeli bağlanabilmelidir.
- Kesici uç hassas olarak bağlanabilmelidir.
- Kesici takım değişimi kolay ve hızlı olmalıdır.
- Kesici uç yüksek sıcaklıkta sertliğini kaybetmemelidir.

CNC tezgâhlarında kullanılan kesiciler; HSS kesiciler ve sert metal uç kesicilerdir.

### ➤ HSS kesici takımlar

HSS kesiciler tek parça olarak kullanılır. Bu kesiciler küçük çaplı deliklerin delinmesi, kanal açılması, vb. işlerde kullanılır.

### ➤ Sert Metal Uçlar

Sert metal uç kesiciler değişik boyut ve şekillerde standart olarak üretilir. Her bir uçta (ucun tasarımına bağlı olarak 3, 4, 6 ya da daha fazla kesme kenarı bulunur. Bir kenar köreldiğinde, diğer bir kenar kesme yapacak konuma getirilir.

Kesici uçların en önemli avantajları; standart ve hassas boyutlarda üretilmesi, doğru kesme geometrisine sahip olması, hızlı değiştirilmesi ve bileme işleminin olmamasıdır. Kesici ucun bütün kenarları kullanıldıktan sonra bu uç yeni bir uç ile değiştirilerek işleme kalınan yerden devam edilebilir.

ISO, talaş kaldırma için sert metal kesicileri 3 ana grupta toplamıştır:

**P:** Uzun talaş veren malzemelerin işlenmesinde kullanılan sert metal kesiciler (çelik, çelik döküm, paslanmaz çelik, uzun talaş bırakan temper döküm vb.)

**M:** İşlenmesi güç olan malzemelerin işlenmesinde kullanılan sert metal kesiciler (manganlı sert çelik, ısıya dayanıklı çelikler, paslanmaz çelik, sert döküm vb.)

**K:** Kısa talaş bırakan malzemelerin işlenmesinde kullanılan sert metal kesiciler (döküm, sert çelikler, demir dışı metaller, alüminyum vb.).

### 2.2.1. Kesici Takım Malzemeleri

Küçük çaplı delik delme, kılavuz çekme, raybalama, punta deliği ve kama kanalı açma gibi işlemlerde yüksek-hız çeliği (HSS) takımlar kullanılmasına rağmen, nümerik kontrollü işlemede, genellikle sinterlenmiş karbür takımlar kullanılmaktadır.

Sementit karbür sertliğini, ana bileşeni olan, tungsten karbürden almaktadır. Saf haliyle tungsten karbür, takım malzemesi olarak kullanılamayacak kadar kırılgandır. Bu nedenle, tungsten karbür ve kobalt tozlarının karışımı, istenen şekilde preslenir ve daha sonra sinterleme işlemine tabi tutulur. Böylece kobalt eriyip, tungsten karbür tanelerini yoğun ve gözeneksiz bir yapıya sokacak şekilde bağlar.

Tungsten karbürle birlikte, titanyum ve tantal karbür gibi sert malzemeler de takım olarak kullanılabilir. Ayrıca tungsten karbür takımların üzerleri ince bir tabaka titanyum karbür ile kaplanarak takımın ısınma direnci 5 kat kadar artırılabilir.

Kesici takım malzemesinin seçimini etkileyen kriterler şunlardır:

- İş parçasının karakteristikleri (kimyasal ve metalürjik hali)
- Parça karakteristikleri (geometri,yüzey bitirme,boyutsal hassasiyet ve yüzey bütünlüğü gereksinimleri)
- Takım tezgâhı ve takım tutucusunun karakteristikleri
- Destek

### 2.2.2. CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Kesiciler

CNC tezgâhlarda iyi ve güvenilir şekilde talaş kaldırmak ve iş parçası işlemek için CNC torna tezgâhında kullanılan kesicilerin seçiminde aşağıdaki özelliklere dikkat edilmesi gerekir:

- Talaş miktarı,
- Parça geometrisi,
- İş parçası malzemesi,
- Soğutma işlemi,
- Kesme hızı ve ilerleme

- Tezgâh gücü ve cinsi
- İşlenecek parça sayısı
- Takım bağlama aparat tipi

Talaş miktarı arttıkça kesici takımın parçaya dalma miktarı büyümektedir. Büyüyen talaş miktarı kesici takımın geometrisi ve kesici takım malzemesini doğrudan etkilemektedir. Kısa süreli aşınmaları gidermek ve sık sık kesici uç değiştirmek işleme süresi ile maliyeti artırıcı hususlardır.



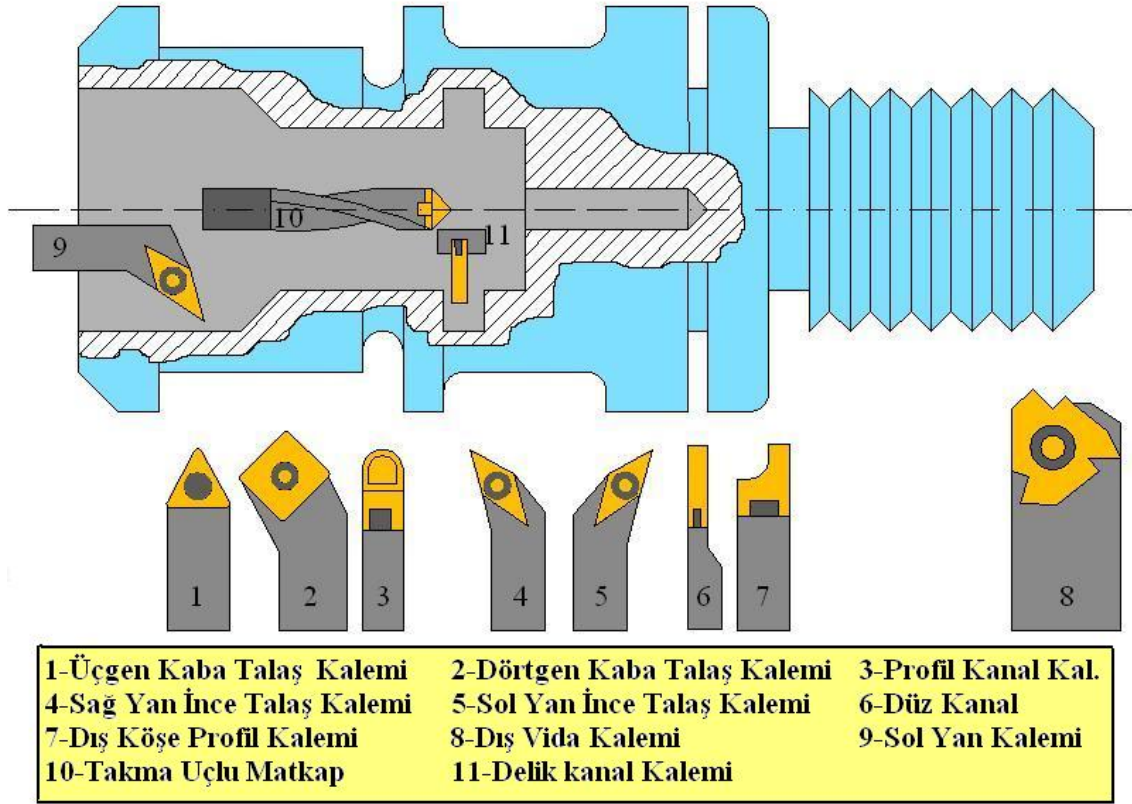
**Şekil 2.7: Çeşitli geometrik biçimli kesici uçlar**

İş parçasının en son geometrisinin oluşturulması, kesici takımın geometrisinin uygun seçilmiş olması ile mümkündür. CNC torna tezgâhlarında yapılan parça programı kesici takımın parça üzerinde istenilen profil üzerinden giderek talaş kaldırmasını sağlamaktadır. Kesici takım geometrisinin uygun seçilmemesi hâlinde çıkacak iş parçasının biçim ve ölçüsü de doğru olmaz.

Torna tezgâhlarında en çok kullanılan kesici takımları ve uç geometrileri şunlardır:

- Dairesel kesici takım uçları
- Sağ yan kaba talaş kesici takım uçları
- Sol yan kaba talaş kesici takım uçları
- Sağ yan ince talaş kesici takım uçları
- Sol yan ince talaş kesici takım uçları
- Vida açma kesici takım uçları
- Delik büyütme kesici takım uçları
- Delik delmek için kullanılan çeşitli çaplarda matkaplar
- Kılavuzlar
- Kanal kalemleri
- C ekseninde kullanılan parmak freze takımları

İş parçası malzemeleri, kesici takım malzemelerinin belirlenmesinde önemli bir özelliktir. Örneğin, CNC torna tezgâhında alüminyum parça işlerken kesici kabiliyeti alüminyum işlemeye elverişli takımın seçilmesi şarttır. Genel amaçlı herhangi bir takım seçimi veya işlenen parçanın malzemesine uygun olmayan kesici seçimi takım ömrünü ve işleme kalitesini doğrudan etkileyecektir.



**Şekil 2.8: CNC torna tezgâhlarında kullanılan bazı kesici uç biçimleri**

Kesme işleminin en önemli sorunlarından biri kesme anında ortaya çıkan sıcaklığın giderilmesidir. Bu sıcaklığın soğutulması kesici takımın ömrünü ve iş parçasının yüzey kalitesini artırmaktadır. Talaş miktarına ve kesici takım ile iş parçası malzemelerine göre ortaya çıkan sıcaklığın azaltılması kesici takımın uzun süre yıpranmadan çalışması demektir. Yüksek hız ve ilerleme ortamında kesme yapılması kesici takımın, kesme kabiliyetinin yüksek olması ile korunur. Kesici takımın kesme ile ilgili açı değerlerinin uygun olması ve kesici geometrisinin talaş kaldırabilecek yapıda seçilmesi önemli kriterlerdendir.

CNC talaşlı imalat tezgâhlarında kullanılan kesici uç geometrisi ve katerlere ait veriler kesici imal eden firmaların kataloglarına göre seçilerek kullanılmaktadır. Bazı takım kodlama sistemleri firmadan firmaya farklılık gösterebilir. Bu kodlamalar firmanın kendi ürünleri içindir. Aşağıda BÖHLER firmasının CNC tornalama ve CNC frezeleme için ISO takım kodlama sistemi verilmiştir.

### 2.2.3. Sert Maden Uçların Kullanım Özellikleri

Seri çelik kesici olarak bilinen HSS kesicileri, kesici kenarlar, sap ve diğer elemanları olmak üzere bir bütün halinde üretilir. Sinterlenmiş karbür, CBN ve seramikler kesme geometrisine sahip küçük kesici uçlar şeklinde üretilir ve sert maden uç olarak bilinirler.



Şekil 2.9: Değişik biçim ve özellikte sert maden uçlar

Çok çeşitli boyut ve biçimlerde üretilen sert maden uçlarda bir keski kenardan ziyade çok fazla kenar vardır. Örneğin kare veya dikdörtgen bir uçta 8, üçgen bir uçta ise 6 kesici kenar vardır. Bir kesici kenar özelliğini kaybettiğinde, ikinci bir kenar için uç, çabuklukla döndürülebilmektedir. Bunun sonucu olarak bu kesicilere (indexable) değiştirilebilir uçlar adı verilmiştir. Uçları kullanabilmek için, bir katere özel bir metal ile yerleştirmeli, desteklemeli ve emniyetli bir şekilde tespit etmelidir. Görünüşte bir dezavantaj olan bu özelliğin yanında, uçları kullanmanın birçok avantajlı yönleri vardır.

- Aşınan ve özelliği kaybolan uç çabucak değiştirilebilir. Bunun sonucu daha hassas bir üretim yapmak ve tezgâh-kesici ayarlama zamanını minimuma indirmek mümkün olur.
- Sert maden uçların bilenmesi zor olduğundan tekrar bileme söz konusu değildir. Kesici ucun bütün kenarları özelliğini yitirdiğinde hemen değiştirilebilir. Tek bir kesici kenara sahip sert maden uçların bilenmeleri için gerekli pahalı takım ve teçhizata gerek duyulmaz. Her ne kadar sert maden uçlar bir defalık kesiciler olarak bilinmekle beraber, uygulamada kullanılmış uçlar daha büyük toleranslara sahip kaba yüzeyler için ikinci defa imalata alınabilirler.
- Sinterleme sonucu, uca uygun kesme geometrisi ve ölçüsel hassasiyet kazandırılır. İlave bir masraf yapmaksızın talaşların belirli aralıklarla kırılmalarını sağlayan talaş kırıcılar ilk üretim anında oluşturulur.
- Çok sayıda standart boyut ve biçimde kesici uç şu anda uygulamada kullanılmaktadır. İşlemlerin birçoğu bunlar ile yapılabildiğinden özel kesicilere ihtiyaç duyulmaz.
- Aynı kesici uçlar frezeleme ve tornalama ve delme işlemlerinde kullanılabilirdiğinden, bu standardizasyonunu beraberinde getirmiş ve üretimde kesici maliyetlerini aşağıya çekmiştir.

## 2.2.4. CNC Tornalama Uçları İçin ISO Kodlama Sistemleri

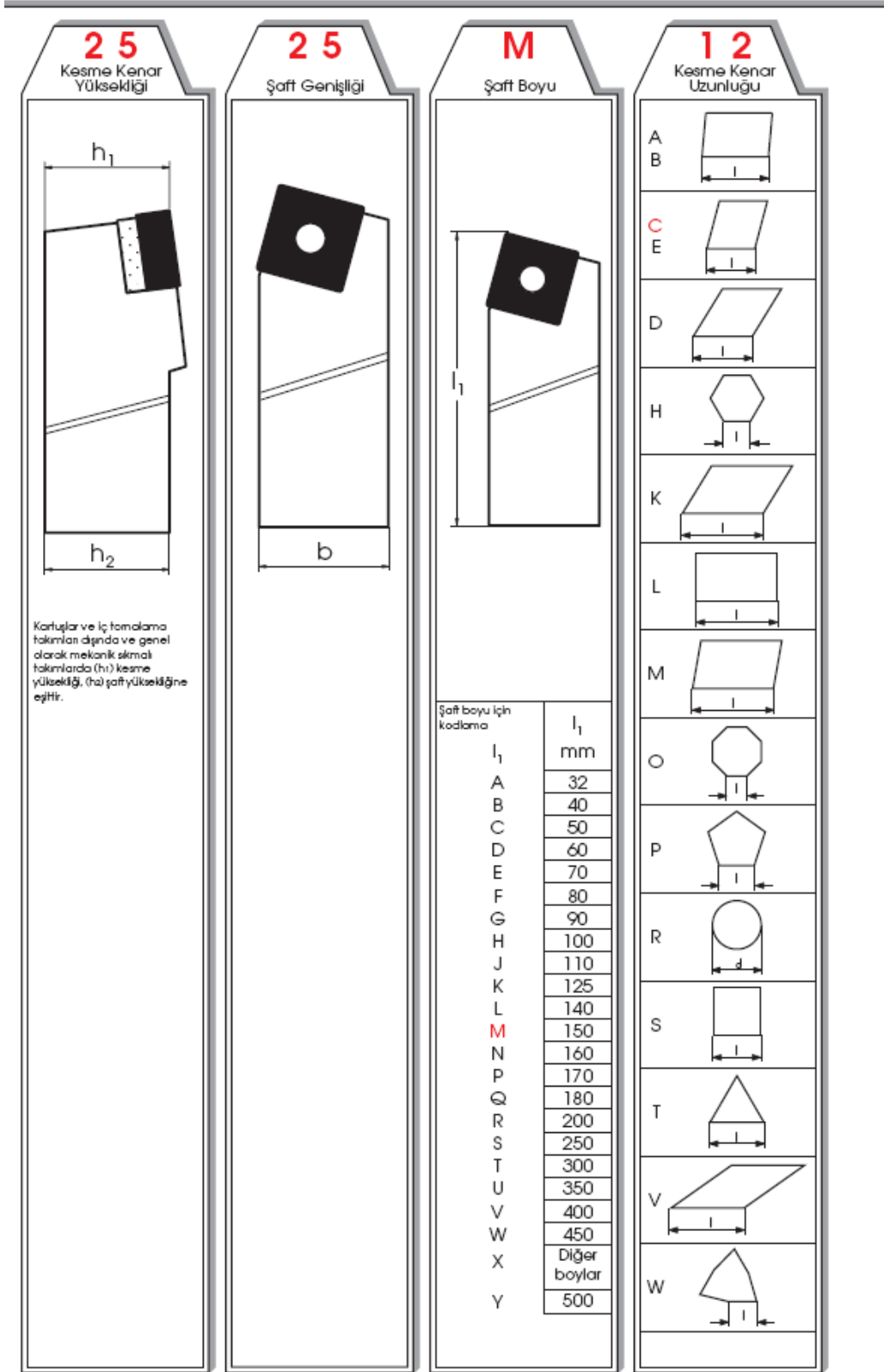
ISO- Kodlama Sistemi				
W	N	M	G	06
Uç şekli	Serbest açı	Toleranslar	Uç tipi	Kesici kenar boyu
A	A	Tolerans limitleri	A	Eşkenar Mekanik Sıkmalı Uçlar
B	B		F	Eğkenar - Eğaçlı ve Eğkenar - Farklı açılı Mekanik sıkmalı uçlar için, kenar uzunluğunun ölçüsel karakteristik olarak mm. cinsinden verilir.
C	C		G	Öndelik noktasının arındırıldı sayılar hesaba kalmaz, örn. kenar uzunluğu l = 16,5 mm. (16 karakteristik sayı)
D	D		M	TPGN 160304
E	E		N	Uç boyutunun karakteristik sayı tek basamaklı olduğunda, önüne bir 0 konur. Örn. kenar uzunluğu l = 0,525 mm. (00 karakteristik sayı)
F	F		Q	SNGH 090304
G	G		R	Dairesel Mekanik Sıkmalı Uçlar
H	H		T	Bu uçlar için, karakteristik sayı olarak çap ölçüsel mm. cinsinden verilir.
J	J		U	Farklı Kenarlı Mekanik Sıkmalı Uçlar
K	K		W	Farklı kenarlı - Eğaçlı ve Farklı kenarlı - Farklı açılı uçlar için ana kesme kenar, örn. daha uzun süre kesen kenar, her zaman karakteristik sayı olarak verilir. Bu uçlarda dördüncü sembol her zaman 'X' dir.
L	L		X	Önemler
M	M			06 → l = 6,350 mm
N	N			09 → l = 9,525 mm
O	O			11 → l = 11,000 mm
P	P			12 → l = 12,700 mm
Q	Q			15 → l = 15,880 mm
R	R			16 → l = 16,500 mm
S	S			10 → l = 10,050 mm
T	T			22 → l = 22,000 mm
V	V			25 → l = 25,400 mm
W	W			27 → l = 27,500 mm
				33 → l = 33,000 mm



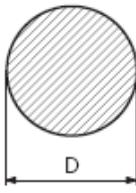
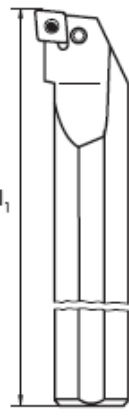




	04 Kalınlık	04 Köşe Konfigürasyonu	Kesme kenar durumu	Kesme yönü
A	<p>Karakteristik sayı olarak ucun kalınlığı mm. cinsinden verilir. Ondalık noktanın sonrasındaki değerler hesaba katılmazlar. Karakteristik sayı tek basamaklıysa önüne 0 konur. Ör.kalınlık = 3.18mm karakteristik sayı 03 TPGN 160304</p> <p>Örnekle:</p> <p>01 → s = 1,50 mm 11 → s = 1,98 mm 02 → s = 2,38 mm 03 → s = 3,18 mm 13 → s = 3,97 mm 04 → s = 4,76 mm 06 → s = 5,56 mm 08 → s = 6,35 mm 07 → s = 7,04 mm 09 → s = 9,52 mm 12 → s = 12,70 mm</p>	<p>Radyuslu uçlarda, uç köşesinin radius değeri karakteristik göstergenin 1/10'u kadardır. Karakteristik gösterim tam sayı olarak ifade edileceği için aradaki ondalık virgöl kaldırılır. Ör.z=0,4 ise (karakteristik sayı 04)</p> <p>TPGN 160304 Keskin köşeli uçlarda ve yuvarlak uçlarda, uç çapı iç. değerinden mm. ye çevrilmişse, 00 şeklinde gösterilir. Eğer uç çapı mm. değerinde ise MO olarak gösterilir. RCMX 120300 RCMM 1203MO</p> <p>Örnekle:</p> <p>00 → r = max 0,2 mm 04 → r = 0,4 mm ± 0,1 08 → r = 0,8 mm ± 0,1 12 → r = 1,2 mm ± 0,1 16 → r = 1,6 mm ± 0,1 20 → r = 2,0 mm ± 0,1 24 → r = 2,4 mm ± 0,1 25 → r = 2,5 mm ± 0,1</p>	<p>F Keskin Kesme Kenarı</p> <p>E Yuvarlatılmış Kesme Kenarı</p> <p>S Pahlı ve Yuvarlatılmış Kesme Kenarı</p> <p>T Pahlı Kesme Kenarı</p> <p>K Çift Pahlı Kesme Kenarı</p> <p>P Çift Pahlı ve Yuvarlatılmış Kesme Kenarı</p>	<p>L Sol Kesme Yönü</p> <p>N Sağ ve Sol Kesme Yönü</p> <p>R Sağ Kesme Yönü</p>
B				
C				
D				
H				
K				
L				
M				
O				
P				
R				
S				
T				
V				
W				


























