

T.C.  
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
MAKİNE VE İMALAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

**MÜHENDİSLİKTE DENEYSEL METODLAR II DERSİ**

**CNC FREZE UYGULAMASI**

**Deney Sorumlusu:** Arş. Gör. Emre SÖNMEZ  
**İlgili Öğretim Üyesi:** Yrd.Doç. Dr. Birol AKYÜZ

**Deneyin Amacı:**

- İstenen geometriye sahip parçaların Cnc freze ile üretiminin gerçekleştirilmesi.

**Deneyin Önemi:**

- CNC takım tezgahlarının avantajları yüksek verimlilik ve parça kalitesi, kolay kalite kontrol, ek aparat ihtiyaç ve stoğunun az olması ve tek bağlamada birden fazla işlem yapılabilmesidir. CNC takım tezgahlarında işlem süreleri sabit olduğundan üretim plan, takip ve denetimi kolaydır. Önceden zaman ve maliyet tespiti imkanı CNC takım tezgahlarına çalışma ve dizayn esnekliği sağlar.

**Deneyin kullanıldığı alanlar:**

- Tüm makine ve imalat sektörü ( Otomotiv, Havacılık, Savunma, Makine İmalatı, Kalıpcılık, vb. alanlarda)

**Teorik Bilgi:**

Cnc Takım tezgahları, metal, plastik ve ahşap gibi malzemeleri işleyerek bunlara belirli bir şekil veren üretim araçlarıdır. Nümerik programa göre çalışan takım tezgahlarına ise nümerik kontrollü (NC-Numerical Control) takım tezgahı denir. NC tezgahlara bilgisayar kontrolü eklenmesi ile CNC (Computer Numerical Control) torna tezgahları, matkap..vs. takım tezgahları oluşmuştur.

CNC takım tezgahlarında eksen olarak adlandırılan iki veya daha fazla hareket doğrultusu vardır. Eksenler hareket ettiği doğrultu boyunca hassas bir şekilde otomatik olarak pozisyonlandırılır.

**Freze Tezgahı**

Kendi eksenini etrafında dönmekte olan çok ağızlı bir kesici yardımıyla sağlam şekilde bağlanmış metal bir iş parçasının doğrusal hareketi esnasında talaş kaldırma işlemine Frezeleme, bu işin yapıldığı tezgaha ise Freze Tezgahı denir. Aşağıdaki şekilde muhtelif freze tezgahları görülmektedir. Freze tezgahlarında genellikle prizmatik iş parçaları işlenir.

Pek çok freze tezgah çeşidi bulunmaktadır. Bunlar; *Dikey Freze Tezgahları, Yatay Freze Tezgahları, Üniversal Freze Tezgahları, Kalıpcı Freze Tezgahları, Kopya Freze Tezgahları, Azdırma Dişli Tezgahları, CNC Freze Tezgahlarıdır.*



Şekil 1: Çeşitli Freze Tezgahları [1]

## CNC Freze Tezgahları

Konvansiyonel freze tezgahlarında imalatı zor ve hatta mümkün olmayan ya da ekonomik olmayan iş parçalarının imalatı için kullanılan freze tezgahlarıdır. Bu tezgahlardaki talaş kaldırma işlemleri konvansiyonel tezgahlarla hemen hemen aynıdır. Ancak bu tezgahlara bir bilgisayar entegre edilmiştir. Böylece tezgahın ve kesici takımın her türlü hareketleri bilgisayar tarafından kumanda edilmektedir.

Bu tür tezgahlara aynı zamanda işleme merkezi adı da verilir. Bunun nedeni frezeleme işlemlerinin yanında diğer pek çok işlemleri de yapmalarındır. Tezgah milinin konumuna göre CNC dikey işleme merkezi (CNC Vertical Milling Machines) ve CNC yatay işleme merkezi (CNC Horizontal Milling Machines) çeşitleri vardır.