## Dış Tornalama Takımları İçin ISO Kodlama Sistemi

P	C	L	N	R
Sikma Tipi	Uç Tipi	Yanaşma Açısı	Uç Serbest Açısı	Kesme yönü
<p><b>C</b></p> <p>Üstten Sikma</p>	<p>A</p> <p>85°</p>	<p>90°</p>	<p>A</p> <p>3°</p>	<p>L Sol Yönlü Kesme</p>
	<p>B</p> <p>82°</p>	<p>75°</p>	<p>B</p> <p>5°</p>	
	<p><b>C</b></p> <p>80°</p>	<p>90°</p>	<p>C</p> <p>7°</p>	
	<p>D</p> <p>55°</p>	<p>45°</p>	<p>D</p> <p>15°</p>	
<p><b>M</b></p> <p>Üstten ve Delikten Sikma</p>	<p>E</p> <p>75°</p>	<p>60°</p>	<p>E</p> <p>20°</p>	<p>N Sağ ve Sol Yönlü Kesme</p>
	<p>H</p> <p>120°</p>	<p>90°</p>	<p>F</p> <p>25°</p>	
	<p>K</p> <p>55°</p>	<p>93°</p>	<p>G</p> <p>30°</p>	
	<p>L</p> <p>90°</p>	<p>75°</p>	<p><b>N</b></p> <p>0°</p>	
	<p>M</p> <p>86°</p>	<p>95°</p>	<p>P</p> <p>11°</p>	<p>R Sağ Yönlü Kesme</p>
<p><b>P</b></p> <p>Delikten Sikma</p>	<p>O</p> <p>135°</p>	<p>50°</p>	<p>O</p> <p>Özel olarak verilecek serbest açı</p>	
	<p>P</p> <p>108°</p>	<p>63°</p>		
	<p>R</p> <p>--</p>	<p>75°</p>		
	<p>S</p> <p>90°</p>	<p>45°</p>		
	<p>T</p> <p>60°</p>	<p>60°</p>		
<p><b>S</b></p> <p>Vida ile Delikten Sikma</p>	<p>T</p> <p>60°</p>	<p>93°</p>		
	<p>V</p> <p>35°</p>	<p>72.5°</p>		
	<p>W</p> <p>80°</p>	<p>60°</p>		
		<p>85°</p>		
		<p>Y</p>		



## İç Tornalama Takımları için ISO- Kodlama Sistemi

S Takım Matzemesi			32 Şaft Çapı	T Şaft Boyu	P Sıkma Sistemi																																																
Göstergenin Harfi	Takım Matzemesi	Konstrüksiyon Özellikleri	 08 10 12 16 20 25 <b>32</b> 40 50	 Sembol <table border="1" data-bbox="981 1064 1125 1736"> <thead> <tr> <th>Sembol</th> <th>l<sub>1</sub> mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>I<sub>1</sub></td><td></td></tr> <tr><td>A</td><td>32</td></tr> <tr><td>B</td><td>40</td></tr> <tr><td>C</td><td>50</td></tr> <tr><td>D</td><td>60</td></tr> <tr><td>E</td><td>70</td></tr> <tr><td>F</td><td>80</td></tr> <tr><td>G</td><td>90</td></tr> <tr><td>H</td><td>100</td></tr> <tr><td>J</td><td>110</td></tr> <tr><td>K</td><td>125</td></tr> <tr><td>M</td><td>150</td></tr> <tr><td>N</td><td>160</td></tr> <tr><td>P</td><td>170</td></tr> <tr><td>Q</td><td>180</td></tr> <tr><td>R</td><td>200</td></tr> <tr><td>S</td><td>250</td></tr> <tr><td><b>T</b></td><td>300</td></tr> <tr><td>U</td><td>350</td></tr> <tr><td>V</td><td>400</td></tr> <tr><td>W</td><td>450</td></tr> <tr><td>X</td><td>Diğer boyklar</td></tr> <tr><td>Y</td><td>500</td></tr> </tbody> </table>	Sembol	l <sub>1</sub> mm	I <sub>1</sub>		A	32	B	40	C	50	D	60	E	70	F	80	G	90	H	100	J	110	K	125	M	150	N	160	P	170	Q	180	R	200	S	250	<b>T</b>	300	U	350	V	400	W	450	X	Diğer boyklar	Y	500	C  Üstten Sıkma  M  Üstten ve Delikten Sıkma  P  Delikten Sıkma  S  Vida ile Delikten Sıkma
Sembol	l <sub>1</sub> mm																																																				
I <sub>1</sub>																																																					
A	32																																																				
B	40																																																				
C	50																																																				
D	60																																																				
E	70																																																				
F	80																																																				
G	90																																																				
H	100																																																				
J	110																																																				
K	125																																																				
M	150																																																				
N	160																																																				
P	170																																																				
Q	180																																																				
R	200																																																				
S	250																																																				
<b>T</b>	300																																																				
U	350																																																				
V	400																																																				
W	450																																																				
X	Diğer boyklar																																																				
Y	500																																																				
S	Yakpare Çelik Gövde	Standart																																																			
A		Soğutma Suyu Kanalı																																																			
B		Vibrasyon Gidericili																																																			
D		Soğutma Suyu Kanalı ve Vibrasyon Gidericili																																																			
C	Çelik Başlık ve Sert Metal Gövde	Standart																																																			
E		Soğutma Suyu Kanalı																																																			
F		Vibrasyon Gidericili																																																			
G		Soğutma Suyu Kanalı ve Vibrasyon Gidericili																																																			
H	Ağır Metal*)	Standart																																																			
J		Soğutma Suyu Kanalı																																																			
*) Sinterlenmiş alaşımlar, vibrasyonun giderilmesinde yükseltici etki yaparlar, örneğin wolfram-bakır gibi.																																																					

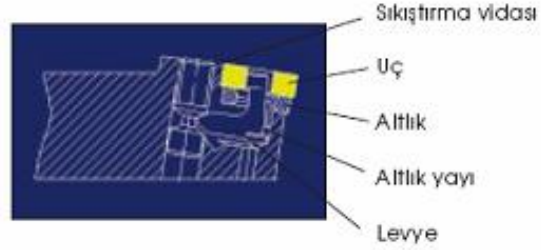
<b>C</b> Uç Tipi			<b>L</b> Yanaşma Açısı		<b>N</b> Uç Serbest Açısı		<b>R</b> Kesme Yönü		<b>1 2</b> Kesici Kenar Uzunluğu	
C		80°	F		90°	B		L Sol yönlü kesme	C	
D		55°	K		75°	C			D	
R		-	L		95°	N		R Sağ yönlü kesme	R	
S		90°	S		45°	P			S	
T		60°	U		93°	O		T		
V		35°	Q		107°	Özel olarak yapılacak serbest aç		V		
W		80°						W		

## 2.2.5. Tornalama Takımları İçin Sıkma Sistemleri

### Tornalama Takımları İçin Sıkma Sistemleri

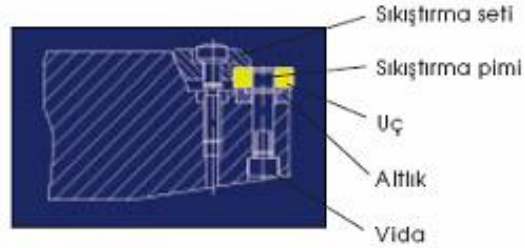
#### P-Levyeli Sıkma Sistemi

- DIN 4988'e göre imal edilen bütün uçlar kullanılabilir.
- Kullanılan yedek parça sayısı azdır.
- Talaş akışını engellemeyen konstrüksiyon yapısından dolayı talaş birikmesi problemi yaşanmaz.
- Uç değiştirilmesinde mükemmel kolaylık
- Sert metal uç'un hızlı ve emniyetli bir şekilde bağlanmasını sağlar.



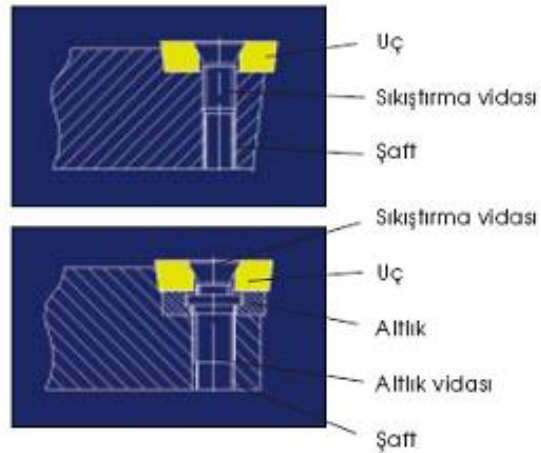
#### M - Sıkma Sistemi

- Sert metal uç'un hızlı ve emniyetli bir şekilde bağlanmasını sağlar.
- İyi bir kesici kenar mukavemeti sağlar.
- Özellikle kopya tornalama işlemlerinde çok uygundur.
- Özel dizaynı ile optimum bir talaş akışı sağlar.



#### S-Vidalı Sıkma Sistemi


















- Kolay ve emniyetli, uç sökme takma avantajına sahiptir.
- Talaş akışını engellemez.
- Max. üç yedek parça mevcuttur.



## 2.2.6. Tornalama Sıkma Sisteminin Seçilmesi

### Sıkma Sisteminin Seçilmesi

Doğru takımın seçilmesini kolaylaştırmak için BÖHLER Takımları işlem tipine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır.

P - Tip Takımlar		İşlem Tipi	Dış		İç
		Kaba Finiş	çok iyi iyi		çok iyi iyi
		Sert metal uç şekli			
		Sert metal uç tipi			
		çift taraflı talaş kırıcsız	çift taraflı talaş kırıcılı	tek taraflı talaş kırıcılı	
S - Tip Takımlar		İşlem tipi	Dış		İç
		Kaba Finiş	Uygun çok iyi		Uygun çok iyi
		Sert metal uç şekli			
		Sert metal uç tipi			
		tek taraflı talaş kırıcılı	tek taraflı talaş kırıcsız		
M - Tip Takımlar		İşlem tipi	Dış		
		Kaba Finiş	çok iyi iyi		
		Sert metal uç şekli			
		Sert metal uç tipi			
		çift taraflı talaş kırıcsız	tek taraflı talaş kırıcılı	çift taraflı talaş kırıcılı	

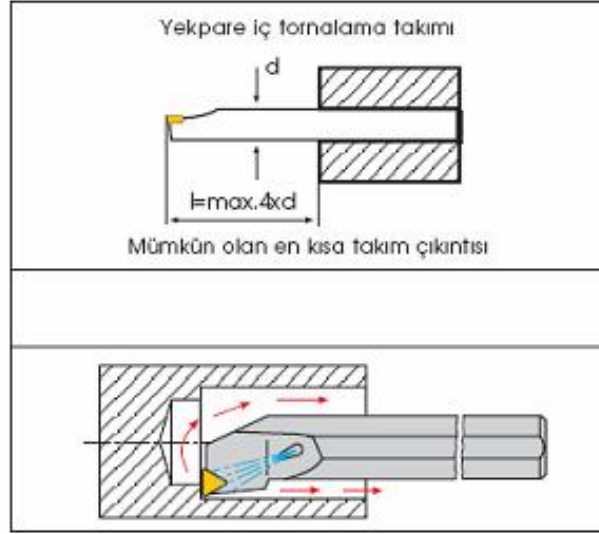
## 2.2.7. İç Tornalama İşlemlerinde Takımların Seçimi

### İç Tornalama İşlemlerinde Takımların Seçimi

İç tornalama işlemlerinde çalışacak takımları seçerken aşağıda verilen ana noktalara dikkat etmemiz gerekir:

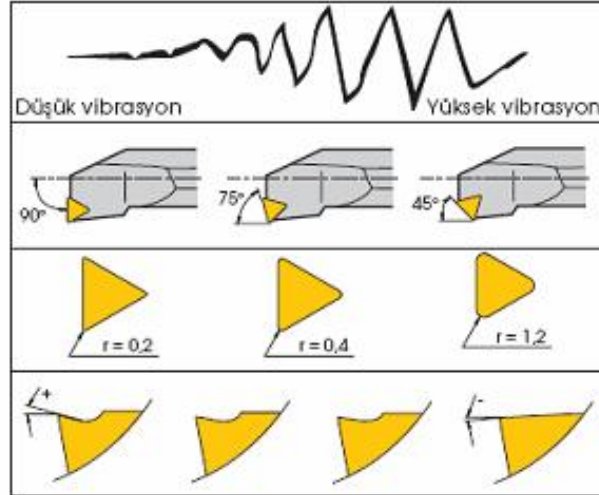
#### Genel Tavsiyeler

- Mümkün olan en büyük şaft çapı seçilmelidir.
- Takımın dışarıya olan çıkıntısı mümkün olduğunca küçük olmalıdır.
- İç tornalama takımlarında doğru ve kuvvetli bağlama sistemi kullanılmalıdır.
- Kesme sıvısının yada basınçlı havanın kullanılması, özellikle derin delik veya kör deliklerin tornalanmasında, gerek talaşların dışarıya atılmasında gerekse yüzey kalitesinde olumlu etkiler sağlar.



Vibrasyon'a hassas işler için iç tornalama takımları seçileceği zaman göz önünde bulundurulması gereken faktörler:

- Ayar açısı (yada giriş açısı) mümkün olduğunca 90°'ye yakın olmalı ve 75°'den aşağıda olmamalıdır.
- Küçük köşe radiusu seçilmelidir.
- Pozitif takımlar (S sıkma sistemli takımlar) ve uçları kullanılmalıdır.
- Kaplamasız kaliteler genelde keskin kesme kenarlarına sahiptirler ve bu yüzden düşük kesme kuvvetleri oluştururlar.





## 2.2.8. Mekanik Sıkmalı Uç Şeklinin Seçilmesi

### Mekanik Sıkmalı Uç Şeklinin Seçilmesi

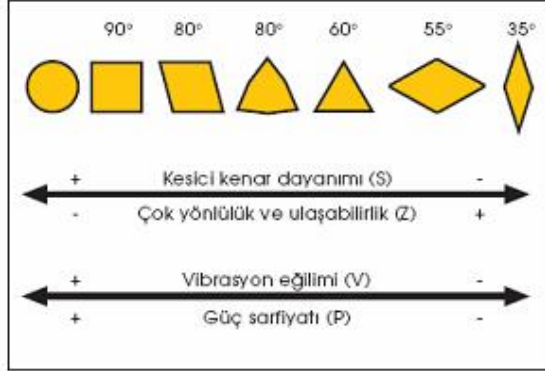
#### Mekanik sıkmalı uç şekli:

Yandaki şemada yuvarlak şekilden, 35° uç açılara kadar kullanımı en yaygın olan uçlar gösterilmiştir.

Şema üzerindeki okun gösterdiği gibi kesici kenar dayanımı (S), geniş uç açılı uçlara gidildikçe artar, derin noktalara ulaşabilirlik (Z) ise şema üzerinde de görüldüğü gibi sağa gidildikçe artar.

Vibrasyon eğilimi (V), uç açısı büyüdükçe artmaktadır. Ancak, uç açısı küçüldükçe güç sarfıyatı azalmaktadır.

Profil veya konik iş parçalarının tornalanmasında, max. kopyalama açısı aşılmamalıdır. Bu tip operasyonlarda iş parçası ile uç kenarı arasında min. 2°'lik bir serbest açı sağlanmalıdır.



#### Köşe radyusu ve ilerleme:

Mekanik sıkmalı bir uçun köşe radyusu, iş üzerinde anahtar rolü oynamaktadır. Özellikle:

- Kaba tornalama sırasında dayanım;
- Finiş operasyonlarında yüzey kalitesi;

üzerinde önemli etkileri vardır.

#### Kaba tornalama

- Kesme kenarı dayanımı yüksek olmalıdır. Bu yüzden mümkün olan en büyük uç radyusu seçilmelidir.
- Büyük uç radyusu, yüksek ilerleme değerlerinde çalışmaya olanak tanır.
- Eğer vibrasyon riski var ise uç radyusu küçültülmelidir.

Kaba tornalama operasyonlarında, ilerlemenin hiç bir koşulda yukarıdaki tabloda verilen değerleri aşmaması gerekir. İlerleme değerinin kolayca hesaplanabilmesi aşağıdaki formül ile mümkündür.

$$f_n \text{ KABA} = 0,5 \times \text{KÖŞE RADYUSU}$$

#### Uç radyusuna göre max. ilerleme değerleri

Köşe radyusu (r)mm	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
Tavsiye edilen max. ilerleme değeri (f <sub>n</sub> )mm/dev.	0,25-0,35	0,4-0,7	0,5-1,0	0,7-1,3	1,0-1,8

Kaba tornalamada kullanılan uç radyusları genellikle 1,2 ve 1,6 mm.'dir.

Bu tabloda tavsiye edilen max. ilerleme değerleri, uç radyusunun 2/3'üne göre hazırlanmıştır.

Daha yüksek ilerleme değerlerinin uygulanabildiği durumlar aşağıdaki gibidir:

- En az 60° uç açısına ve iyi bir kesme kenarı dayanımına sahip uçların kullanılması halinde;
- Tek taraflı talaş kırılcı uçların kullanılması durumunda;
- 90°'den daha küçük ayar açısının kullanıldığı işlemlerde;
- Normal kesme hızlarında rahatça talaş kaldırılabilen malzemelerin işlenmesinde;

## 2.2.9. Mekanik Sıkmalı Uç Büyüklüğünün Seçilmesi

### Mekanik Sıkmalı Uç Büyüklüğünün Seçilmesi

#### Kesme derinliği

- En büyük kesme derinliği ( $a_p$ ) belirlenmeli;
- Kesme derinliği ( $a_p$ ) ve ayar açısı ( $\kappa$ )'na bağlı olarak gerçek kesme boyu ( $l_0$ ) na karar verilmelidir.



Ucun, minimum gerçek kesme boyunu bulmak için sağdaki tablodan yararlanabilirsiniz.

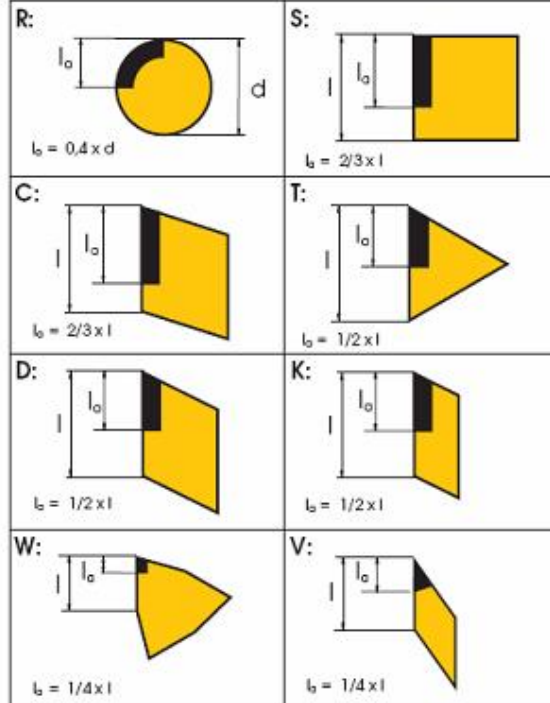
Ayar açısı $\kappa$	Kesme derinliği ( $a_p$ ) mm														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	Ucun kesici kenarının gireceği gerçek kesme boyu ( $l_0$ )mm			
90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15				
105	1,1	2,1	3,1	4,1	5,2	6,2	7,3	8,3	9,3	11	16				
120	1,2	2,3	3,5	4,7	5,8	7	8,2	9,3	11	12	18				
135	1,4	2,9	4,3	5,7	7,1	8,5	10	12	13	15	22				
150	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30				
165	4	8	12	16	20	24	27	31	35	39	58				

#### Gerçek kesme boyu:

Uç açısının , kesme kenarına büyük bir etkisi vardır. Mekanik sıkmalı her uç max. kesme derinliğinde çalışabilecek, max. bir gerçek kesme boyuna sahiptir. Yandaki tabloda, uç tipine bağlı olarak kaba tornalama işlemlerinde güvenle çalışabilecek gerçek kesme boyları ( $l_0$ ) verilmiştir.

Eğer kesme derinliği, gerçek kesme boyundan büyükse; ya daha büyük bir uç seçilmeli yada kesme derinliği azaltılmalıdır.

Ağır çalışma koşullarında daha güvenli çalışabilmek için ya daha büyük yada daha kalın uçlar seçilmelidir.



## 2.2.10. Finiş İşlemler İçin Köşe Radüs ve Pürüzlülük Değerleri

### Finiş İşlemler

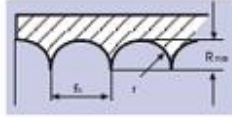
Bir iş parçasının istenen yüzey kalitesi ve toleranslarda üretilebilmesi büyük ölçüde uç radyusu ve ilerleme değerine bağlıdır.

#### Genel tavsiyeler:

- Yüzey kalitesi yüksek kesme hızı ve pozitif talaş açılı uçlar ile artırılabilir.
- Vibrasyon riski var ise daha küçük radyustu uçlar seçilmelidir.
- Kaplamasız uçlar kullanıldığında -ki kesme kenarları, kaplamalı uçlara göre daha keskindir- yüzey kalitesi artacaktır.

Aşağıdaki tablo, ilerleme ve uç radyuslarına bağlı olarak bulunan  $R_{max}$  değerlerini göstermektedir.

#### Maksimum yüzey pürüzlülüğü değerinin teorik hesabı ( $R_{max}$ )

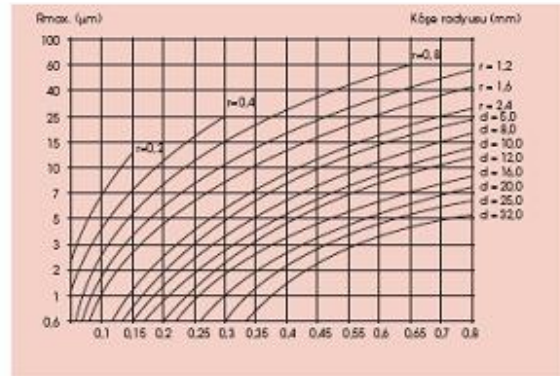


$R_{max}$  = Yüzey pürüzlülüğü  
 $r$  = Köşe radyusu (mm)  
 $f_n$  = İlerleme (mm/dev)

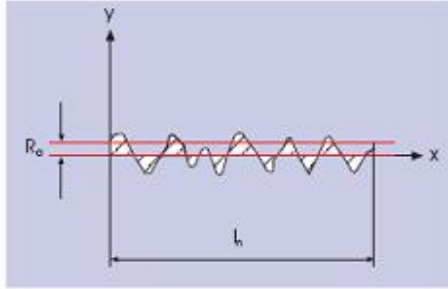
$$R_{max} = \frac{f_n^2}{8r} \cdot 1000 \text{ (}\mu\text{m)}$$

İlerleme:

$$f_n = \sqrt{\frac{R_{max} \times 8r}{1000}}$$



#### Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü ( $R_a$ )



#### Prosedür:

Dönüşüm tablosundan uygun  $R_{max}$  değerine ait ilerleme ve uç radyusu değeri bulunur.

Bu tablo farklı ölçüm sistemlerine göre hazırlanmıştır.  $R_{max}$  ve  $R_a$  arasındaki bağlantının matematiksel hesabı için kullanılamaz.

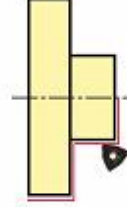
$R_{max}$ $\mu\text{m}$	$R_a = \text{CLA} = \text{AA}$ $\mu\text{m}$	$\mu\text{inch}$	RMS $\mu\text{m}$	$\mu\text{inch}$	Yüzey pürüzlülüğü değeri
1,6	0,30	11,8	0,33	13,1	
1,8	0,35	13,8	0,39	15,3	
2,0	0,40	15,7	0,44	17,4	N5
2,2	0,44	17,5	0,49	19,4	
2,4	0,49	19,2	0,54	21,3	
2,6	0,53	20,8	0,59	23,1	
2,8	0,58	22,7	0,64	25,2	
3,0	0,63	24,6	0,70	27,3	
3,5	0,71	27,8	0,79	30,9	
4,0	0,80	31,4	0,89	34,8	N6
4,5	0,90	35,2	1,0	39,1	
5,0	0,99	38,8	1,1	43,1	
6,0	1,2	47,2	1,3	52,4	
7,0	1,4	55,1	1,5	61,2	
8,0	1,6	63,0	1,8	70,0	N7
9,0	1,8	71	2,0	78,8	
10,0	2,0	97	2,2	87,7	
15,0	3,2	126	3,10	140	N8
20,0	4,4	173	4,9	192	
25,0	5,8	238	6,4	264	
27,0	6,3	247	7,0	274	N9
30,0	7,4	292	8,2	324	
35,0	8,8	346	9,8	384	
40,0	10,7	422	11,9	468	
45,0	12,5	485	13,9	538	N10
50,0	14,0	552	15,5	613	

## 2.2.11. İş Parçası İşleme İçin Kesici Uç Seçimi Örnekleri

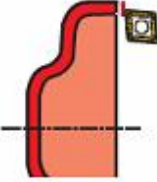
### İşleme Örnekleri



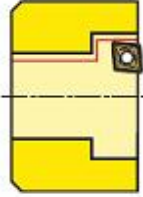
İş parçası :	Vidalı mil
Malzeme :	42CrMo4
İşleme durumu :	Sulu
Takım :	PCLNR 3225P12
Sert metal uç :	CNMG 120408-BM
Böhler kalite :	LC215B
Kesme değerleri :	$v_c = 200$ m/dak. $a_p = 4$ mm $f_n = 0,35$ mm/dev.



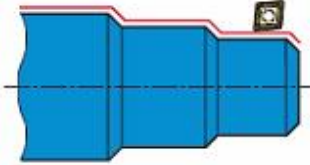
İş parçası :	Flanş
Malzeme :	X8CrNITI
İşleme durumu :	Sulu
Takım :	PWLNr 2525M08
Sert metal uç :	WNMG 080408-BM
Böhler kalite :	R331
Kesme değerleri :	$v_c = 160$ m/dak. $a_p = 2,5$ mm $f_n = 0,30$ mm/dev.



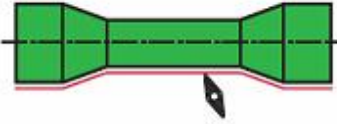
İş parçası :	Pompa kapağı
Malzeme :	GG30
İşleme durumu :	Sulu
Takım :	PCLNR 3225P12
Sert metal uç :	CNMG 120412-BMR
Böhler kalite :	LC215B
Kesme değerleri :	$v_c = 250$ m/dak. $a_p = 5$ mm $f_n = 0,30$ mm/dev.



İş parçası :	Burç
Malzeme :	X6CrNiMo17122 (1.4571)
İşleme durumu :	Sulu
Takım :	A25R-PCLNL12
Sert metal uç :	CNMG 120404-BFM
Böhler kalite :	R645
Kesme değerleri :	$v_c = 120$ m/dak. $a_p = 1$ mm $f_n = 0,15$ mm/dev.









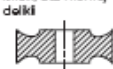





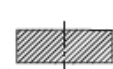





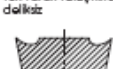











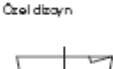







İş parçası :	Aks kovani
Malzeme :	24Mn5V
İşleme durumu :	Sulu
Takım :	PCLNL 3232P16
Sert metal uç :	CNMG 160612-BMR
Böhler kalite :	LC215B
Kesme değerleri :	$v_c = 180$ m/dak. $a_p = 4,5$ mm $f_n = 0,50$ mm/dev.



İş parçası :	Teleskopik dürbün kasası
Malzeme :	AlCuBiPb
İşleme durumu :	Kuru
Takım :	SVJCR 2525M16
Sert metal uç :	VCGT 160404-270
Böhler kalite :	R2414
Kesme değerleri :	$v_c = 900$ m/dak. $a_p = 2$ mm $f_n = 0,25$ mm/dev.

## 2.2.12. CNC Frezeleme İçin ISO Kodlama Sistemi

ISO - Kodlama Sistemi																																																																																																																															
S	P	K	N	12																																																																																																																											
Uç şekli	Serbest açı	Toleranslar	Uç tipi	Kesici kenar boyu																																																																																																																											
A		<p>Tolerans limitleri</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>m</th> <th>s</th> <th>d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>±0.005<sup>1)</sup></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<sup>1)</sup></td> <td>±0.025</td> <td>±0.13</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<sup>1)</sup></td> <td>±0.025</td> <td>f<sub>max</sub>0.05 f<sub>o</sub>±0.15</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>±0.013<sup>1)</sup></td> <td>±0.025</td> <td>f<sub>max</sub>0.05 f<sub>o</sub>±0.15</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>±0.025</td> <td>±0.025</td> <td>f<sub>max</sub>0.05 f<sub>o</sub>±0.15</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>v<sub>max</sub>0.08 b<sub>1</sub>±0.20</td> <td>±0.13</td> <td>f<sub>max</sub>0.05 f<sub>o</sub>±0.15</td> </tr> <tr> <td>U</td> <td>v<sub>max</sub>0.13 b<sub>1</sub>±0.38</td> <td>±0.13</td> <td>f<sub>max</sub>0.08 f<sub>o</sub>±0.25</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>d</th> <th>m</th> <th>d</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">M</td> <td>6.35</td> <td>±0.08</td> <td>±0.05</td> </tr> <tr> <td>9.52</td> <td>±0.08</td> <td>±0.05</td> </tr> <tr> <td>12.7</td> <td>±0.13</td> <td>±0.08</td> </tr> <tr> <td>15.88</td> <td>±0.15</td> <td>±0.10</td> </tr> <tr> <td>19.05</td> <td>±0.15</td> <td>±0.10</td> </tr> <tr> <td>25.4</td> <td>±0.18</td> <td>±0.13</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">U</td> <td>6.35</td> <td>±0.13</td> <td>±0.08</td> </tr> <tr> <td>9.52</td> <td>±0.13</td> <td>±0.08</td> </tr> <tr> <td>12.7</td> <td>±0.20</td> <td>±0.13</td> </tr> <tr> <td>15.88</td> <td>±0.27</td> <td>±0.18</td> </tr> <tr> <td>19.05</td> <td>±0.27</td> <td>±0.18</td> </tr> <tr> <td>25.4</td> <td>±0.38</td> <td>±0.25</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kenar sayısı tek sayı olan mekanik skımalı uçlarda</p>  <p>Kenar sayısı çift sayı olan mekanik skımalı uçlarda</p> <p>3) Genellikle bilinen mekanik skımalı uçlara uygulanır.</p>		m	s	d	A	±0.005 <sup>1)</sup>	±0.025	±0.025	C	±0.013	±0.025	±0.025	E	±0.025	±0.025	±0.025	F	±0.005 <sup>1)</sup>	±0.025	±0.13	G	±0.025	±0.13	±0.025	H	±0.013	±0.025	±0.013	J	±0.005 <sup>1)</sup>	±0.025	f <sub>max</sub> 0.05 f <sub>o</sub> ±0.15	K	±0.013 <sup>1)</sup>	±0.025	f <sub>max</sub> 0.05 f <sub>o</sub> ±0.15	L	±0.025	±0.025	f <sub>max</sub> 0.05 f <sub>o</sub> ±0.15	M	v <sub>max</sub> 0.08 b <sub>1</sub> ±0.20	±0.13	f <sub>max</sub> 0.05 f <sub>o</sub> ±0.15	U	v <sub>max</sub> 0.13 b <sub>1</sub> ±0.38	±0.13	f <sub>max</sub> 0.08 f <sub>o</sub> ±0.25		d	m	d	M	6.35	±0.08	±0.05	9.52	±0.08	±0.05	12.7	±0.13	±0.08	15.88	±0.15	±0.10	19.05	±0.15	±0.10	25.4	±0.18	±0.13	U	6.35	±0.13	±0.08	9.52	±0.13	±0.08	12.7	±0.20	±0.13	15.88	±0.27	±0.18	19.05	±0.27	±0.18	25.4	±0.38	±0.25	<p>Talaş kinise, düz montaj delikli</p> <p>A</p>	<p><b>Eğkenar Mekanik Skımalı Uçlar</b></p> <p>Eğkenar - Eğaçılı ve Eğkenar - Farklı açılı mekanik skımalı uçlar için, kenar uzunluğunun ölçüsü karakteristik olarak mm. cinsinden verilir. Ondalık noktasının ardındaki sayılar hesaba katılmaz, örneğin kenar uzunluğu l = 16.5 mm. (16 karakteristik sayı) TPGN 160304</p> <p>Uç boyutunun karakteristik sayı tek basamaklı olduğunda, önüne bir 0 konur. Örneğin kenar uzunluğu l = 9.525 mm. (09 karakteristik sayı) SNGN 090304</p> <p><b>Dairesel Mekanik Skımalı Uçlar</b></p> <p>Bu uçlar için, karakteristik sayı olarak çap ölçüsü mm. cinsinden verilir.</p> <p><b>Farklı Kenarlı Mekanik Skımalı Uçlar</b></p> <p>Farklı kenarlı - Eğaçılı ve Farklı kenarlı - Farklı açılı uçlar için ana kesme kenarı, örneğin daha uzun süre kesen kenar, her zaman karakteristik sayı olarak verilir. Bu uçlarda diğdünö sembol her zaman 'X' dir.</p> <p><b>Örnekler</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>06</td> <td>± l =</td> <td>6.350 mm</td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>± l =</td> <td>9.525 mm</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>± l =</td> <td>11.000 mm</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>± l =</td> <td>12.700 mm</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>± l =</td> <td>15.880 mm</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>± l =</td> <td>16.000 mm</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>± l =</td> <td>19.050 mm</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>± l =</td> <td>22.000 mm</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>± l =</td> <td>25.400 mm</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>± l =</td> <td>27.000 mm</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>± l =</td> <td>33.000 mm</td> </tr> </tbody> </table>	06	± l =	6.350 mm	09	± l =	9.525 mm	11	± l =	11.000 mm	12	± l =	12.700 mm	15	± l =	15.880 mm	16	± l =	16.000 mm	19	± l =	19.050 mm	22	± l =	22.000 mm	25	± l =	25.400 mm	27	± l =	27.000 mm	33	± l =	33.000 mm
	m		s	d																																																																																																																											
A	±0.005 <sup>1)</sup>		±0.025	±0.025																																																																																																																											
C	±0.013		±0.025	±0.025																																																																																																																											
E	±0.025		±0.025	±0.025																																																																																																																											
F	±0.005 <sup>1)</sup>		±0.025	±0.13																																																																																																																											
G	±0.025		±0.13	±0.025																																																																																																																											
H	±0.013		±0.025	±0.013																																																																																																																											
J	±0.005 <sup>1)</sup>		±0.025	f <sub>max</sub> 0.05 f <sub>o</sub> ±0.15																																																																																																																											
K	±0.013 <sup>1)</sup>		±0.025	f <sub>max</sub> 0.05 f <sub>o</sub> ±0.15																																																																																																																											
L	±0.025		±0.025	f <sub>max</sub> 0.05 f <sub>o</sub> ±0.15																																																																																																																											
M	v <sub>max</sub> 0.08 b <sub>1</sub> ±0.20		±0.13	f <sub>max</sub> 0.05 f <sub>o</sub> ±0.15																																																																																																																											
U	v <sub>max</sub> 0.13 b <sub>1</sub> ±0.38		±0.13	f <sub>max</sub> 0.08 f <sub>o</sub> ±0.25																																																																																																																											
	d		m	d																																																																																																																											
M	6.35		±0.08	±0.05																																																																																																																											
	9.52		±0.08	±0.05																																																																																																																											
	12.7	±0.13	±0.08																																																																																																																												
	15.88	±0.15	±0.10																																																																																																																												
	19.05	±0.15	±0.10																																																																																																																												
	25.4	±0.18	±0.13																																																																																																																												
U	6.35	±0.13	±0.08																																																																																																																												
	9.52	±0.13	±0.08																																																																																																																												
	12.7	±0.20	±0.13																																																																																																																												
	15.88	±0.27	±0.18																																																																																																																												
	19.05	±0.27	±0.18																																																																																																																												
	25.4	±0.38	±0.25																																																																																																																												
06	± l =	6.350 mm																																																																																																																													
09	± l =	9.525 mm																																																																																																																													
11	± l =	11.000 mm																																																																																																																													
12	± l =	12.700 mm																																																																																																																													
15	± l =	15.880 mm																																																																																																																													
16	± l =	16.000 mm																																																																																																																													
19	± l =	19.050 mm																																																																																																																													
22	± l =	22.000 mm																																																																																																																													
25	± l =	25.400 mm																																																																																																																													
27	± l =	27.000 mm																																																																																																																													
33	± l =	33.000 mm																																																																																																																													
B		A		<p>Kenar sayısı tek sayı olan mekanik skımalı uçlarda</p>  <p>Kenar sayısı çift sayı olan mekanik skımalı uçlarda</p> <p>3) Genellikle bilinen mekanik skımalı uçlara uygulanır.</p>	F		<p><b>Eğkenar Mekanik Skımalı Uçlar</b></p> <p>Eğkenar - Eğaçılı ve Eğkenar - Farklı açılı mekanik skımalı uçlar için, kenar uzunluğunun ölçüsü karakteristik olarak mm. cinsinden verilir. Ondalık noktasının ardındaki sayılar hesaba katılmaz, örneğin kenar uzunluğu l = 16.5 mm. (16 karakteristik sayı) TPGN 160304</p> <p>Uç boyutunun karakteristik sayı tek basamaklı olduğunda, önüne bir 0 konur. Örneğin kenar uzunluğu l = 9.525 mm. (09 karakteristik sayı) SNGN 090304</p> <p><b>Dairesel Mekanik Skımalı Uçlar</b></p> <p>Bu uçlar için, karakteristik sayı olarak çap ölçüsü mm. cinsinden verilir.</p> <p><b>Farklı Kenarlı Mekanik Skımalı Uçlar</b></p> <p>Farklı kenarlı - Eğaçılı ve Farklı kenarlı - Farklı açılı uçlar için ana kesme kenarı, örneğin daha uzun süre kesen kenar, her zaman karakteristik sayı olarak verilir. Bu uçlarda diğdünö sembol her zaman 'X' dir.</p> <p><b>Örnekler</b></p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>06</td> <td>± l =</td> <td>6.350 mm</td> </tr> <tr> <td>09</td> <td>± l =</td> <td>9.525 mm</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>± l =</td> <td>11.000 mm</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>± l =</td> <td>12.700 mm</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>± l =</td> <td>15.880 mm</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>± l =</td> <td>16.000 mm</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>± l =</td> <td>19.050 mm</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>± l =</td> <td>22.000 mm</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>± l =</td> <td>25.400 mm</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>± l =</td> <td>27.000 mm</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>± l =</td> <td>33.000 mm</td> </tr> </tbody> </table>	06	± l =	6.350 mm	09	± l =	9.525 mm	11	± l =	11.000 mm	12	± l =	12.700 mm	15	± l =	15.880 mm	16	± l =	16.000 mm	19	± l =	19.050 mm	22	± l =	22.000 mm	25	± l =	25.400 mm	27	± l =	27.000 mm	33	± l =	33.000 mm																																																																																							
06	± l =	6.350 mm																																																																																																																													
09	± l =	9.525 mm																																																																																																																													
11	± l =	11.000 mm																																																																																																																													
12	± l =	12.700 mm																																																																																																																													
15	± l =	15.880 mm																																																																																																																													
16	± l =	16.000 mm																																																																																																																													
19	± l =	19.050 mm																																																																																																																													
22	± l =	22.000 mm																																																																																																																													
25	± l =	25.400 mm																																																																																																																													
27	± l =	27.000 mm																																																																																																																													
33	± l =	33.000 mm																																																																																																																													
C		B			G																																																																																																																										
D		C			M																																																																																																																										
E		D			N																																																																																																																										
H		E			Q																																																																																																																										
K		F		R																																																																																																																											
L		G		T																																																																																																																											
M		N		U																																																																																																																											
O		P		W																																																																																																																											
P		O		X																																																																																																																											
R																																																																																																																															
S																																																																																																																															
T																																																																																																																															
V																																																																																																																															
W																																																																																																																															

	<b>03</b> Kalınlık	<b>ED</b> Köşe konfigürasyonu	<b>S</b> Kesme kenar durumu	<b>R</b> Kesme yönü																																
A		<p>Radıysu uclarda, uç köşesinin radius değeri, karakteristik gösterimin 1/10'u kadardır. Karakteristik gösterim tam sayı olarak ifade edileceği için, aradaki ondalık virgöl kaldırılır. Ö.r.=0.4 ise (karakteristik sayı 04)</p> <p>TPGN 160304 Keskin köşeli uçlarda ve yuvarlak uçlarda, uç çapı l'ne, değerinden mm. ya çevrilmişse, 00 şeklinde gösterilir. Eğer uç çapı mm. değerinde ise MD olarak gösterilir. RCMX 120300 RCMM 1203MD</p> <p>Kesme Kenar Durumuna Göre</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ayar açısının karakteristik gösterimi</th> <th>Y<sub>r</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>45°</td></tr> <tr><td>D</td><td>60°</td></tr> <tr><td>E</td><td>75°</td></tr> <tr><td>F</td><td>85°</td></tr> <tr><td>P</td><td>90°</td></tr> </tbody> </table> <p>Kesme kenarındaki serbest yüzey açısının karakteristik gösterimi</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>α<sub>r</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>3°</td></tr> <tr><td>B</td><td>5°</td></tr> <tr><td>C</td><td>7°</td></tr> <tr><td>D</td><td>15°</td></tr> <tr><td>E</td><td>20°</td></tr> <tr><td>F</td><td>25°</td></tr> <tr><td>G</td><td>30°</td></tr> <tr><td>N</td><td>0°</td></tr> <tr><td>P</td><td>11°</td></tr> </tbody> </table> <p>ZZ Özel</p> <p>Örnekler:</p> <p>00 → r = max 0,2 mm 04 → r = 0,4 mm ±0,1 08 → r = 0,8 mm ±0,1 12 → r = 1,2 mm ±0,1 16 → r = 1,6 mm ±0,1 20 → r = 2,0 mm ±0,1 24 → r = 2,4 mm ±0,1 25 → r = 2,5 mm ±0,1</p>	Ayar açısının karakteristik gösterimi	Y <sub>r</sub>	A	45°	D	60°	E	75°	F	85°	P	90°	A	α <sub>r</sub>	A	3°	B	5°	C	7°	D	15°	E	20°	F	25°	G	30°	N	0°	P	11°	<p>F Keskin kesme kenarı</p> <p>E Yuvarlatılmış kesme kenarı</p> <p>S Pahlı ve yuvarlatılmış kesme kenarı</p> <p>T Pahlı kesme kenarı</p> <p>K Çift pahlı kesme kenarı</p> <p>P Çift pahlı ve yuvarlatılmış kesme kenarı</p>	<p>L Sol kesme yönü</p> <p>N Sağ ve sol kesme yönü</p> <p>R Sağ kesme yönü</p>
Ayar açısının karakteristik gösterimi	Y <sub>r</sub>																																			
A	45°																																			
D	60°																																			
E	75°																																			
F	85°																																			
P	90°																																			
A	α <sub>r</sub>																																			
A	3°																																			
B	5°																																			
C	7°																																			
D	15°																																			
E	20°																																			
F	25°																																			
G	30°																																			
N	0°																																			
P	11°																																			
B																																				
C																																				
E																																				
D																																				
H																																				
K																																				
L																																				
M																																				
O																																				
P																																				
R																																				
S																																				
T																																				
V																																				
W																																				
	<p>Karakteristik sayı olarak ucun kalınlığı mm. cinsinden verilir. Ondalık noktanın sonrasındaki değerler hesaba katılmaz. Karakteristik sayı tek basamaklıysa önüne 0 konur. Ö.r.kalınlık =3,18mm karakteristik sayı 03 TPGN 160304</p> <p>Örnekler:</p> <p>01 → s = 1,59 mm 11 → s = 1,98 mm 02 → s = 2,38 mm 03 → s = 3,18 mm 13 → s = 3,97 mm 04 → s = 4,76 mm 05 → s = 5,56 mm 06 → s = 6,36 mm 07 → s = 7,94 mm 08 → s = 9,52 mm 12 → s = 12,70 mm</p>																																			

### 2.2.13. Değiştirilebilir Kesici Uç Seçme işlemleri

Kesici takımlar seçilirken malzeme tipi, bağlama tipi, işlenecek parça tipi, tezgâh tipi, işleme tipi vb. bir çok işlem göz önüne alınmalıdır. Günümüzde artık HSS kesici takımlar yerlerini kaplamalı değiştirilebilir uçlara terk etmektedir. Yüksek hız eliği (HSS) kesiciler daha çok klasik, mekanik tezgâhlarda ve yumuşak malzemelerin işlenmesinde kullanılmaktadır. Özellikle fabrikasyon ve büyük parti iş işlemede kaplamalı sert maden uçlar yaygın Şekilde kullanılmaktadır. Bu kesici uçlar ve takım tutucuları bir çok firma tarafından farklı biçim, özellik ve tipte üretilmektedir. Kesici uçlar işleme biçimine, tezgâha, işlenecek malzeme, kesme hızı, ilerleme, talaş kırıcı tipi, bağlama tipine, kenar uzunluklarına, kater durumuna, kesme yönüne, talaş ve boşluk alarına, uç Şekline göre farklılık göstermektedir.