## CNC Freze Tezgahlarının Yapısı

### Kayıt ve Kızaklar

Tezgah tabla hareketlerini sağlayan ve tezgah tablasını taşıyan sistemlere kayıt ve kızak denir.



Şekil 2: Kayıt ve Kızaklar [2]

### Fener Mili

CNC frezelerde kesicinin dönme hareketini sağlayan parçasına fener mili denir. Fener mili üzerinde hareket iletim sistemleri, soğutucu üniteleri ve elektrik motoru bulunur.

Tezgah fener mili çok önemli tasarım özelliği taşır. Fener milinin eğilme ve burulmaya karşı dayanıklı olması ve eksenini boyunca etki eden tüm aksenal kuvvetlere dayanacak sağlamlıkta olması gerekir.



Şekil 3: Fener Mili [2]

### Magazin, Palet, Takım Tutucu Aparatı

CNC freze tezgahlarında takımların üzerine yerleştirildiği ve gerektiğinde takımın değiştirilmesini sağlayan düzeneklere magazin denir. Resmi verilen örnek magazine 12 ile 32 arasında takım bağlanabilir.



Şekil 4: Magazin [2]

Takım değiştirme sistemlerinde, tezgah üretici firmaların yapmış olduğu çeşitli tasarımlar bulunmaktadır.

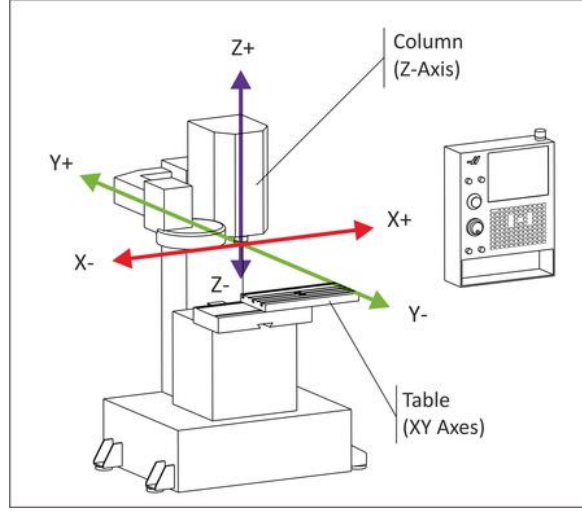
### Kontrol Paneli

CNC takım tezgahlarında tezgaha veri ve program girişini sağlayan ve üzerindeki ekran sayesinde tezgahın durumu ve hareketleri hakkında kullanıcıya bilgi veren, programın simülasyonunun izlenmesine imkan sağlayan kısma kontrol paneli denir.



Şekil 5: Heidenhein kontrol paneli [3]

## Çalışma Eksenleri



Şekil 6: Cnc freze eksenleri [4]

### İş Parçalarını Tezgaha Bağlama

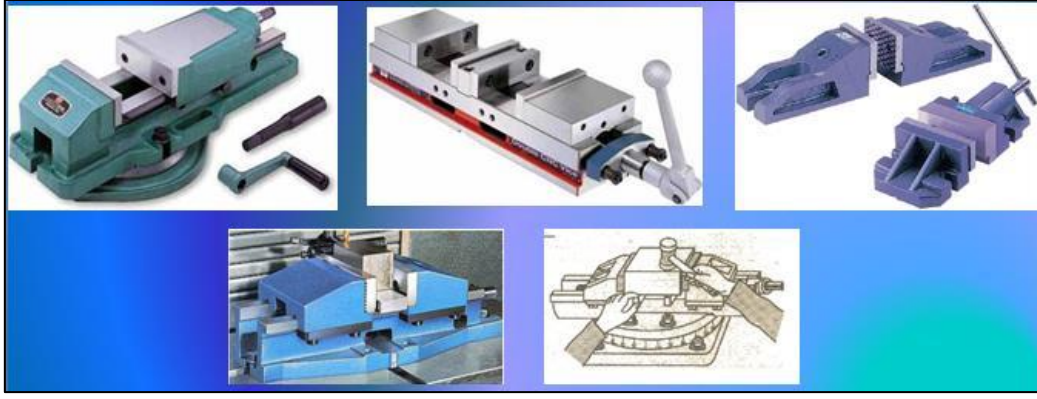
CNC tezgahlarda iş parçası işlemek için birçok bağlama gereçleri kullanılmaktadır. Bu bağlama gereçlerinin özelliği işleme özelliklerini, kesici performansını ve iş parçası yüzey kalitesi vb. özelliklere etki etmektedir. Özellikle CNC tezgahlar çok kuvvetli, güçlü olduklarından ve büyük miktarda talaş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