Her firma ürettiği kesici uç ve takımlarına farklı kotlama sistemi verebilmektedir. Fakat aynı zamanda ISO uluslararası kodlama sistemine göre de sınıflandırma yapmaktadırlar. Değiştirilebilir kesici uç üreten firmalar ürettikleri her kesici uç ve takım tutucuları için kullanılmı özellikleri yani her tür malzeme işleme durumuna, kesme hızı ve ilerleme soğutma sıvısı, talaş derinliği, takım tutucuları vb. bilgilerin yer aldığı kataloglar ve broşürler hazırlamaktadırlar. Hazırlanan bu kataloglardan işlem durumlarına göre kesici uç takımlar seçilmelidir.

ISO standartlarına göre bazı kesici uç takım kodlama sistemleri:

- Değiştirilebilir uçlar için ISO kodlama sistemi
- Dış tornalama için ISO kodlama sistemi
- İ ap tornalama için ISO kodlama sistemi
- CNC frezeleme için ISO kodlama sistemi

#### 2.2.13.1. Değiştirilebilir Uçlar için ISO Kodlama Sistemi

Değiştirilebilir uçların kodlama sistemi 10 maddeden oluşmaktadır. Her maddede kesici uç ile ilgili bir özellik bulunmaktadır. Bu zellikler Şunlardır:

- Kesici uç Şekli ve açısı
- n boşluk açısı
- Kesici uç boyutsal toleransları
- Kesici uç tipi
- Kesici uç kenar boyu
- Kesici uç kalınlığı
- Kesici uç köşe yarıçapı
- Kesme kenar biçimi
- Kesici uç kesme yönü
- Talaş kırıcılı kesici uç geometrisi (Kesici uç üreten firmaya göre değişiklik gösterir.)

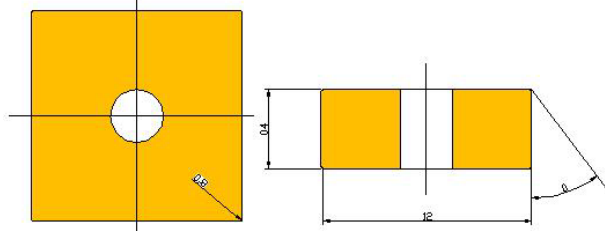
DEĞİŞTİRİLEBİLİR UÇ ISO KODLAMA ÖRNEĞİ										
SIRA NO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AÇIKLAMA	Kesici uç şekli ve açısı	Ön boşluk açısı	Kesici uç boyutsal toleranslar	Kesici uç tipi	Kesici uç kenar boyu	Kesici uç kalınlığı	Kesici uç köşe radüsü	Kesme kenar biçimi	Kesici uç kesme yönü	Talaş kırıcı kesici uç geometrisi (Kesici uç üreten firmaya göre değişiklik gösterir)
ÖRNEK	T	N	M	G	16	4	8	T	N	M

Tablo 2.1: Değişirilebilir kesici uç ISO kodlama örneği

### Örnek 1

S A M G 12 04 08 E L - M kodlamasını içeren kesici uç takımın seçimini değiştirilebilir uç kodlama kataloguna göre yapınız?

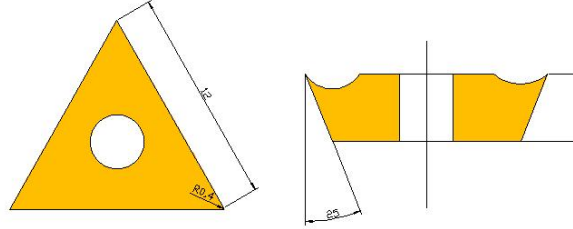
### Cevap 1



### Örnek 2

T F U G 12 06 04 F N - M kodlamasını içeren kesici uç takımın seçimini değiştirilebilir uç kodlama kataloguna göre yapınız?

### Cevap 2



## 2.2.13.2. Dış Tornalama Takımları İçin ISO Kodlama Sistemi

Dış tornalama işlemlerinde kullanılan kesici takımların (tutucuların) kodlama sistemi 10 maddeden oluşmaktadır. Her maddede kesici uç ile ilgili bir özellik bulunmaktadır. Bu özellikler şunlardır:

- Kesici uç sıkma tipi
- Kesici uç tipi
- Yanaşma açısı
- Ön boşluk açısı
- Kesme yönü
- Kesici kenar yüksekliği
- Kater gövde genişliği
- Kater gövde boyu
- Kesici kenar uzunluğu
- Üretici firma sıkma geometrisi (Kesici uç üreten firmaya göre değişiklik gösterir.)



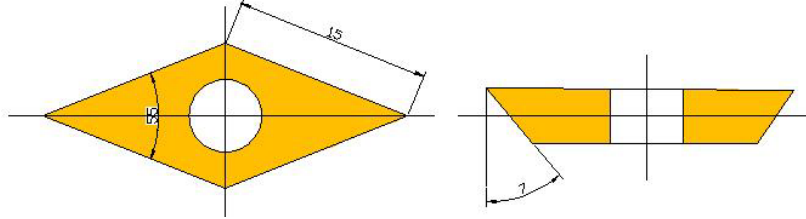
Tablo2.2: Dış tornalama için kesici takım ISO kodlama örneği

SIRA NO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACIKLAMA	Kesici uç sıkma tipi	Kesici uç tipi	Yanaşma açısı	Ön boşluk açısı	Kesme yönü	Kesici kenar yüksekliği	Kater gövde genişliği	Kater gövde boyu	Kesici kenar uzunluğu	TÜretici firma sıkma geometrisi (Kesici uç üreten firmaya göre değişiklik gösterir)
ORNEK	P	C	L	N	R	25	25	M	12	H1

### Örnek 1

M D L C R 25 25 M 15- H1 kodlamasını içeren kesici uç seçimini dış tornalama uç kodlama kataloguna göre yapınız?

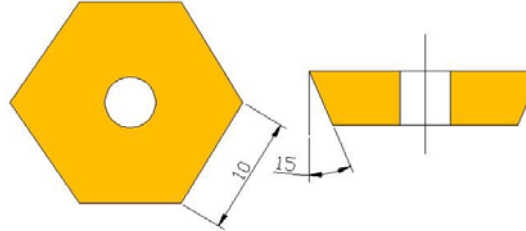
### Cevap 1



### Örnek 2

S H B D L 20 20 K 10 - H1 kodlamasını içeren kesici uç seçimini dış tornalama uç kodlama kataloguna göre yapınız?

### Cevap 2



## 2.2.13.3. İç Çap Tornalama İçin Kesici Takım ISO Kodlama Sistemi

İç çap tornalama işlemlerinde kullanılan kesici takımların (tutucuların) kodlama sistemi 10 maddeden oluşmaktadır. Her maddede kesici uç ile ilgili bir özellik bulunmaktadır. Bu özellikler şunlardır:

- Takım tutucu malzemesi
- Kater gövde çapı
- Kater gövde boyu
- Sıkma sistemi
- Uç tipi
- Yanaşma açısı
- Ön boşluk açısı
- Kesme yönü
- Kesici kenar uzunluğu

- Üretici firma sıkma geometrisi (Kesici uç üreten firmaya göre değişiklik gösterir.)

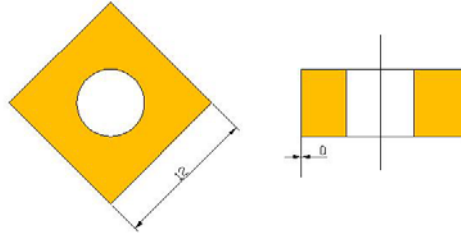
**Tablo 2.3: İç çap tornalama için kesici takım ISO kodlama örneği**

SIRA NO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AÇIKLAMA	Takım tutucu malzemesi	Kater gövde çapı	Kater gövde boyu	Sıkma sistemi	Uç tipi	Yanaşma açısı	Ön boşluk açısı	Kesme yönü	Kesici kenar uzunluğu	Üretici firma sıkma geometrisi (Kesici uç üreten firmaya göre değişiklik gösterir)
ÖRNEK	S	32	T	P	C	L	N	R	7	H1

### Örnek 1

S 40 T P C L N R 12- H4 kodlamasını içeren kesici uç seçimini iç çap tornalama uç kodlama kataloguna göre yapınız?

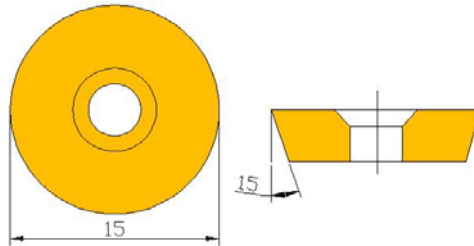
### Cevap 1



### Örnek 2

S 50 R S R G D R 15- H1 kodlamasını içeren kesici uç seçimini iç çap tornalama uç kodlama kataloguna göre yapınız?

### Cevap 2



## 2.2.13.4. CNC Frezeleme İçin ISO Kodlama Sistemi

CNC frezeleme işlemlerinde kullanılan uçların kodlama sistemi 9 maddeden oluşmaktadır. Her maddede kesici uç ile ilgili bir özellik bulunmaktadır. Bu özellikler şunlardır:

- Kesici uç şekli
- Kesici boşluk açısı
- Kesici boyutsal toleranslar
- Kesici uç tipi
- Kesici kenar boyu

- Kesici uç kalınlığı
- Kesici uç köşe yarıçapı
- Kesme kenar durumu
- Kesme yönü

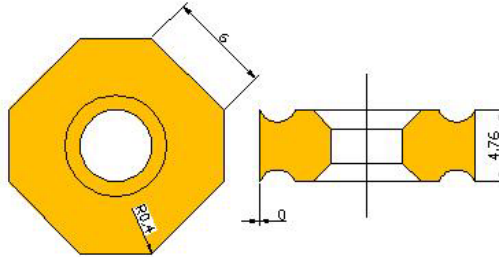
**Tablo 2.4: CNC frezeleme için kesici uç ISO kodlama örneği**

CNC FREZELEME İÇİN KESİCİ UÇ ISO KODLAMA ÖRNEĞİ									
SIRA NO:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
AÇIKLAMA	Kesici uç şekli	Kesici boşluk açısı	Kesici boyutsal toleranslar	Kesici uç tipi	Kesici kenar boyu	Kesici uç kalınlığı	Kesici uç köşe radüsü	Kesme kenar durumu	Kesme yönü
ÖRNEK	S	P	K	N	13	3	ED	S	R

### Örnek 1

H E N G 6 04 DE E N kodlamasını içeren kesici uç takımın seçimini CNC frezeleme uç kodlama kataloguna göre yapınız?

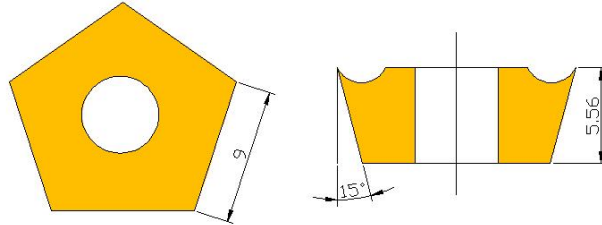
### Cevap 1



### Örnek 2

P D L R 09 05 DG F R kodlamasını içeren kesici uç takımın seçimini CNC frezeleme uç kodlama kataloguna göre yapınız?

### Cevap 2



## 2.3. CNC Tezgâhlarda Kesme Hızı ve İlerleme

### 2.3.1. Kesme Hızı

CNC tezgâhları programlarında kullanılan kesme verileri devir sayısı (S) ve ilerleme (F) dir. Ancak bu iki değerın hesaplanabilmesi için kullanılacak olan kesici takıma ait kesme

hızının öncelikle bilinmesi gerekir. Kullanılacak olan kesici takıma ait olan kesme hızı işlenecek malzemeye göre en iyi kesme hızı değerleri üretici firma kataloglarından veya kesme hızı tablolarından alınmalıdır. Kesme hızı değeri takım için hayati önem arz etmektedir. Uygun kesme değeri alınırken ilerleme değeri, talaş paso kalınlığı, soğutma sıvısı kullanımı, kesilecek olan malzemenin bileşim türü, kesici takım malzemesinin özelliği, tezgâh gücü, talaş kaldırma türü, takım talaş kırıcı vb. noktalar titizlikle göz önünde bulundurulmalıdır.

Kesme hızı, kesici takımın talaş kaldırarak iş parçası üzerinde bir dakikada metre cinsinden aldığı yoldur. Diğer bir ifade ile iş parçası üzerinde bir dakikada kaldırılan talaşın metre cinsinden uzunluğudur. Kesme hızının birimi *metre / dakika (m/dak)* dır. Kesme hızı “V” harfi ile sembolize edilmektedir.

Seçilen kesme hızına göre programa girilecek olan devir sayısı ve ilerleme değeri hesaplanır. Bazı CNC tezgâhlarında kesme hızı, devir sayısı ve ilerleme miktarı seçilen malzemenin cinsine göre tezgâh tarafından hesaplanır ve CNC programına yazılır. Bu hesaplama için gerekli olan kesici takımla ilgili olan veriler daha önceden kesici takımın kütüphanesine girilir. Daha sonra CNC tezgâha takılan kesicilere ait kesme verileri de kesici kütüphanesine ilave edilir.

### **2.3.2. Kesme Hızını Etkileyen Faktörler**

Kesme hızını etkileyen pek çok faktör olmakla birlikte en çok etkileyen sebepler aşağıda açıklanmıştır.

#### **2.3.2.1. İş Parçası Malzemesi**

Sert ve dayanımı yüksek malzemelerin işlenmesinde kırılğan ve yumuşak malzemelere oranla daha küçük kesme hızları seçilmelidir. Bunu gerektiren nedenler, tezgâhın işleme kapasitesi, kesicinin dayanıklılık ve aşınma dayanımı, metalin kesme anında gösterdiği davranıştır.

#### **2.3.2.2. Kesicinin Malzemesi**

Özel olarak imal edilmiş kesiciler (sert maden uçlar, seramikler, CBN, kaplamalı uçlar) yüksek sürat çeliği (HSS) ve karbonlu çeliklere göre çok yüksek kesme hızlarında çalışabilmektedir. Bu kesiciler kesme sırasında ortaya çıkan çok yüksek sıcaklıklara dayanabilme özelliğinin olmasıdır. Ayrıca bu kesicilerin geometrik yapısı ve talaş kırıcı olukları bu etkiyi azaltmaktadır.

#### **2.3.2.3. Soğutma Sıvısı**

Soğutma sıvısı kesici takım için hayati önem taşımaktadır. Uygun kesme sıvısının kullanılması kesme şartlarını iyileştirmektedir. Soğutma sıvısının görevi kesme işlemi sırasında kesici takım kesme yaparken ortaya çıkan sıcaklığı azaltmak ve takımın aşırı ısınmasını önlemektir. Soğutma sıvısı ayrıca talaş ve pislikleri kesme bölgesinden

uzaklaştırır, takımı-iş-i-talaşı soğutur, takımı ve iş parçasını korozyona karşı korur. Soğutma sıvısı özellikle sert maden uçlar, seramikler, CBN, kaplamalı uçlar ile yapılan işlemlerde mutlaka kullanılmalıdır. Çünkü bu kesiciler bazı işleme malzemeleri hariç çok çabuk yüksek kesme hızlarında çalışıklarından çabucak ısınacak ve kesme özeliğini kaybedecektir.

#### **2.3.2.4. Kullanılan Tezgâhın Durumu**

Kullanılan tezgâhın eski ve yeni olması, klasik mekanik veya CNC tipli olması, kızaklarının boşluklu olması kesme hızı seçimini etkilemektedir. İyi bağlanmamış bir takım ve aşınmış tezgâh kızakları titreşimin oluşmasına ve iyi ve yüksek kesme hızında çalışmayı etkilemektedir. Yüzey pürüzlülük kalitesi, ölüsel tolerans ve aşırı ısınan kesici, soğutma sıvısı kullanılmaması yüksek kesme hızlarının seçilmesini önler.

#### **2.3.2.5. Kaldırılacak Talaş Miktarı**

Genel olarak düşük ilerleme az talaş pasosu için yüksek kesme hızı tercih edilmektedir. Kaba talaş işleminde ise teorik olarak bunun tersi uygulanmaktadır. Özellikle yüksek talaş pasosu ve ilerleme sert maden uçlar, seramikler, CBN, kaplamalı uçlar için kullanılmaktadır. Bu kesiciler uygun şartlar sağlandığında çok iyi talaş kaldırmaktadırlar. Yüksek sürat çeliği (HSS) kesiciler ile daha düşük ilerleme ve az talaş derinliği verilmelidir.

#### **2.3.2.6. Tezgâh Gücü**

Modern kaplamalı kesicilerle ve yeni sistem CNC tezgâhlarla maksimum kesme hızı ve ilerleme verilebilmektedir. Özellikle sanayi tipli CNC tezgâhların motor gücü eğitim amaçlı kullanılan küçük CNC tezgâhlarından yüksektir. Klasik tezgâhlarda fazla talaş verilmesi durumunda torna kayış ve volan sistemi kesme kuvveti yükünü kaldıramadığı için torna aynası kilitlenerek dönmeyecektir.

#### **2.3.2.7. İlerleme Miktarı**

Verimlilik yönünden ilerleme miktarının mümkün olan oranda yüksek tutulması gerekir. Makine parçalarının işlenmesinde ilerleme miktarı aşağıdaki nedenlere bağlı olarak sınırlandırılmıştır. İlerleme miktarını etkileyen sebepler kısaca şu şekildedir:

- Gücü azaltmak
- İş parçası ve kesici kalemin açısal ve doğrusal hassasiyetlerinin korunmasını sağlamak.
- İyi kalitede yüzey pürüzlülüğü elde etmek
- Kesici kalemin aşınmasını azaltmak ve takım ömrünü uzatmak
- Tezgâh kızak ve bağlama aparatlarının titreşimlerini en aza indirmek
- Kesici ucun talaş kaldırma özelliğinin korunmasını sağlamak
- Kesme hızı veya ilerleme miktarından birinin artırılması gerekirse ilerlemenin seçilmesi en uygun olanıdır.

### **2.3.3. İlerleme**

İlerleme, iş parçasının bir devrinde yani kendi eksenini etrafında bir defa dönmesinde kalemin aldığı yoldur. İlerleme, işleme zamanının ve yüzey kalitesinin belirlenmesi yönünden önemlidir. İlerleme miktarının %50 artırılması takım ömrünü %50 oranında azaltmaktadır.

### **2.3.4. İlerleme Miktarını Etkileyen Sebepler**

#### **2.3.4.1. Talaş Derinliği**

Kaba talaş vermede büyük, ince talaş vermede ise küçük ilerleme verilmektedir. Küçük ilerleme yüzey kalitesinin iyi çıkmasını sağlar.

#### **2.3.4.2. Kesilecek Malzeme Cinsi**

Yumuşak malzemelere çok, sert malzemelere ise az ilerleme verilmelidir. İşlenecek parçanın bağlama durumu ve biçimi ilerlemeyi etkilemektedir. Uzun parçalarda az ilerleme verilmelidir.

#### **2.3.4.3. Kesici Malzeme Cinsi**

Kesici malzeme cinsi ilerlemede önemli bir noktayı tutmaktadır. Özellikle sert maden uçlar, seramikler, CBN, kaplamalı uçlar yüksek ilerlemede çalışabilmektedir. Ancak yüksek hız çeliği (HSS) kesicilerde yüksek ilerleme kullanılmamalıdır.

#### **2.3.4.4. Kesme Hızı**

İlerleme hızı kesme hızına bağlıdır. Genelde kesme hızı arttıkça ilerleme hızı da artırılmalıdır. Özellikle yüksek ilerleme sert maden uçlar, seramikler, CBN, kaplamalı uçlar için kullanılmaktadır. Bu kesiciler uygun şartlar sağlandığında çok iyi talaş kaldırmaktadırlar. Yüksek sürat çeliği (HSS) kesiciler ile daha düşük ilerleme ve az talaş derinliği verilmelidir.

#### **2.3.4.5. Tezgâhın Gücü ve Kapasitesi**

Kullanılan tezgâhın gücüne bağlı olarak kesici kalem, soğutma sıvısı vs. gibi diğer şartlar yerine getirildiğinde ilerleme miktarı artırılabilir.

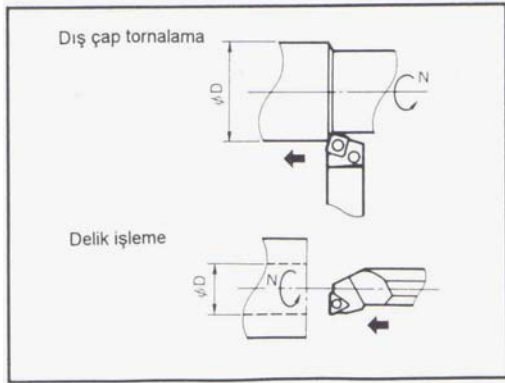
### **2.3.5. Torna Tezgâhında Kesme Hızı ve İlerleme Hesabı**

CNC torna tezgâhlarında kullanılan kesicilere ait kesme hızı seçildikten sonra seçilen bu değer, tezgâha/programa girilecek olan devir sayısının (S) ve (F) hızının hesaplanmasında kullanılır. Kesme hızı hesaplamalarında kullanılacak olan formül ve bağıntılar aşağıdaki gibidir.

TORNALAMA İŞLEMİNDE BAZI MALZEMELERİN KEZME HIZLARI		
İş Malzemesi	Kesme Hızı (m/dak)	
	HSS kesici Takım	Sert Maden Uç
Aliminyum alaşımlar	180-240	300-420
Magnezyum alaşımlar	240	600
Bakır alaşımları	30-120	60-300
Çelikler	30-60	60-180
Paslanmaz çelikler	9-30	60-120
Yüksek sıcaklık alaşımları	3-6	9-18
Titanyum alaşımları	9-60	30-120
Dökme demirler	9-30	30-120
Termoplastikler	90-120	120-180
Termoset plastikler	60-120	60-120

Tablo 2.5: Tornalama işleminde bazı malzemelerin kesme hızları

### 2.3.5.1. Kesme Hızı Hesabı



V= Kesme hızı (m/dak)  
N= Devir sayısı (dev/dak)  
D= İş parçası çapı (mm)

$$N = \frac{1000.V}{\pi.D}$$

$$V = \frac{\pi.D.N}{1000}$$

Şekil 2.10: Kesme hızı hesabı

#### Örnek 1

150 mm çapında ve 750 dev/dak. devir sayısında işlenen bir iş parçasının kesme hızı ne kadar olmalıdır.

V= ?

N= 750 dev/dak

D= 150 mm

π= 3.14

$$V = \frac{\pi .D .N}{1000} \quad V = \frac{3.14 \times 150 \times 750}{1000} = 353 ,25 = 354 \text{ m / dak}$$

### Örnek 2

Çapı 75 mm olan paslanmaz çelik malzeme sert maden uçla 100 m/dak kesme hızında işlenecektir. Tezgâha verilecek olan devir sayısını hesaplayınız?

$$N=?$$

$$D= 75 \text{ mm}$$

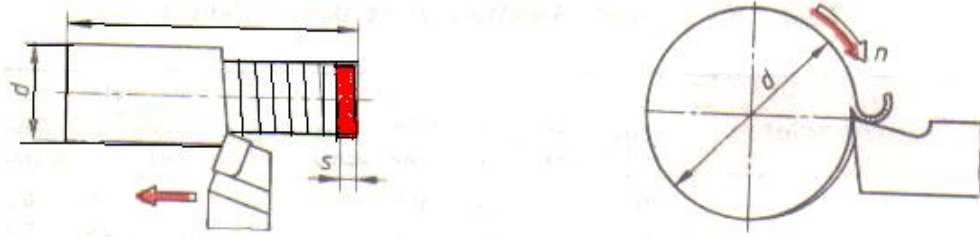
$$V= 100 \text{ m/dak}$$

$$\pi= 3.14$$

$$N = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 100}{3.14 \cdot 75} = 424.63 = 425 \text{ dev / dak}$$

### 2.3.5.2. İlerleme Hızı Hesabı



Şekil 2.11: İlerleme hızı hesabı

F= Programa verilen ilerleme(mm/dak)

s= katalog ilerleme miktarı (mm/dev)

N= Devir sayısı (dev/dak)

$$F = s \cdot N$$

### Örnek 1

Çapı 50 mm olan bir iş parçası kesme hızı 200 m/dak. olan sert maden uçla 0.15 mm/dev ilerleme ile işlenecektir. CNC tezgâha verilecek ilerleme hızını mm/dak. cinsinden hesaplayınız.

$$V= 200 \text{ m/dak.}$$

$$D= 50 \text{ mm}$$

$$s= 0.15 \text{ mm/dev}$$

$$F=?$$

$$N = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 200}{3.14 \cdot 50} = 1273.88 = 1274 \text{ dev / dak}$$

$$F = s \cdot N$$

$$F = 0.15 \cdot 1274 = 191.1 \text{ mm / dak}$$



### Örnek 2

Çapı 25 mm olan dökme demir malzeme, kesme hızı 70 m/dak. olan sert maden uçla 0.2 mm/dev işlenecektir. CNC torna tezgâhına verilecek ilerleme hızını mm/dak. cinsinden hesaplayınız.

$$V = 70 \text{ m/dak.}$$

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$s = 0.20 \text{ mm/dev}$$

$$F = ?$$

$$N = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 70}{3.14 \cdot 25} = 891.72 = 892 \text{ dev / dak}$$

$$F = s \cdot N$$

$$F = 0.20 \cdot 892 = 178.4 \text{ mm / dak}$$

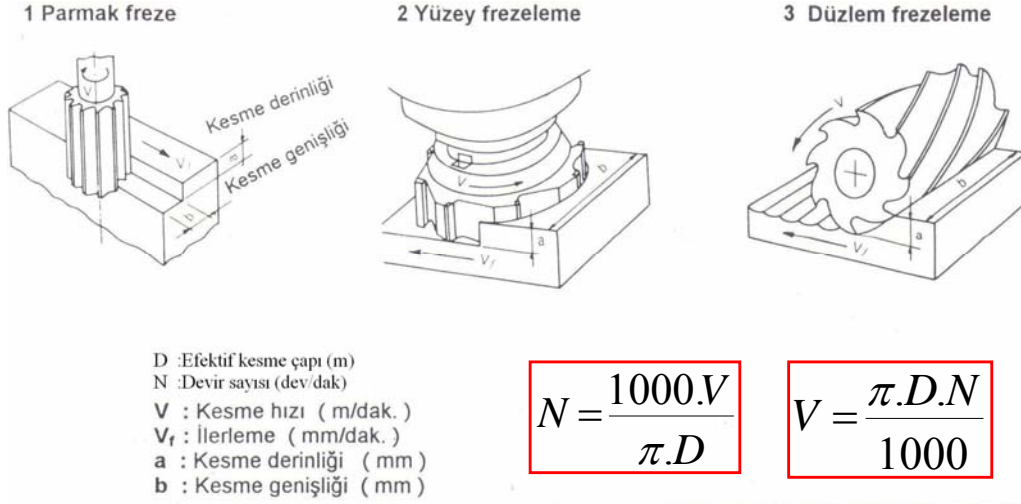
### 2.3.6. CNC Freze Tezgâhında Kesme Hızı ve İlerleme

CNC tezgâhlarında kullanılan kesicilere ait kesme hızı kullanılan kesici takım katalogundan veya tablodan alınarak seçilir ve buna göre devir sayısı hesaplanır. CNC tezgâhlarda kullanılan kesiciler çok ağızlı kesicilerdir. CNC tezgâhlarda kullanılan kesiciler çok ağızlı olduğundan dolayı ilerleme değeri her diş için verilmektedir ve ilerleme mm/diş şeklinde tablolarda yer almaktadır. Kataloglardan işlenecek malzeme ve kesiciye göre alınan ilerleme değeri kesici diş sayısı ile çarpılıp bir devirdeki ilerleme hızı bulunmaktadır. Bulunan bu değer hesaplanan devir sayısı ile çarpılarak mm/dak. cinsinden ilerleme hızı bulunur ve programa girilir.

Tablo 2.6: Frezeleme işleminde bazı malzemelerin kesme hızları

FREZELEME İŞLEMİNDE BAZI MALZEMELERİN KEZME HIZLARI		
İşlenecek Malzeme	Kesme Hızı (m/dak)	
	HSS Kesici Takım	Sert Maden Uç
Alüminyum alaşımlar	90-360	600
Magnezyum alaşımlar	180-300	720
Bakır alaşımları	18-90	90-420
Çelikler	6-42	30-240
Alaşımlı çelikler	12-60	60-120
Yüksek sıcaklık alaşımları	3-6	12-18
Titanyum	6-60	30-120
Dökme demir	12-36	30-120

### 2.3.6.1. Kesme Hızı Hesabı



Şekil 2.12: Kesme hızı hesabı

#### Örnek 1

CNC tezgâhında çapı 30 mm olan sert maden uçlu çakı ile alaşımli çelik malzeme işlenecektir. Kesme hızı 100 m/ dak. olarak alındığında gerekli devir sayısını hesaplayınız.

$$V = 100$$

$$N = ? \text{ dev/dak}$$

$$D = 30 \text{ mm}$$

$$N = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 100}{3.14 \cdot 30} = 1061.51 = 1062 \text{ dev / dak}$$

#### Örnek 2

CNC freze tezgâhında çapı 50 mm olan sert maden uçlu kesici ile yumuşak çelik parça işlenecektir. Devir sayısı 1250 dev/dak. olarak alındığında tezgâha verilecek kesme hızını hesaplayınız.

$$V = ?$$

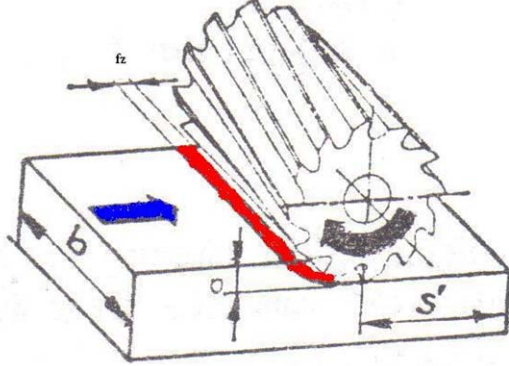
$$N = 1250 \text{ dev/dak}$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000}$$

$$V = \frac{3.14 \cdot 50 \cdot 1250}{1000} = 196.25 = 197 \text{ m / dak}$$

### 2.3.6.2. İlerleme Hızı Hesabı



$$V_f = f_z \cdot z \cdot N$$

$V_f$  = İlerleme miktarı (mm/dak)       $f_z$  = Bir dişin ilerlemesi (mm/diş)  
 $N$  = Devir sayısı (dev/dak)       $z$  = Kesici diş sayısı (adet)  
 $V$  = Kesme hızı (m/dak)       $D$  = Efektif kesme çapı (mm)

Şekil 2.13: İlerleme hızı

#### Örnek 1

Çevresinde 8 adet kesici diş bulunan 30 mm çaplı helisel silindirik bir freze çakısı ile orta sert alaşımlı çelik işlenecektir. Diş başına ilerleme miktarı 0.1524 mm/diş, tezgâh devir sayısı da 600 dev/dak olduğuna göre freze tablasına verilecek ilerlemeyi bulunuz.

$V_f = ?$

$f_z = 0.1524$

$N = 600$  dev/dk.

$z = 8$  adet

$$V_f = f_z \cdot z \cdot N \quad V_f = 0.1524 \times 8 \times 600 = 736,32 \text{ mm / dak}$$

#### Örnek 2

CNC tezgâhında kullanılacak kesicinin çapı 25 mm, kesici takma uç sayısı 6, ilerleme hızı 0.1 mm/uç (mm/diş) ve devir sayısı da 1500 dev/dak dır. CNC tezgâha verilecek olan ilerleme miktarını bulunuz?

$V_f = ?$

$f_z = 0,1$  mm/uç

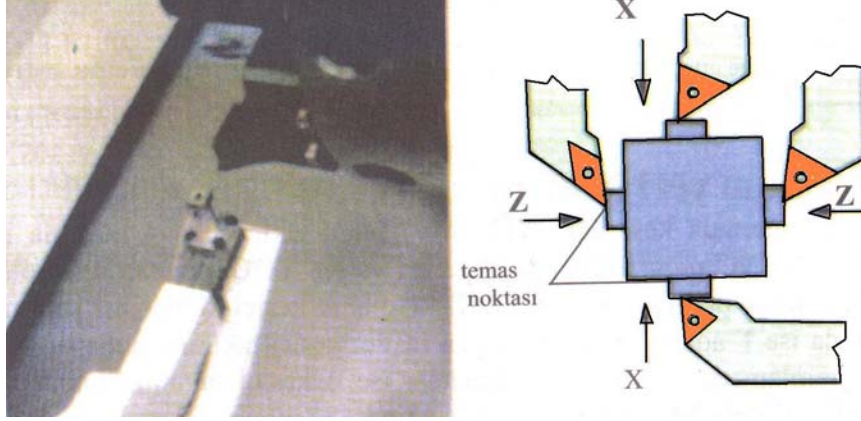
$N = 1500$  dev/dk.

$z = 6$  adet

$D = 25$  mm

$$V_f = f_z \cdot z \cdot N \quad V_f = 0.1 \times 6 \times 1500 = 900 \text{ mm / dak}$$

## 2.4. Takım Ön Ayarı ve Ölçülmesi



Şekil 2.14: Takım ayarı ölçümü

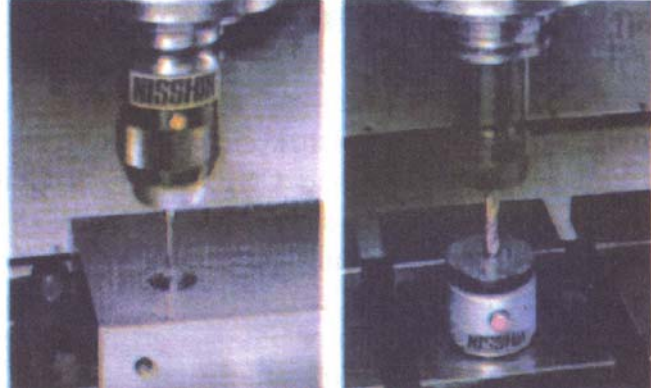
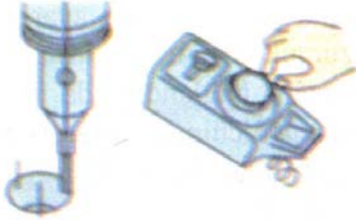
Bir iş parçası üretilirken birden fazla kesici takım kullanılmaktadır. CNC tezgâhlarda kullanılan kesicilerin tezgâh taretindeki ve katerlerdeki uzunlukları, çapı, ölçüsü, boyu vb. özellikleri farklıdır. Takım aşınmadan dolayı değiştirilmelerinde, takımın iş parçası işlerken kırılması durumunda takım uç kısımlarında ölçü kayması olacaktır. Takımın uç noktasının iş parçasını işleme koordinatına getirilmesine takım ölçülmesi veya takım ayarı denilmektedir. Bu işlem CNC tezgâhlarında en çok kullanılan kesicilere göre, CNC torna tezgâhlarında ise genelde sağ yan torna kalemine göre yapılmaktadır. Kullanım ve programlamada kolaylık olması bakımından CNC tezgâhlarda genelde referans kesiciler taretteki bir (1) numaralı kısma takılmaktadır.

CNC tezgâhlarda kullanılacak olan kesicilerin ön ayar işlemi iki şekilde yapılır.

- Tezgâh üzerinde kesici takım ön ayarı (Touch Setter)
- Harici takım ön ayarı (Proset Tooling)

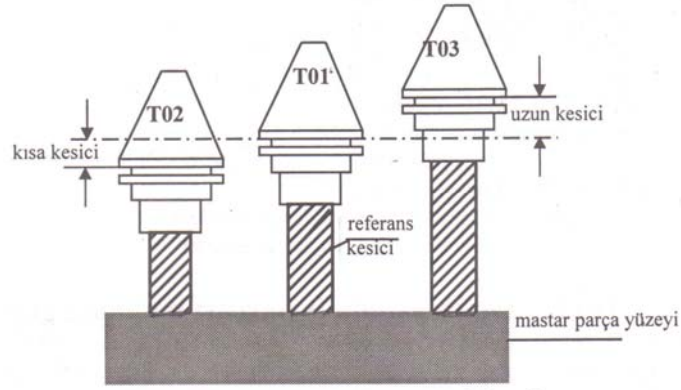
### 2.4.1. Takım Üzerinde Takım Ön Ayarı

Tezgâh üzerindeki takımların kalibrasyon işlemi ölçme kolu (touch setter) ya da özel sonda (touch probe) adı verilen elektronik bir algılayıcı yardımıyla yapılır. Ayarlanması yapılacak kesicinin uzunluğu ile ilgili bilgiler anında o kesiciye göre X ve Z eksenlerindeki uzunluk farklılıkları tezgâhın bilgisayar tarafından hesaplanır ve hafızaya kaydedilir. Proplar deliklerin, kanalların işlenmesinde, eksen kaymalarını önlemek, eksen kesişme noktasını ortalamak için kullanılmaktadır. Bu şekilde iş kalıplarına delinmiş olarak bağlanan ve ikinci defa işlemek için kullanılmaktadır. Referans kesicinin ucu sonda parçasına temas ettiğinde kesicinin uzunluğu ile ilgili veriler anında, o kesiciye ait offset (takım ayarı) sayfasına otomatik olarak kaydedilir. Aynı şekilde diğer kesicilerde sondaya temas ettirilerek uzunluk kalibrasyonları yapılır.



**Şekil 2.15: Delik ve kanalların işlenmesinde ölçme probu ile takım ayarı yapılması**

CNC tezgâhlarında ölçme kolu sonda aleti yani prob yoksa kesici ölçme ve takım uzunluk ayarı elle yapılmaktadır. Bu işlemden önce referans kesici (T01) elle hareket ettirilerek master parça yüzeyine temas ettirilir ve temas anındaki Z eksen değeri belirlenir.



**Şekil 2.16: Kesici takım ölçü farklarını belirleme**

Diğer kesiciler de ölçülerek T02, T03, T04 kesicilerde sırası ile referans kesici T01 arasındaki ölçü farkları tespit edilerek aralarındaki gerekli eksi değer (-) eklenerek ve artı değer (+) çıkarılarak bütün kesicilerin ölçü farkları eşitlenir. Bu değerler tezgâhtaki ilgili takımların offset ayarına yazılır. Böylece bütün kesicilerin ölçü farklılıkları giderilmiş olur.

## 2.4.2. Harici Takım Ön Ayarı



Şekil 2.17: Harici takım ayarı yapılması

CNC tezgâhlarında kullanılan kesicilerle ilgili kalibrasyon ve ayarlama işlemleri tezgâh üzerinde yapılabildiği gibi zamandan kazanmak amacıyla tezgâh dışında da yapılır. Bunun için kesici ön ayar (preset tooling) aparatları kullanılır. Bu aparatların kullanılmasındaki amaç CNC tezgâhındaki imalât aksatılmadan ayar işleminin yapılmasıdır. Yapılan ayar işlemi sonucunda o kesiciye ait uzunluk, çap, uç yarıçapı vb. teknik bilgiler kesici kimlik kartına işlenir. Herhangi bir kesici, tezgâha bağlandığında o kesicinin kartında bulunan tüm teknik bilgiler o kesiciye ait offset sayfasına ölçülmeden yazılarak girilir. Böylece zamandan büyük tasarruf yapılmış olur. Bu amaç için kullanılan CNC tezgâhına ait özel kesici takım ön ayar aparatı kullanılmalıdır.

## 2.5. CNC Tezgâhları Takım ve İş Parçası Bağlama Gereçleri

CNC tezgâhlarda iş parçası işlemek için bir çok bağlama gereçleri kullanılmaktadır. Bu bağlama gereçlerinin özelliği işleme özelliklerini, kesici performansını ve iş parçası yüzey kalitesi vb. özelliklere etki etmektedir. Özellikle CNC tezgâhlar çok kuvvetli, güçlü olduklarından ve büyük miktarda talaş kaldırdıklarından iş parçası bağlama gereçleri çok büyük bir önem ve iş güvenliği gerektirmektedir.

CNC tezgâhlarda kullanılan bağlama gereçleri kesici bağlama gereçleri, iş parçası bağlama gereçleri olarak iki grupta toplanmaktadır. Kullanılan kesici biçim ve özelliğine göre özel bağlama aparatları veya standart bağlama aparatları olarak da gruplandırma yapılabilmektedir.

## 2.5.1. CNC Tezgâhlarda İş Parçası Bağlama Gereçleri

- Torna aynaları
- Sıkma pens sistemleri
- Döner ve alın puntaları
- Torna mandrenleri
- Döner ve açısal tablalar
- Döner ve açısal mengeneler
- Özel bağlama aparatları (iş bağlama kalıpları)

### 2.5.1.1. Torna Aynaları

CNC tezgâhlarda iş parçalarını bağlamak için kullanılan temel bağlama aparatıdır. Klasik sistemli tornalara nazaran CNC tezgâhlarda kullanılan torna aynaları hidrolik veya pnomatik sıkma sistemi ile çalışmaktadırlar. Torna tezgâhlarında iş parçalarını kısımlar torna ayaklarıdır. Torna aynaları, 3 ayaklı torna aynaları, 4 ayaklı torna aynaları, delikli torna aynaları ve punta aynaları olmak üzere dört grupta toplanmaktadır. 3 ayaklı torna aynalarında silindirik ve altıgen kesitli parçalar işlenmektedir. 4 ayaklı torna aynaları ise yine dairesel ve dörtgen kesitli parçaların işlenmesinde kullanılmaktadır.

Delikli torna aynaları genelde eksenden kaçık olan iş parçalarını işlemek için kullanılmaktadır. Bu aynalar genelde klasik torna tezgâhlarında kullanılmaktadır. Punta aynaları ise iki punta arasında yapılan tornalama işlemlerinde kullanılmaktadır.



Şekil 2.18: Torna aynaları

CNC tezgâhlardaki torna aynaları güçlü sıkma işlemi için hidrolik veya pnomatik sistemli çalışmaktadır. Bu sistem hem iş parçasını iyi sıkma, kısa sürede otomatik sökme takma yapmak ve ayaklı otomatik kumanda sistemli çalışmaktadırlar.