Kullanılan kesici biçim ve özelliğine göre özel bağlama aparatları veya standart bağlama aparatları olarak gruplandırma yapılabilmektedir.

İş parçalarının yerleştirilmesine üç temel prensiple bağlanır. Bunlar;

- İşin kesme kuvvetlerini karşılayabilecek şekilde sıkı bağlanması,
- Parçanın altında yeterli destek sağlanması,
- Hızlı ve kolay sıkılabilmesi veya açılabilmesidir.

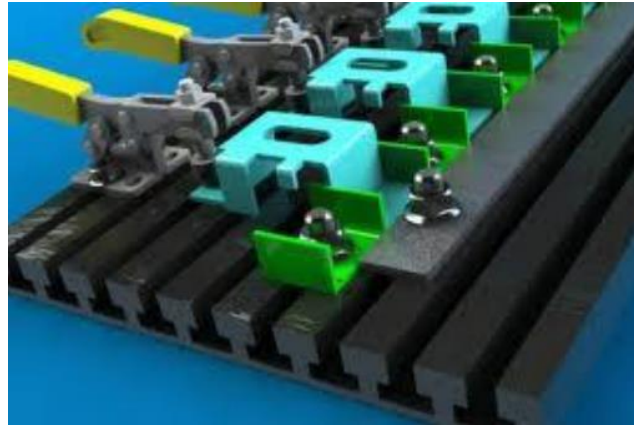
İş parçalarının bağlanmasında genellikle mengene, pabuçlar veya özel bağlama aparatları kullanılmaktadır.



Şekil 7: Mengene [1]



Şekil 8: Pabuçlar [1]



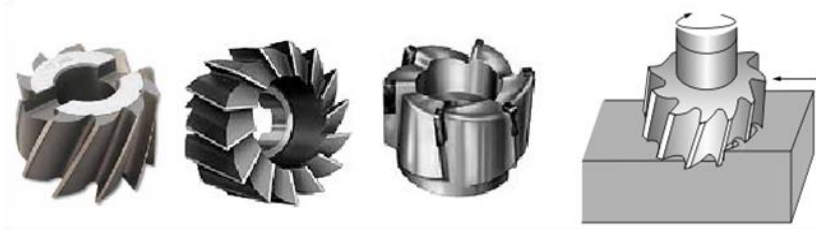
Şekil 9: Bağlama aparatı ile iş parçasının bağlanması [2]



## FREZE TEZGAHI KESİCİ TAKIMLARI

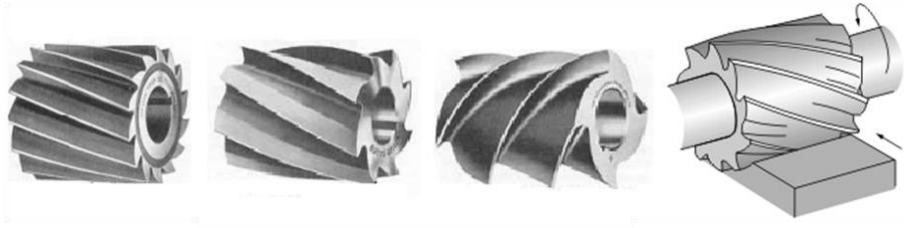
Frezeleme işlemlerinde kullanılan başlıca kesici takımlar ve özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