### 2.5.1.2. Pensler

Silindirik parçaların seri ve hassas olarak bağlanmasında kullanılmaktadır. Genellikle CNC freze tezgâhlarında parmak frezeleri, matkapları veya silindirik saplı kesicileri bağlamak için kullanılmaktadır. CNC torna tezgâhlarında ise silindirik iş parçasının bağlanmasında kullanılmaktadır. Genellikle işlenecek iş parçasının biçimlerine göre seçilmektedir.



Şekil 2.19: Pensler

### 2.5.1.3. Döner ve Alın Puntaları

Puntalar CNC torna tezgâhlarında uzun boylu iş parçalarının tornalanmasında esnemelerini önlemek, tornalama eksenine almak ve iyi, güvenli bir kesme işlemi yapmak için kullanılmaktadır. Punta iş parçasının alın kısmına açılan destekleme yuvası ile iş parçasının aksenal özellik kazandırılması işlemidir. İş parçası puntaya alınmadan önce punta matkabı ile punta deliği delinmelidir. CNC torna tezgâhlarında punta baskısı, hidrolik veya pnömatik güç ile sağlanmaktadır.



Şekil 2.20: Punta ve punta uçları



#### 2.5.1.4. Mandrenler

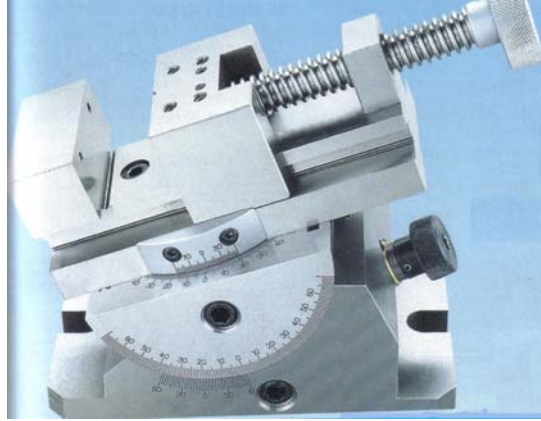
Parmak freze, matkap gibi saplı takımları tutmak için kullanılır. Konik biçimli bu mandrenler özel biçime sahiptir ve genişerek sıkma işlemi yapmaktadır.



Şekil 2.21:Torna mandrenleri

#### 2.5.1.5. Döner ve Açısal Mengener

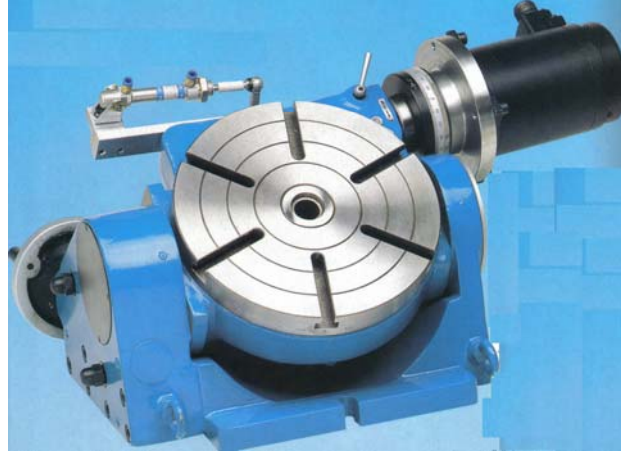
Döner ve açısal tablalar genellikle CNC freze tezgâhlarında kullanılmaktadır. Birçok işleme yüzeyine sahip açılı, kavisli yüzeylerin işlenmesinde kullanılmaktadır. Bazı iş parçalarını işleme için tabla üzerine monte edilen açılı torna aynaları da bulunmaktadır. Temel eksen üzerinde bulunmayan yüzeylerin işlenmesinde kullanılmaktadır. Frezeleme işlemleri, delik delme işlemleri, kanal açma işlemleri uygulanmaktadır.



Şekil 2.22:Açısal döner mengene

#### 2.5.1.6. Döner ve Açısal Tablalar

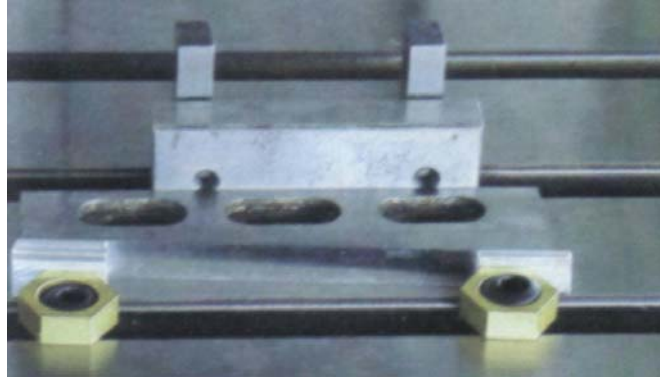
Döner ve açısal tablalar CNC frezelerde ana eksenler üzerinde olmayan iş parçalarını işlemek için kullanılmaktadır. Ayrıca işlenmesi zor olan ve tek seferde işlenmesi istenen iş parçalarının işlenmesinde büyük avantaj sağlamaktadır. Çok yüzeyli iş parçalarının işlenmesi ve ayarlarının yapılması bu tablaların üzerinde bulunan bölmeli derecelerle kolayca gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2.23: Döner tabla

### 2.5.1.7. Özel Bağlama Aparatları

Özel bağlama aparatları veya iş kalıpları da denilmektedir. Her iş için ayrı özellikte yapılmaktadır. İş parçası bağlama aparatları iş parçaları, sökme takma süresini azaltarak pratik olmasını sağlama, iyi ve emniyetli bağlama yapma, ek işlem için kolaylık sağlama gibi nedenlerden dolayı yapılmaktadır.

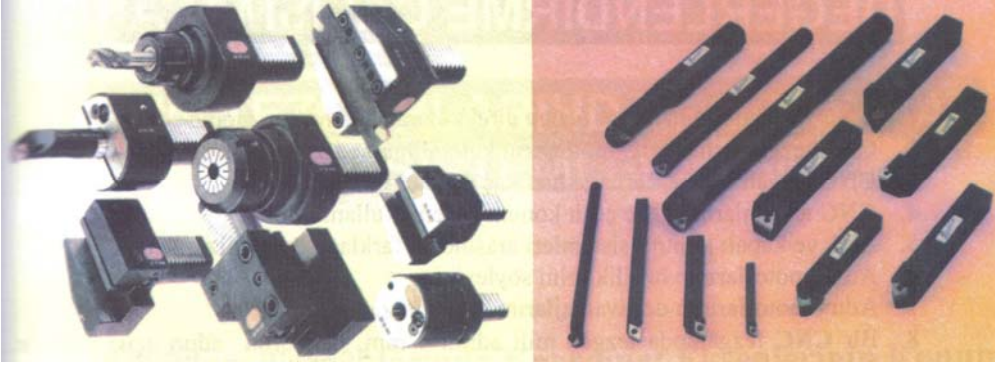


Şekil 2.24: Özel bağlama kalıbı

### 2.5.2. CNC Tezgâhlarda Kullanılan Kesici Bağlama Aparatları

#### 2.5.2.1. CNC Torna Tezgâhlarında Kullanılan Kesici Bağlama Aparatları

CNC torna tezgâhlarında her tezgâh için standart kesici takım bağlama sistemleri yani takım tutucular kullanılmaktadır. Takım tutucular işlenecek iş parçasına göre kesici uç seçilirken belirlenmektedir. Hem CNC freze hem de CNC torna tezgâhları için standart takım tutucu seçme katalogları oluşturulmuştur. Takım tutucular, temel tornalama işlemleri olan iç dış çap, kanal açma, iç ve dış vida çekme, delik tornalama, kanal açma, profil işleme, kesme yapma vb. işlemleri de kullanılmaktadır.

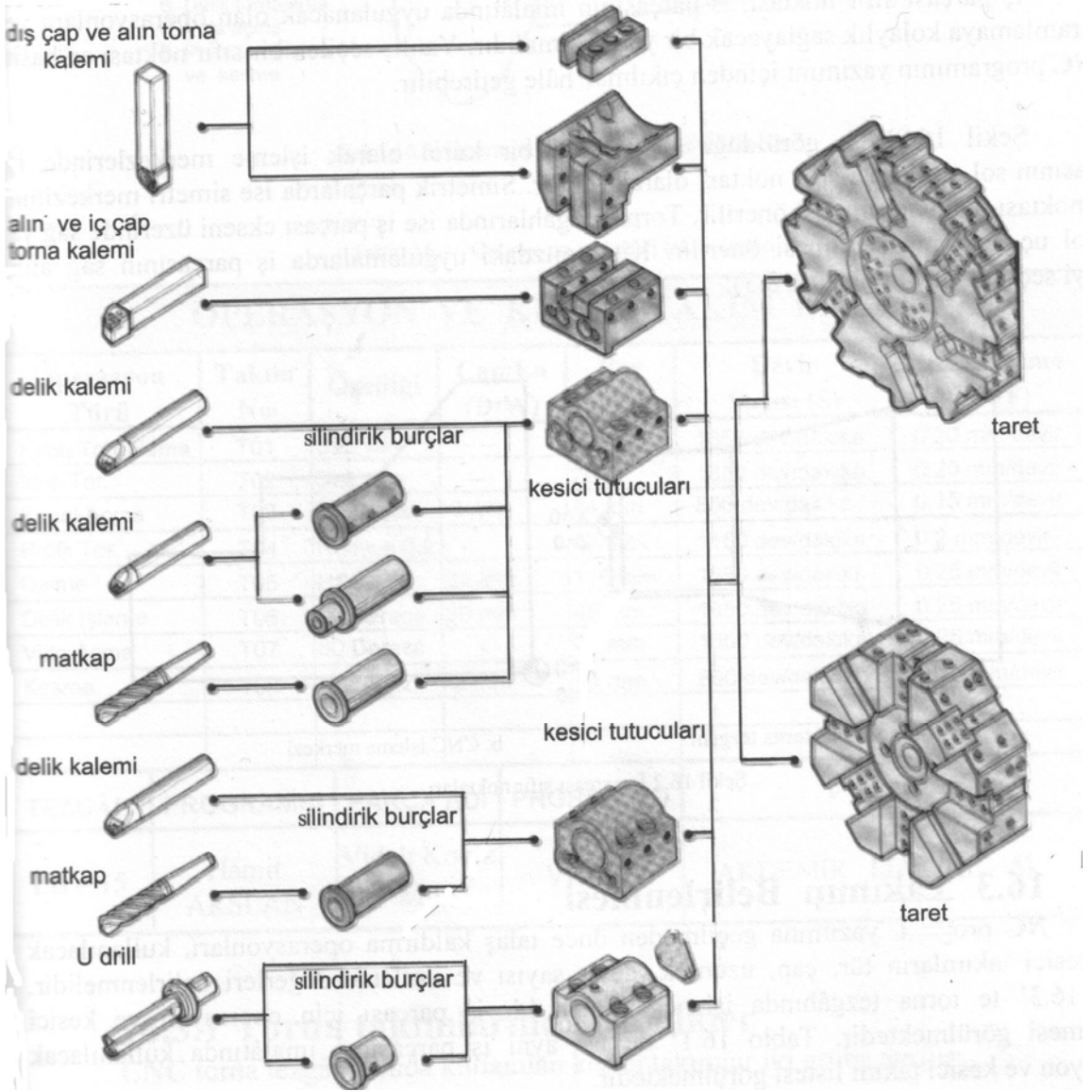


**Şekil 2.25: CNC torna kesici takım tutucuları**

Her işlem için takım tutucu imalatı yapan çeşitli firmalar bulunmaktadır. Bu firmalar imalatlarını standartlara uygun hazırlamaktadırlar. Bağlanacak kesiciye göre uygun takım tutucular standart olup tezgâh taretlerine uyum sağlamaktadır. İyi, güvenilir ve sağlam bağlama için tezgâh üretici firmanın önerdiği veya takım tutucu üreten firmaların önerdiği takım tutucuları seçilmelidir.

CNC torna tezgâhında kullanılan temel takım tutucular şunlardır:

- Katerler
- Mors konik kovani
- Takım (kesici uç) tutma pabuçları
- Taret bağlama tutucuları
- Silindirik burçlar



Şekil 2.26: CNC torna tezgâhı kesici takım bağlama şekli

### 2.5.2.2. CNC Freze Tezgâhlarında Kullanılan Kesici Takım Bağlama Aparatları

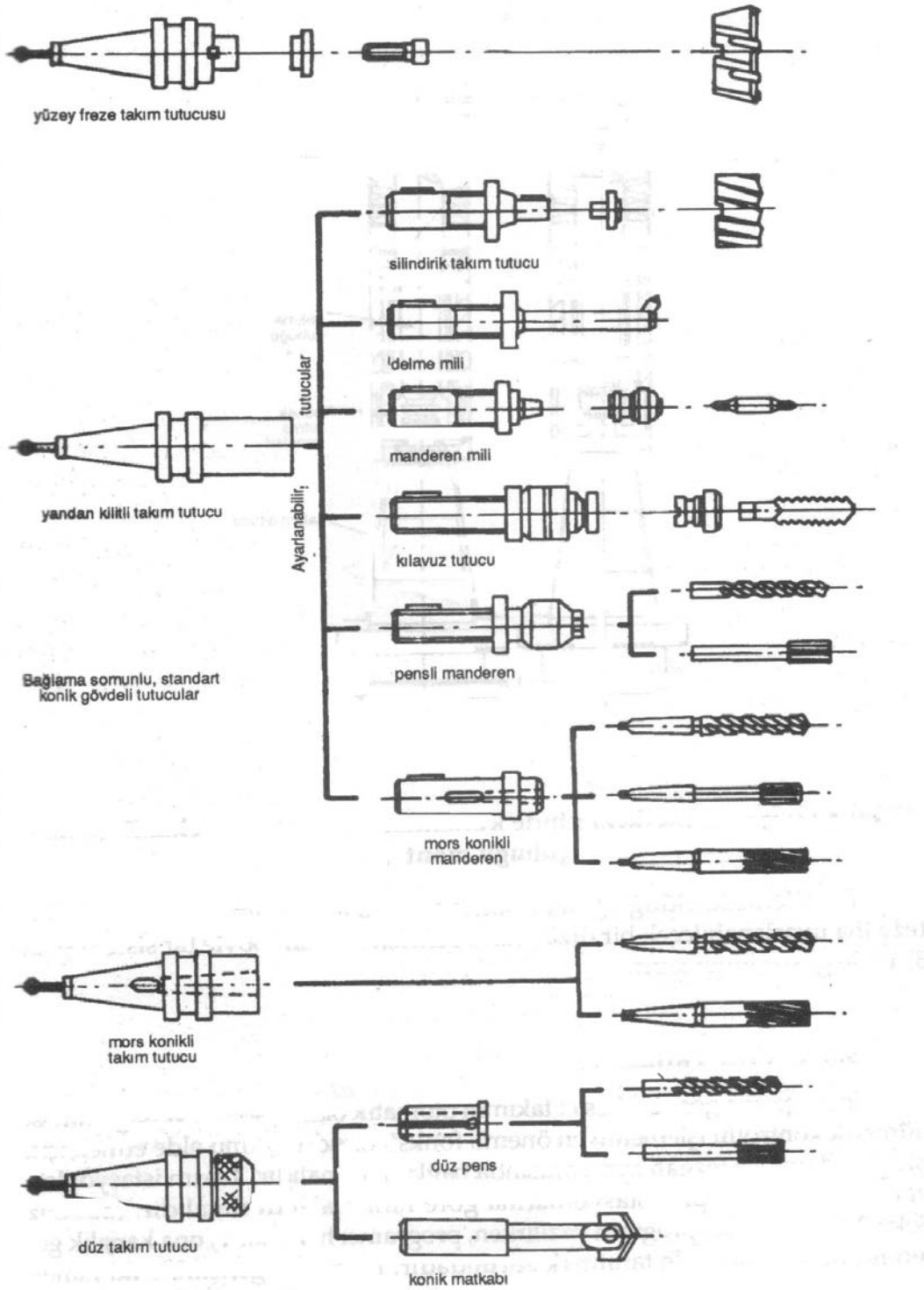


Şekil 2.27: CNC tezgâhlarda kesici takım tutucuları

CNC torna tezgâhında olduğu gibi CNC freze tezgâhlarında kullanılan takım tutucular standart hale getirilmiştir. Bu tezgâhlarda kullanılan takımlar işleme kafaları, malafalar, pensler, düzlem yüzey frezeleme takımları, delik işleme takımları, kesici uç sıkma (tutma) pabuçları vb. takımlardır. CNC freze tezgâhlarında genelde kesici takımlar malafa ile bağlanmaktadır.

CNC freze tezgâhlarında kullanılan temel takım tutucular şunlardır:

- Pensler
- Malafalar
- Freze kafaları
- Mors kovanları



Şekil 2.28: CNC freze tezgâhı kesici takım bağlama şekli

## UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Malzemenin kesme özelliklerini seçiniz.	➤ Malzemenin kesme hızını kesme hızı kataloglardan vb. tablolardan seçiniz.
➤ Kesici uç özelliklerini seçiniz.	➤ Kesici uç özelliklerini işlenecek malzeme ve işleme parametrelerine göre uç kataloglarına göre seçiniz.
➤ İlerleme hızını seçiniz. (F)	➤ Belirlenen kesici kaleme göre ilerleme hızını hesaplayınız veya uç kataloglarındaki tablolardan seçiniz.
➤ Kesme hızını seçiniz. (V)	➤ Belirlenen kesici kaleme göre kesme hızını hesaplayınız veya uç kataloglarındaki tablolardan seçiniz.
➤ Takım kodunu seçiniz. (T)	➤ Kesici kalem için takım kodu belirleyiniz. Tezgâh taretin de bağlı bulunduğu kesici numarasını kontrol ediniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Aşağıdakilerden hangisi temel talaşlı imalat içerisinde **yer almaz?**  
A) Tornalama  
B) Frezeleme  
C) Raybalama  
D) Boyama
2. Aşağıdakilerden hangisi değiştirilebilir sert maden uçların temel özelliklerindedir?  
A) Kolay değiştirilebilme  
B) Hassas bağlanabilme  
C) Yüksek sıcaklıklara dayanma  
D) Hepsi
3. CNC tezgâhlarda kullanılacak kesicilerin seçiminde aşağıdakilerden hangisi dikkat edilecek noktalardan **değildir?**  
A) İş parçası malzemesi  
B) Tezgâh boyutları  
C) İşlenecek parça sayısı  
D) Kesme hızı ve ilerleme
4. Aşağıdakilerden hangisi kesme hızını etkileyen etmenlerden **değildir?**  
A) Malzeme çapı  
B) Soğutma sıvısı  
C) İş parçası malzeme cinsi  
D) Tezgâh gücü
5. 100 mm çapındaki çelik malzeme 600 dev/dak. devir sayısında işlenecektir. İş parçasını işlemek için kesme hızı ne kadar olmalıdır?  
A) 254 m/dak.  
B) 162 m/dak.  
C) 188 m/dak.  
D) 327 m/dak.
6. Çapı 300 mm olan alaşımlı çelik malzeme sert maden uçla 120 m/dak. kesme hızı ile işlenecektir. Kesici uç ilerlemesi 0,15 mm/dak ilerleme hızına sahip olduğuna göre CNC tezgâha verilecek ilerleme miktarını mm/dak. cinsinden hesaplayınız?  
A) 245 m/dak.  
B) 191 m/dak.  
C) 457 m/dak.  
D) 322 m/dak.



7. İş kalıpları bağlanarak CNC freze tezgâhlarında seri olarak işlenen delik ve kanalların merkezleme işlemi hangi araçla yapılmaktadır?
- A) Mikrometre
  - B) Master
  - C) Kumpas
  - D) Probe
8. Aşağıdakilerden hangisi iş parçası bağlama aparatları içerisinde **yer almaz?**
- A) Kater
  - B) Torna aynaları
  - C) Açılı döner mengene
  - D) İş kalıpları
9. Aşağıdakilerden hangisi CNC frezelerde kullanılan takım tutuculardan **değildir?**
- A) Pensler
  - B) Mors kovanları
  - C) Silindirik kafalar
  - D) Açısal tablalar
10. Aşağıda bulunan hangi kesiciler için ISO (Uluslararası Standart Organizasyonu) kodlama sistemi **oluşturulmamıştır?**
- A) Değiştirilebilir uçlar için ISO takım seçme katalogu
  - B) Dış çap tornalama için ISO takım seçme katalogu
  - C) İç çap tornalama için ISO takım seçme katalogu
  - D) Delik delme için ISO takım seçme katalogu

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

İş parçası malzemesinin işlenme özelliklerini belirleyiniz. İşlenecek iş parçasına göre kesici ucu seçiniz. Kesici uç işleme özelliklerini, kesme hızını ve ilerleme miktarını kesici uç kataloglarından veya tablolardan belirleyiniz. Seçilen uç için takım kodu belirleyiniz ve bunu tezgâh taretindeki belirlenen noktaya bağlayınız. Gerekli takım bilgisini iş parçası programına veya tezgâh programına kaydediniz.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	İş önlüğü veya iş elbisenizi giyip, iş eldiveninizi taktınız mı?		
2	İş parçası malzemesinin işlenme özelliklerini belirlediniz mi?		
3	İş parçasının işleme özelliklerine göre ilerleme hızını seçtiniz veya hesapladınız mı?		
4	İş parçasının işleme özelliklerine göre kesme hızını seçtiniz veya hesapladınız mı?		
5	Belirlenen kesici takım için takım kodu oluşturup tezgâh taretindeki belirlenen noktaya bağladınız mı?		
6	Belirlenen kesici uç için takım kodu oluşturup bunu iş parçası programına veya tezgâha kaydettiniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Uygulama esnasında yaptığımız işlemleri değerlendirme tablosu ile kontrol ediniz.

Başarısız iseniz; faaliyete tekrar dönerek araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak faaliyeti tamamlayınız.

Başarılı iseniz, bir sonraki faaliyete devam ediniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli CNC atölye ortamı, bilgisayar ve bilgisayar bağlantı araçları, CNC tezgâhlar için gerekli bilgisayar programları sağlandığında bir iş parçasına ait CNC işleme programını bilgisayarda gerekli yazı programlarını kullanarak yazabileceksiniz. İşlenecek parça için yazılan CNC programını disket ve diğer veri taşıma araçları ile bilgisayar ortamından diğer ortamlara taşıyabileceksiniz. Bilgisayar ve CNC tezgâh arasında veri iletişimi yaparak gerekli CNC programını tezgâha aktarabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çalıştığınız bölgede CNC tezgâh teknolojisi ile makine imalatı yapan sanayi kuruluşlarını, CNC yazım, işleme ve simülasyon programlarını, CNC tezgâh programlarını, DNC veri aktarım programlarını araştırınız.
- İnternet üzerinden CNC talaşlı üretim ve takım imalat sanayi kuruluşlarını, CNC simülasyon ve DNC veri transferi yapan program firmalarını, teknik üniversite ve teknik eğitim kurumlarını araştırınız. Önemli firmalardan CNC ve DNC, CAM programları hakkında bilgi katalogu ve broşür isteyiniz.
- CNC imalat ve üretim, CNC programlama, DNC veri aktarım, CAM ve CNC simülasyon konulu kitaplardan CNC parça programlama, program yazma, CNC tezgâh kod yazımı, DNC veri transferi ile ilgili kısımları araştırınız ve inceleyiniz.

## 3. CNC TEZGÂHLARINA DOSYA AKTARIMI

### 3.1. Temel Bilgisayar Kullanımı

#### 3.1.1. Microsoft Word Programı

Microsoft programı bir kelime işlemci programıdır. Bu program ile metin yani yazı yazma, düzenleme, şekil çizme, basit tablo işlemleri yapma, resim ekleme işlemleri, düzenlenen belgeleri yazıcıdan çıktı alma işlemleri yapılmaktadır. Mikrosoft Word programının temel özelliği gelişmiş bir yazı yazma ve düzenleme işlemine sahip olmasıdır. MS Word programı uzantısı .TXT, RTF, .DOC yazı dosyalarını açabilmekte ve okuyabilmektedir. Yazı yazmak için kullanılan en yaygın programların başında gelmektedir. Piyasada birçok sürümü bulunmaktadır.



**Şekil 3.1: Microsoft Word programı ana sayfası**

Word kelime işlemci programı tek başına bilgisayarlarda kullanıldığı gibi genelde ofis program paketi olan Microsoft Office paket programının içerisinde diğer programlar ile bulunmaktadır. Paket program olarak piyasada MS Office adı ile satılmaktadır.

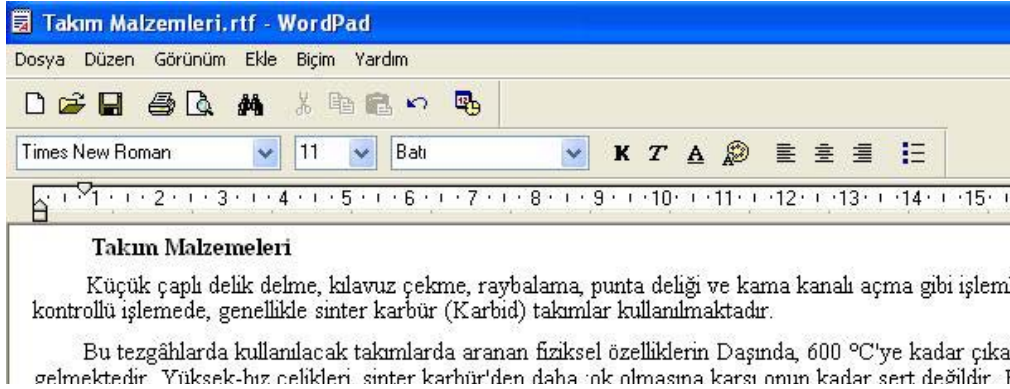


**.DOC (.doc):** Çok zengin içerikli metin belgesidir. Bu tür uzantıya sahip belgeler içerisinde düz yazı veya resim eklentili yazılar bulunabilir. Doc İngilizce Document kelimesinin kısaltmasıdır. Şu an piyasada en çok kullanılan yazı programı Microsoft Office paketinin içerisinde yer alan Microsoft Word programıdır. Bu programla hazırlanmış belgelere kullanıcı tarafından isim verilmediği zaman Belge1, Belge2, Belge... gibi isimler alır. Bu programın birçok sürümü mevcuttur. Ancak belge simgesi mavi renkli W şeklinde olup bütün sürümlerde genelde birbirine benzer. Doc uzantılı belgeler Microsoft Windows işletim sisteminin içerisinde bulunan Word Pad programı ile de açılıp okuma veya düzeltme işlemleri yapılabilir.

### **3.1.2. Windows Word Pad**

Word Pad, Microsoft Windows işletim sisteminin içerisinde bulunan bir kelime işlemci programıdır. Word Pad Windows işletim sisteminde Office paket programı yüklü olmayan durumlarda veya basit yazı yazma, yazı-metin dokümanlarını açmak, bunların çıktısını almak için kullanılmaktadır.

Microsoft Word, kelime işlemcisi kadar gelişmiş bir kelime işlemci programı değildir. Basit metin düzenleme ve boyutlandırma, renklendirme özelliğine sahiptir.



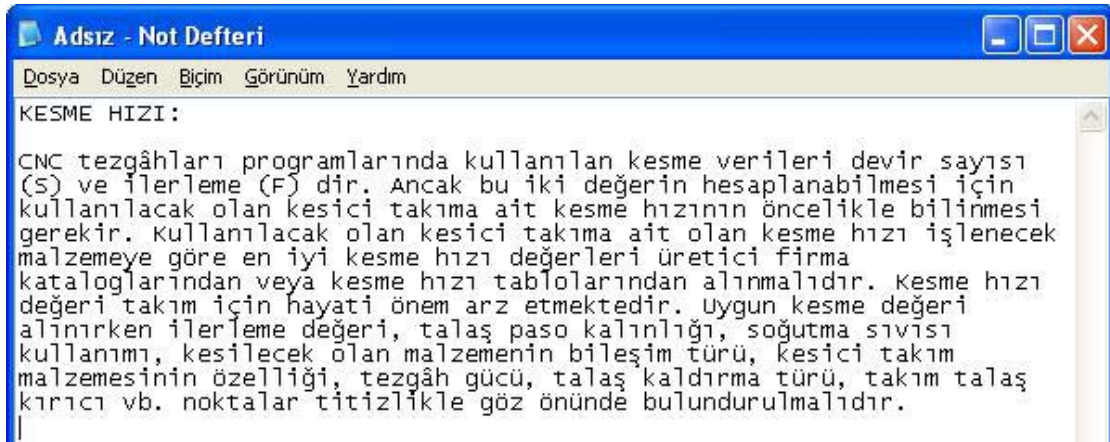
Şekil 3.2: MS Windows Word Pad programı ana sayfası

Windows işletim sistemi içerisinde yer alan Word Pad kelime işlemci programını açmak için şu işlem basamakları takip edilmelidir. Başlat / Programlar / Donatılar / Word Pad seçilmelidir. Word Pad kelime işlemcisi ile .TXT, .RTF ve .DOC uzantılı yazı dosyaları açılabilir ve okunabilmektedir. Word Pad kelime işlemcisinin dosya uzantısı .RTF'dir.



**.RTF (.rtf):** Microsoft WordPad programı metin yani yazı belgesidir. RTF uzantısı Rich Text Format (Zengin Yazı Formatı) kelimesinden gelmektedir. Not Defteri programına oranla daha zengin ve daha görsel içerikli belgeler hazırlanabilmektedir. Fakat Microsoft Office Word programı kadar zengin içerikli ve kapsamlı değildir. Word Pad programı Microsoft işletim sisteminin içerisinde bulunan bir programdır. Yazı yazma işlemine yeni başlayanlar bilgisayar kullanıcıları için uygun ve kullanışlı bir programdır. RTF uzantılı belgeler Office programına ihtiyaç duymadan Windows işletim sistemleri tarafından açılıp okunabilir. Bu belgeler MS Office Word programı ile de açılıp gerekli görsel düzenleme veya ekleme yapılabilir.

### 3.1.3. Not Pad



Şekil 3.3: MS Windows Not Pad programı ana sayfası

Not Pad en basit kelime işlemci programıdır. Yine bu program Windows işletim sistemi içerisinde bulunmaktadır. Word Pad kelime işlemcisi adından da anlaşılacağı gibi not almak için kullanılan bir not defteridir. Metin düzenleme, resim ekleme vb. yazı biçimlendirme araç çubuklarına sahip değildir. Windows işletim sistemi içerisinde yer alan Not Pad kelime işlemci programını açmak için şu işlem basamakları takip edilmelidir. Başlat / Programlar / Donatılar / Not Pad seçilmelidir. Not Pad kelime işlemcisi ile .TXT dosya uzantılı belgeler açılmaktadır. Not Pad kelime işlemci programı bir web sayfası tasarımında kullanılan HTML komutlarını yazmak, toplu işlem dosyalarının içeriğini görmek, herhangi bir program içerisinde bulunan kullanım kılavuzu veya kurulum dosyalarını açıklayıcı bilgi vermek için çoğunlukla kullanılmaktadır.



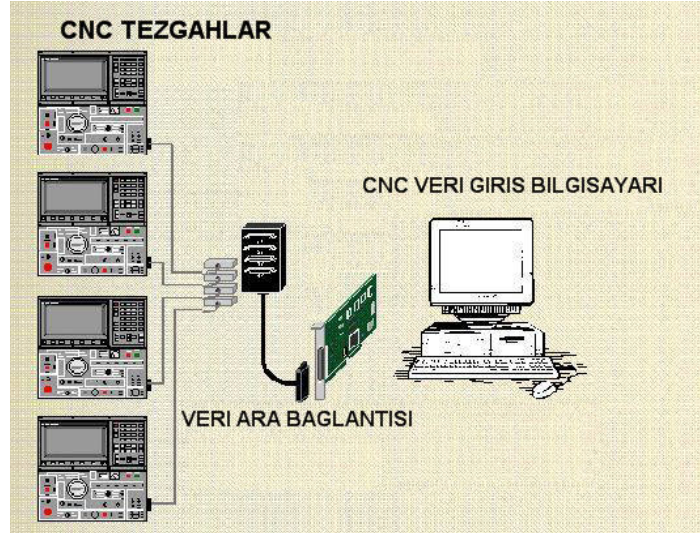
**.TXT (.txt):** Microsoft Not Pad (Not Defteri) programı tarafından yazılmış en basit düzenekli metin dosyalarıdır. Txt uzantısı TEXT (Yazı) kelimesinden gelmektedir. Sadece basit amaçlı her türlü yazılar

yazılabilir. Genelde program yapımcıları tarafından belli bir konu veya program hakkında açıklama veya bilgilendirme amaçlı önsöz yazıları yazılmaktadır. Not defteri programında görsel düzenlemeler yok denecek kadar azdır. Not Defteri programı ile yazılan yazılar hem belge boyutu olarak çok az yer kaplarlar hem de bütün ekstradan bir yazı programına ihtiyaç duymadan bütün Windows işletim sistemleri tarafından açılarak okunabilirler. Bu belgeler Word Pad veya MS-Word gibi kelime işlemcisi programlarla da açılabilir ve gerekli görsel düzenlemeler yapılabilir.

CNC programlarının tezgaha aktarılabilmesi için TXT formatlı olması gerekmektedir.

## 3.2. Dosya Aktarımının Önemi ve Gerekliliği

### 3.2.1. DNC Nedir



Şekil 3.4: DNC veri aktarma yöntemi

DNC, doğrudan nümerik kontrol veya dağıtılmış nümerik kontrol olarak tanımlanmaktadır. Doğrudan veya dağıtılmış nümerik kontrol, imalat sanayide CNC

tezgâhlar için yazılan programların merkezî bir bilgisayarda depolanarak ilgili CNC tezgâhlara gerektiği zaman yüklenmesi veya tezgâhlardan merkezî bilgisayara geri gönderilmesi işlemidir. Bir bilgisayar yardımı ile bir ya da birden fazla CNC tezgâhının kontrol edilmesidir. DNC yöntemi ile bilgisayarlara farklı biçimlerde bilgi girilebilmektedir. En gelişmiş olan sistem yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi yardımcı DNC aktarım programı kullanarak birçok bilgisayara bilgi göndermektedir.

### 3.2.2. DNC Sistemin Yapısı

DNC sistemi donanım olarak bir merkezî bilgisayar, DNC hub olarak adlandırılan seri port çoklayıcı ve tezgâh ile DNC hub arasındaki kablo bağlantılarından oluşur. Yazılım olarak ise merkezî bilgisayarda CNC programları veri tabanı mantığı ile tutan ve bunların yönetimini sağlayan ve her tezgâh ile olan iletişimi sağlayan protokolleri tutan bir yazılım gereklidir.

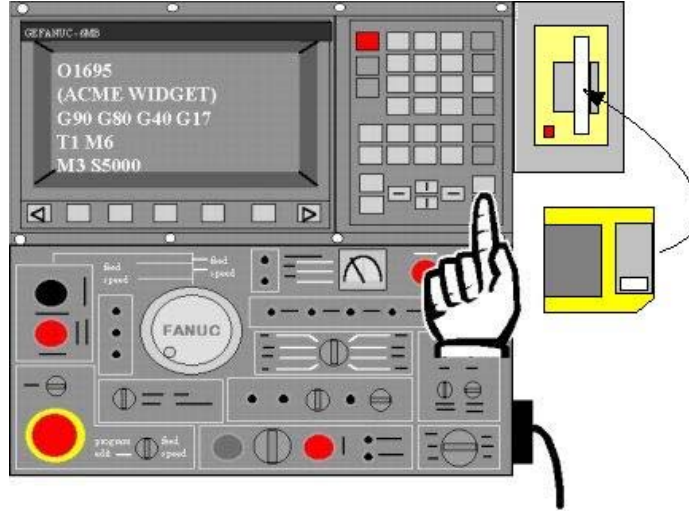
PC olarak tanımlanan bilgisayarda bütün CNC programları bulduran ve yöneten program çalışır. DNC hub olarak tanımlanan donanım PC'nin seri portuna bağlanır ve üzerinde 8 adet RS232 port çıkışı vardır ve her bir port çıkışı bir CNC tezgâha özel kalitede, gürültüden etkilenmeyen kablolar ile bağlanır. Bu sisteme bağlanacak CNC tezgâh sayısı 128'e kadar, CNC tezgâhlar ile DNC hub arasındaki mesafe de 1 km.ye kadar çıkartılabilir.

Opsiyonel olarak merkezi bilgisayar olarak adlandırılan bilgisayar ile CAM sistemi arasında network bağlantısı yapılarak, CAM sisteminde hazırlanan CNC programlar doğrudan tezgâhlara yüklenebilir.



Şekil 3.5: RS 232C veri kablosu

Ayrıca bu sistem dışında bir masaüstü veya laptop (dizüstü) bilgisayar ile de bilgi girişi yapılabilmektedir. Bunun için tezgâh ile bilgisayar arasında yine ara aktarım programı kullanarak RS 232C kablosu ile bağlantı yapılarak da gönderilebilmektedir.



**Şekil 3.6: CNC tezgâha disket sürücü (floppy) ile bilgi aktarma**

Günümüz CNC tezgâhlarında bilgi girişinde pratiklik sağlamak amacı ile CNC kontrol panellerinde disket sürücü veya bilgi giriş yuvaları bulunmaktadır. Bilgisayara gerek kalmadan direkt tezgâh üzerine de disket aracılığı ile de yüklenebilmektedir. Tezgâhın kendisine de direk kontrol panelinden bilgi girilebilmektedir. Fakat bu işlem zaman ve emek kaybına yol açmaktadır.

### **3.2.3. Dosya Aktarımının Üstünlükleri**

Öncelikle, tezgâh başında kontrol sisteminin tuşlarını kullanarak yazılan programlama yöntemi, CNC tezgâhın çalışma verimliliğini düşürür. Her ne kadar, bazı kontrol sistemleri bir taraftan parça işlerken diğer taraftan program girilmesine olanak sağlasa da, bu yöntemde iş kazası veya hatalı parça üretme riski doğar. Bilineceği gibi CNC program yazma işlemi yoğun matematik işlemleri gerektirir. Bir taraftan hesap yaparak diğer taraftan işlenen parçaya dikkat edilmesi, iş kazası, hatalı parça üretme riski veya hatalı program yazma ihtimalini artırır. Program girerken yapılabilecek bir rakam hatası, yüksek maliyetli tezgâh arızalarına sebep olabilir. Bu sebepten CNC tezgâhlar için yazılan programlar, gürültüsüz dikkatin dağılmayacağı ortamlarda ya CAM sistemi kullanarak ya da herhangi bir bilgisayarda text dosyası halinde yazılmalıdır.

CNC tezgâhlara, disket kullanarak program yükleme bir önceki yöntemle göre oldukça kolay ve pratiktir. Ancak bir çok kontrol sisteminde disket okuyucu bulunmaz. Diskette program saklamanın bir mahsuru ise; disketteki bilgiler manyetik ortamlardan kolayca etkilenebildiklerinden acil ihtiyaç durumlarında bozuk disket problemleri ile karşılaşma riskleri vardır. Ayrıca programlarda yapılan değişikliklerden dolayı kullandığımız disketteki bilgilerin son değişiklikleri içermeme ihtimali de vardır.

Taşınabilir bir bilgisayar ile CNC tezgâhlara program yüklenmesi en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemi kullanabilmemiz için taşınabilir bilgisayarımızda CNC tezgâh ile iletişim sağlayabilecek bir yazılım (Procomm, Crostalk, HyperTerminal, vb.) bulunması ayrıca CNC tezgâh üzerinde RS 232 portu , uygun kablo bağlantısı ve bilgisayar



ile tezgâhın iletişim sağlayabilmesi için protokol ayarlarının (baudrate, parity vs.) yapılması gerekir. Her tezgâh için gerekebilecek farklı kablo ve farklı protokol ayarları bu yöntemin dezavantajlarıdır. Ayrıca bu tip ayarları yapabilecek eğitimli bir personelin imalat devam ettiği sürede hazır bulunması gerekir.

Özel amaçlı olarak geliştirilmiş program yükleme yazılım ve donanımları ise genellikle pahalıdır. Her tezgâhın yanında bir tane bulundurmaya oldukça yüksek maliyetlidir. Ayrıca eski kontrol sistemli tezgâhlar için bu sistemlerden bulmamız her zaman mümkün olmayabilir. Eski kontrol sistemlerinde bulunan şerit okuma sistemleri kullanılarak program yükleme işlemi çok zaman alıcı ve zahmetli bir süreçtir.

### 3.2.4. DNC Sistemin Sağladığı Avantajlar

- DNC sistemi ile hazırlanan CNC programlar tek bir merkezde toplanır. Merkezi bilgisayarda yapılacak olan düzenli yedekleme ile veri kayıp riski ortadan kalkar.
- CNC programlar, tezgâh operatörleri tarafından yüklenebilir (download), özel olarak bu amaç için yetiştirilmiş bir personel bulundurmaya gerek kalmaz.
- Merkezi bilgisayar, CNC programların en son versiyonunu tuttuğu için tezgâh operatörlerinin yanlış program yükleme riski kalmaz.
- Gerektiğinde CNC program tezgâh operatörü tarafından tezgâh üzerinde değiştirilirse, programın değiştirilmiş hali merkezi bilgisayara geri gönderilebilir (upload).
- Merkezi bilgisayara upload edilen programlar için, karşılaştırma programı kullanılarak farklı satırlar kolayca tespit edilebilir.
- Merkezi bilgisayar, mevcut CNC programları belirli bir kataloglama mantığı ile tuttuğundan programlara erişim kolay ve hızlı olur.
- DNC sistemi ile, kesici takım ölçme (Tool Presetter) tezgâhı arasında herhangi bir CNC tezgâh gibi bağlantı sağlanırsa, takım boy ve çap offsetleri bir dosya olarak merkezi bilgisayara upload edilerek ilgili tezgâha download edilebilir. Böylece operatörler tarafından CNC tezgâha girilmesi gereken yüzlerce takıma ait çap ve boy bilgisi hatasız ve hızlı bir biçimde yüklenir.
- DNC sistemi, Koordinat Ölçme (CMM) tezgâhlarına bağlanarak parça ölçümünde kullanılan programlar upload/download edilebilir. Ayrıca Reverse Engineering olarak adlandırılan yöntem ile CMM tezgâhına bağlanan parçaların bilgisayarda modellerini oluşturmak için gerekli koordinat bilgileri alınabilir.
- Tezgâhlara ait PLC dosyalarının birer kopyaları merkezi bilgisayarda tutulabilir ve gerektiğinde ilgili tezgâhlara yüklenerek tezgâh fonksiyonlarını etkileyen sorunlara çok kısa sürede müdahale edilebilir.
- Program upload/download işlemleri için otomatik kayıt tutulur. Bu sayede hangi program hangi tezgâha ne zaman yüklenmiş, ne kadar zaman sonra yeni program yüklenmiş gibi bilgilere istenildiği zaman ulaşılabilir.
- Daha gelişkin DNC sistemlerinde (Machine Tool Monitoring) olarak adlandırılan yöntemler kullanılarak CNC tezgâha ait veriler (ilerleme, devir, tezgâh alarmları, kesici takımın aşınma durumu) gibi bilgiler kayıt olarak tutularak gerekli istatistiki bilgiler elde edilebilir.

- Takım yollarının grafik simülasyonu da DNC paketlerinin bir modülü gelir. Bu sayede CNC programlarındaki takım yolları tezgâha yüklenmeden önce test edilip doğrulanabilir.

### 3.2.5. DNC Sisteminin Kazandırdığı Verimlilik

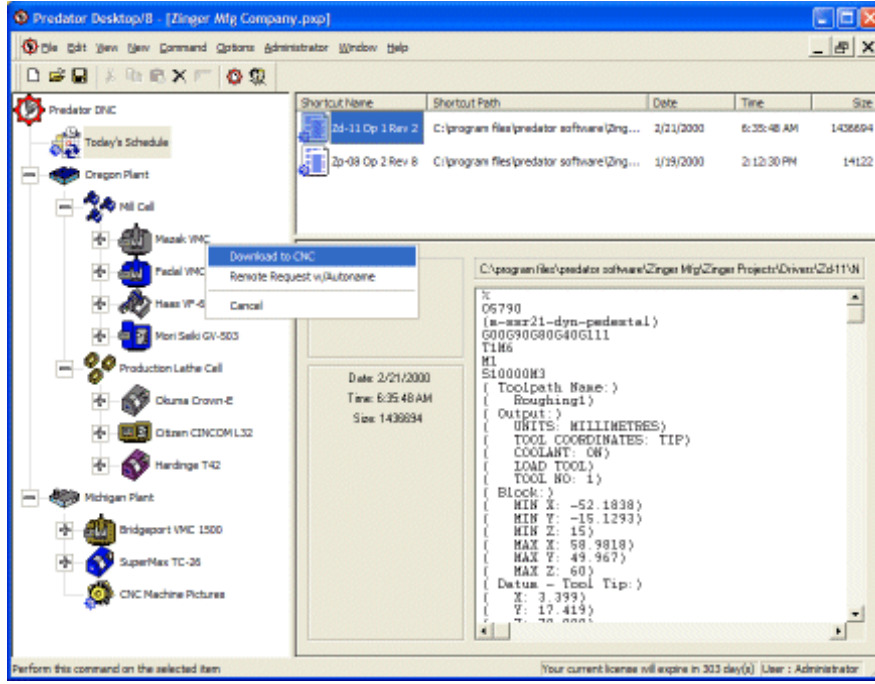
- Her program yüklemeye ortalama 10 dakika (Disket ile veya taşınabilir bir bilgisayar ile program yüklemeye göre)
- Her program için ortalama 20 dakika takım boy ve çap ofseti girilmesinde (Manuel olarak tezgâh kontrol sistemi üzerinden offset değerleri girilmeye göre)
- MDI yöntemine göre program başına ortalama 60 dakika upload edilen programların farklılıklarının karşılaştırılmasında program başına ortalama 30 dakika zaman kazanılacağı yapılan istatistiklerle belirlenmiştir.
- Ayrıca, yanlış, eski revizyon CNC program veya takım ofseti yüklemekten kaynaklanan hatalı parça üretimi ve hatalı parçaların kalite kontrolü için harcanan kayıp zaman ve malzemelerin verimliliğe olan etkisinin her zaman dikkate alınması gerekmektedir.

### 3.3. CNC Dosya Aktarım Programının Kullanılması



Şekil 3.7: DNC veri aktarım programı

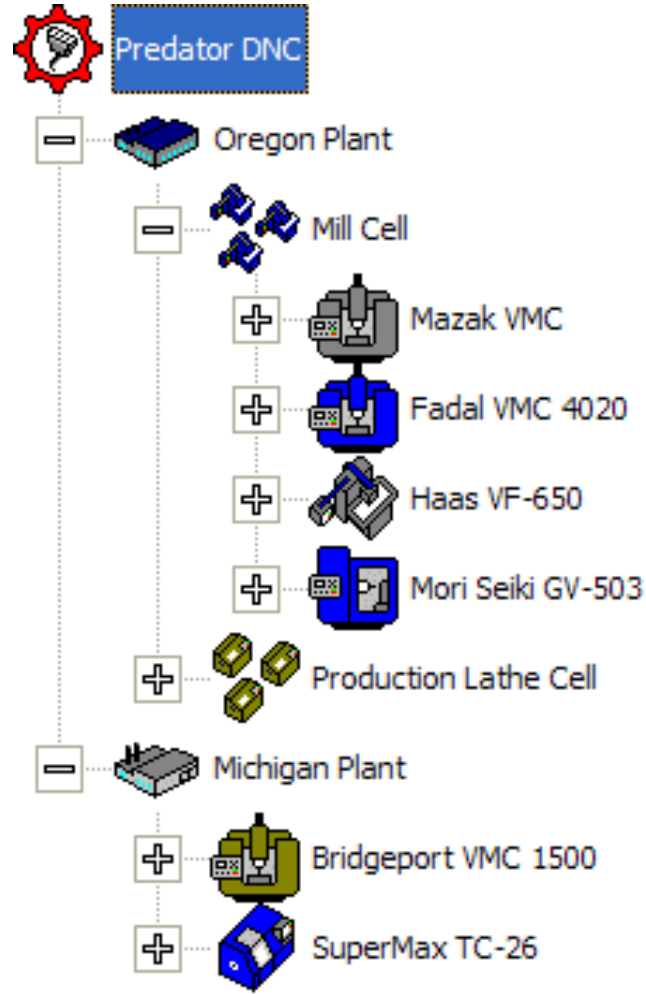
Öncelikle bir CNC tezgâhına bilgi aktarabilmek için ara bir aktarım programının kullanılması gerekmektedir. Ara programlara DNC programları denilmektedir. Bu programların görevleri bilgisayar ortamında yapılmış olan CNC veya CAM programlarını CNC tezgâhlarına tanıtarak aktarmak veya CNC tezgâhta olan bir programı bilgisayarlara almak için kullanılmaktadır.



**Şekil 3.8: Bir DNC veri aktarma programı**

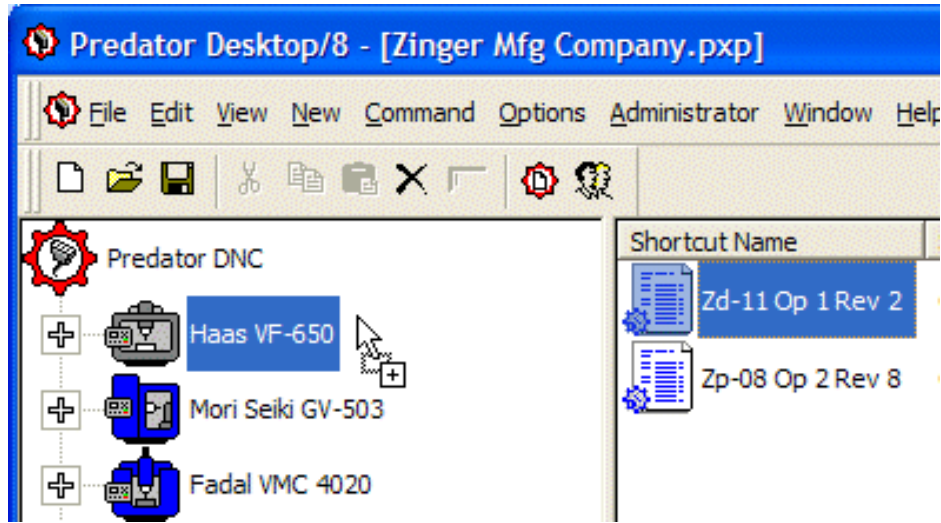
Piyasada bir çok ara iletişim sağlayan program bulunmaktadır. Örnek olarak Cimco Edit DNC veya Predator DNC programları verilebilir. Ancak her veri transfer programı her CNC tezgâhını tanıyamayabilir. Bunun için tezgâhı veri yapısını tanıtan tezgâh programların yüklenmesi gerekebilir.

DNC veri aktarım programları Windows, Linux, Mac-Os, Unix vb. temel işletim sistemlerini tanımaktadır. Fakat firma tarafından hangi işletim sisteminde çalışılacaksa ona ait sürümü olan program kullanılmalıdır. Ayrıca piyasada kullanılan bir çok CNC markasını ve CNC programlama dillerini de tanımaktadır.



**Şekil 3.9: Bir DNC veri aktarma programında çeşitli CNC tezgâhlar**

DNC veri aktarım programlarının öncelikle bilgisayarlara yüklenmesi gerekmektedir. Program yüklendikten sonra DNC ana bilgisayarında veya programın yüklendiği bilgisayarda DNC sistemine bağlı olan CNC tezgâhları belirecektir. Kısaca program yüklenecek CNC tezgâhının veri bağlantısı olmalıdır.



**Şekil 3.10: DNC programı ile ilgili CNC tezgâha dosya aktarımı yapılması**

Bilgisayardan yüklenecek olan dosya program vasıtasıyla sürükleyip bırak veya kopyala yapıştır sistemi ile ilgili tezgâha aktarılmalıdır. Ancak her DNC veri aktarım programları farklı ara yüzlere sahip olabilir. Ama çalışma mantıkları temelde aynı esasa dayanmaktadır. Aktarılacak olan CNC programının dosya uzantısı veri aktarımının tanıdığı uzantıda olmalıdır.

## UYGULAMA FAALİYETİ

İŞLEM BASAMAKLARI	ÖNERİLER
➤ Tezgâhı dosya aktarım durumuna ayarlayınız.	➤ Tezgâh kontrol panelinden dosya aktarım menüsünü seçiniz.
➤ Programı disket ile aktarınız.	➤ CNC tezgâha yüklenecek programı diskete kaydediniz.
➤ Tezgâh ile bilgisayar arasında veri kablosu ile iletişim kurunuz.	➤ Belirlenen CNC tezgâhına RS232C kablosu ile bilgisayarı uygun portlardan bağlayınız.
➤ Dosyaları alarak kayıt ediniz.	➤ Tezgâh menüsünden veya bilgisayar menüsünden iş parçası programı uygun klasör altına kopyalayarak aktarınız.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Aşağıdaki programlardan hangisi metin yani yazı yazma programlarından **değildir**?  
A) MS Word  
B) Word Pad  
C) MS Movie Maker  
D) Not Pad
2. Aşağıdaki dosya uzantılarından hangisi bir metin dosyası uzantısı **değildir**?  
A) .doc  
B) .jpeg  
C) .txt  
D) .rtf
3. CNC tezgâhlara dosya aktarımı hangi yollarla yapılmaktadır?  
A) CNC tezgâh disket sürücüsü ile  
B) DNC bağlantısı ile  
C) Bilgisayar ve RS232C kablo bağlantısı ile  
D) Hepsi
4. DNC sistem ne demektir?  
A) Bilgisayar destekli çizim  
B) Bilgisayar destekli üretim  
C) Bilgisayar destekli modelleme  
D) Doğrudan (direkt) nümerik kontrol
5. Aşağıdakilerden hangisi DNC dosya aktarımının üstünlüklerinden **değildir**?  
A) Kesici takımların ömrünün artması  
B) Birden çok CNC tezgâhın kontrolü  
C) Bilgisayar CNC tezgâh arası veri alışverişi  
D) Parça programlamanın kısa sürede yapılması
6. Aşağıdakilerden hangisi DNC dosya aktarımının avantajlarındanıdır?  
A) Parça programlama zamanının kısalması  
B) Tezgâh çalışma süresinin engellenmemesi  
C) Parça programlamada hatasız işlem yapılması  
D) Hepsi
7. Aşağıdakilerden hangisi DNC sistemi temel öğelerinden **değildir**?  
A) CNC tezgâhlar  
B) Ana veya veri bilgisayarı  
C) İnternet bağlantısı  
D) Ağ bağlantı sistemi

8. Aşağıdakilerden hangisi DNC sistem kurulmasını gerektiren nedenlerdendir?  
A) Çok sayıda mekanik tezgâh bulunması  
B) Çok sayıda CNC tezgâh ve çok sayıda iş parçası programı kullanılması  
C) Aynı parça programının sürekli kullanılması  
D) Bir adet CNC tezgâh bulunması
9. DNS sistemlerde kullanılan ara program hangi görevi üstlenmektedir?  
A) Tezgâh ile bilgisayar arasında birbirini tanıtarak bilgi alışverişini sağlaması  
B) CNC tezgâhlarda programlama yapmak için  
C) CNC tezgâhlardan sadece bilgi almak için  
D) CNC tezgâhı çalıştırıp durdurmak için
10. Eski tip CNC tezgâhlara bilgi girişi hangi kablo bağlantısı ile yapılmaktadır?  
A) Ağ kablosu ile  
B) USB kablo bağlantısı ile  
C) RC45 port kablosu ile  
D) RS232C kablosu ile



## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

CNC tezgâhı dosya aktarım durumuna ayarlayınız. Aktarılacak iş parçası programını diskete kaydediniz. Tezgâh ile bilgisayar arasında RS232 C kablosu ile uygun giriş portlarını kullanarak bağlantı yapınız. İş parçası programını bilgisayardan tezgâha kopyalayarak aktarınız.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	İş önlüğü veya iş elbisenizi giyip, iş eldiveninizi taktınız mı?		
2	CNC tezgâhı kontrol panelinden program aktarma menüsüne getirdiniz mi ?		
3	İş parçası programını diskete kaydettiniz mi?		
4	Tezgâh ile bilgisayar arasında RS232 C kablosu ile uygun giriş portlarını kullanarak bağlantı yaptınız mı?		
5	İş parçası programını bilgisayardan tezgâha kopyalayarak aktardınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Takım seçimi modülünü tamamladınız.

Uygulama esnasında yaptığınız işlemleri değerlendirme tablosu ile kontrol ediniz.

Başarısız iseniz; faaliyete tekrar dönerek araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak faaliyeti tamamlayınız.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Aşağıda verilen kesici takımlardan hangisi en az kesme dayanımına sahiptir?  
A) Sermet kesiciler  
B) HSS kesiciler  
C) Elmas kesiciler  
D) Kaplamalı sert kesiciler
2. CNC freze tezgâhlarında hangi temel eksenlerde programlama yapılmaktadır?  
A) X-Y-Z  
B) X-Y  
C) Y-Z  
D) X-Z
3. Koordinat sisteminde birinci bölgede bulunan X ve Y koordinatlarının değeri aşağıdakilerden hangisidir?  
A) X(+), Y(-)  
B) X(-), Y(-)  
C) X(+), Y(-)  
D) X(-), Y(+)
4. Programlamada kullanılan G kodlarından aşağıda verilenlerin hangisinin anlamı yanlıştır?  
A) G 00 = Hızlı ilerleme  
B) G 21 = Metrik ölçü sistemi  
C) G 76 = Vida açma çevrimi  
D) G 99 = Artımsal ölçülendirme
5. Polar koordinat sistemi hangi işlemler için kullanılmaktadır?  
A) Alt programlama yapma işleminde  
B) Açısal ve çember ekseni üzerindeki işlemlerde  
C) Doğrusal boyutlardaki temel işlemlerde  
D) Dörtgen ekseni üzerindeki işlemlerde
6. HSS (Yüksek Hız Çeliği) kesiciler hangi sıcaklığa kadar özelliklerini **kaybetmezler**?  
A) 960 °C  
B) 1400 °C  
C) 330 °C  
D) 650 °C

7. Aşağıdaki talaş kaldırma işlemlerinden hangisi en hassas bitirme, yüzey işleme işlemidir?  
A) İnce tornalama  
B) İnce frezeleme  
C) Taşlama  
D) Raybalama
8. Kaplamalı sert maden uçlar için aşağıda verilen özelliklerden hangisi **yanlıştır**?  
A) Tek veya çok katman kaplamalı olabilirler.  
B) Kaplama kalınlıkları 0,2 µ (mikron) – 0,13 µ (mikron) arasında olabilirler.  
C) Tekrar bilerek kullanılabilirler.  
D) 900 °C sıcaklıkta rahatlıkla kesme yapabilirler.
9. Değiştirilebilir uçlar için aşağıdakilerden hangisi ISO kesici uç seçme işleminde **dikkate alınmaz**?  
A) Kesici uç yüzey pürüzlülüğü  
B) Köşe yarıçapı  
C) Kenar boyut uzunluğu  
D) Ön boşluk açısı
10. Aşağıdakilerden hangisi ham kesme hızını hem de ilerlemeyi **etkilemez**?  
A) İş parçası malzemesi  
B) Keski malzemesi  
C) Soğutma sıvısı  
D) Kesici uç köşe sayısı
11. Sıkma pensesi hangi işlemler için kullanılmaktadır?  
A) Silindirik saplı iş ve kesici bağlamak için  
B) Takma uçları bağlamak için  
C) Probe cihazını bağlamak için  
D) İş parçalarını desteklemek için
12. Aşağıdakilerden hangisi torna aynasının çeşitlerinden **değildir**?  
A) Üç ayaklı ayna  
B) İki ayaklı ayna  
C) Dört ayaklı ayna  
D) Punta aynası
13. CNC torna ve CNC freze tezgâhlarında yardımcı eksen işleme aparatları niçin kullanılmaktadır?  
A) İşleme maliyetini azaltmak  
B) Birçok işlemi tek seferde yapmak  
C) Çok yüzeyli parçaları işlemek  
D) Hepsi

14. Sert maden uçlar hangi işlemler için **üretilmemektedir?**
- A) Tornalama
  - B) Frezeleme
  - C) Delme
  - D) Taşlama
15. Aşağıda verilen G kodlarından hangisi referans noktası belirlemede kullanılmaktadır?
- A) G 00
  - B) G 01
  - C) G 54
  - D) G 98

## PERFORMANS DEĞERLENDİRME

İş parçasının geometrik biçimine göre gerekli sıfır noktalarını belirleyiniz. CNC tezgâhı çalıştırarak gerekli kesicileri ve iş parçasını emniyetli şekilde bağlayınız ve kesici uçları için sıfır noktası oluşturunuz. Program için kullanılacak sıfır noktalarının kodlarını belirleyiniz.

İş parçası malzemesinin işleme özelliklerini belirleyiniz. İşlenecek iş parçasına göre kesici ucu seçiniz. Kesici uç işleme özelliklerini, kesme hızını ve ilerleme miktarını kesici uç kataloglarından veya tablolardan belirleyiniz. Seçilen uç için takım kodu belirleyiniz ve bunu tezgâh taretindeki belirlenen noktaya bağlayınız. Yapılan bütün işlem kotlarını tezgâha ve iş parçası programının gerekli yerlerine kayıt ediniz.

CNC tezgâhı dosya aktarım durumuna ayarlayınız. Aktarılacak iş parçası programını diskete kayıt ediniz. Tezgâh ile bilgisayar arasında RS232 C kablosu ile uygun giriş portlarını kullanarak bağlantı yapınız. İş parçası programını bilgisayardan tezgâha kopyalayarak aktarınız.

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ		Evet	Hayır
1	İş önlüğü veya iş elbisenizi giyip, iş eldiveninizi taktınız mı?		
2	İş parçası için sıfır noktası belirlediniz mi?		
3	CNC tezgâhı çalıştırarak gerekli kesicileri ve iş parçasını emniyetli şekilde bağladınız mı?		
4	Kesici uç işleme özelliklerini, kesme hızını ve ilerleme miktarını kesici uç kataloglarından veya tablolardan belirlediniz mi?		
5	Seçilen uç için takım kodu belirleyiniz ve bunu tezgâh taretindeki belirlenen noktaya bağladınız mı?		
6	Yapılan bütün işlem kotlarını tezgâha ve iş parçası programının gerekli yerlerine kaydettiniz mi?		
7	CNC tezgâhı dosya aktarım durumuna ayarladınız mı?		
8	Tezgâh ile bilgisayar arasında RS232 C kablosu ile uygun giriş portlarını kullanarak bağlantı yaptınız mı?		
9	İş parçası programını bilgisayardan tezgâha kopyalayarak aktardınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda eksiklikleriniz varsa öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Başarısız veya eksik bilgileriniz var ise; eksik faaliyete tekrar dönerek araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak modül bilgilerini tekrar ederek faaliyeti tamamlayınız.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	D
4	B
5	D
6	A
7	B
8	D
9	D
10	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	B
4	A
5	C
6	B
7	D
8	A
9	D
10	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	D
4	D
5	A
6	D
7	C
8	B
9	A
10	D

## MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

<b>1</b>	<b>B</b>
<b>2</b>	<b>A</b>
<b>3</b>	<b>C</b>
<b>4</b>	<b>D</b>
<b>5</b>	<b>B</b>
<b>6</b>	<b>D</b>
<b>7</b>	<b>C</b>
<b>8</b>	<b>C</b>
<b>9</b>	<b>A</b>
<b>10</b>	<b>D</b>
<b>11</b>	<b>C</b>
<b>12</b>	<b>B</b>
<b>13</b>	<b>D</b>
<b>14</b>	<b>D</b>
<b>15</b>	<b>C</b>

## KAYNAKÇA

- ARSLAN Hamit, **CNC Teknik MEB**, İstanbul 2004.
- ASLAN Ersan, **BSD(CNC) Programlama Esasları ve Uygulamaları**, Kırıkkale 1995.
- GÜLESİN Mahmut, Abdulkadir GÜLLÜ, Özkan AVCI, Gökalp AKDOĞAN, **CNC Torna ve Freze Tezgâhlarının Programlanması**, Ankara 2005.
- ARSLAN Hamit, **Bilgisayar Nümerik Kontrol Meslek Teknolojisi**, MEB, Ankara 2002.
- ARSLAN Hamit, **CNC Teknolojisi-I**, MEB, Adana 1993.
- GIBBS David, **CNC Parça Programlama**, MEB(Çeviri), Eskişehir 1994.
- GIBBS David, **CNC İle İşlemeye Giriş**, MEB(Çeviri), Eskişehir 1994.
- Milli Eğitim Basım Evi, **Metal Meslek Bilgisi**, MEB, Ankara 1995.
- KÜÇÜK Mehmet, **Makine Bilgisi MEB**, İstanbul 1990.
- Takımsaş, **Takım Tutucu Katalogu**, MEB, İstanbul 1999.
- Kenna Metal Hertel, **Turning**, İstanbul 1999.
- Kenna Metal Hertel, **Genel Katalog**, İstanbul 1999.
- ISCAR, **The Complete Range of Turning Tools**, İstanbul 1999.
- ISCAR, **High Lights Chameleon**, İstanbul 1999.
- ISCAR, **High Lights Chameleon 8 Advantages**, İstanbul 1999.
- [www.cadcam67.com](http://www.cadcam67.com)
- [www.makinateknik.org](http://www.makinateknik.org)
- [www.turkcadcam.net](http://www.turkcadcam.net)