**1- Alın Freze Çakıları**, bu tür takımlar alın yüzlerinden kesme yaparlar. Özellikle iş parçalarının yüzlerinin frezelenmesinde kullanılırlar



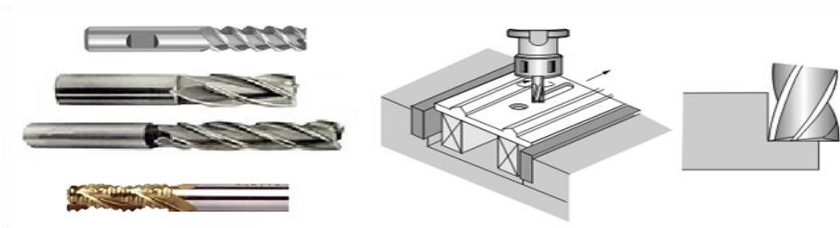
Şekil 10: Alın Freze Çakıları [1]

**2- Vals (Silindirik) Freze Çakıları**, bu tür takımların geniş çevre yüzlerinde çok sayıda kesici dişler bulunur. Yalnızca çevresinde dişler bulunduğu için tek taraflı kesme yaparak düzlem yüzeyleri frezelerler.



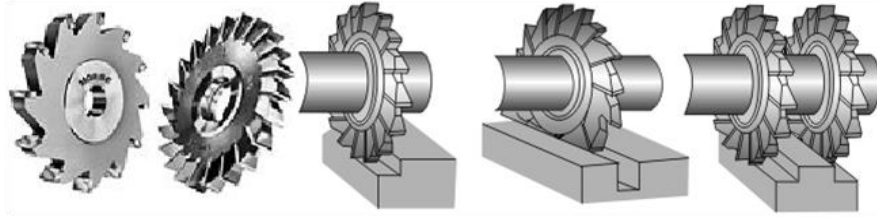
Şekil 11: Vals (Silindirik) Freze Çakıları [1]

**3- Parmak Freze Çakıları**, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi silindirik saplı freze çakıları olup kanal açma, helis olukların işlenmesi, kam vb. profillerin işlenmesi, eğrisel frezeleme vb. işlemlerde kullanılırlar.



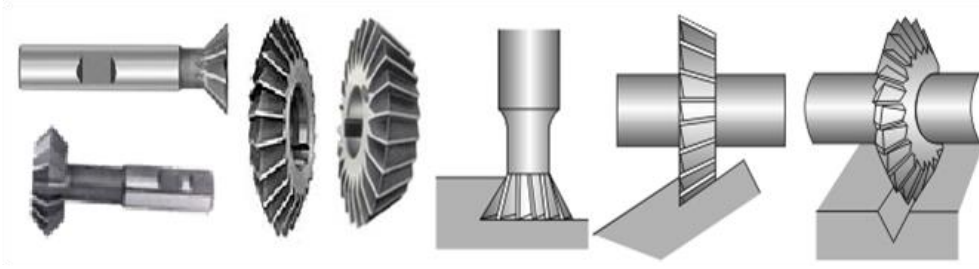
Şekil 12: Parmak Freze Çakıları [1]

**4- Kanal Freze Çakıları**, bu tür kesicilerin üç tarafında (alın, sağ ve sol) kesici uçları olduğu için aynı anda üç yüzeyde kesme yaparlar (Bakınız aşağıdaki şekil). Özellikle kanal açma işlemlerinde kullanılırlar.



Şekil 13: Kanal Freze Çakıları [1]

**5- Açılı Freze Çakıları**, açılı yüzeyleri ve kanalları üzerlerindeki açığa göre işlemeye yararlar.



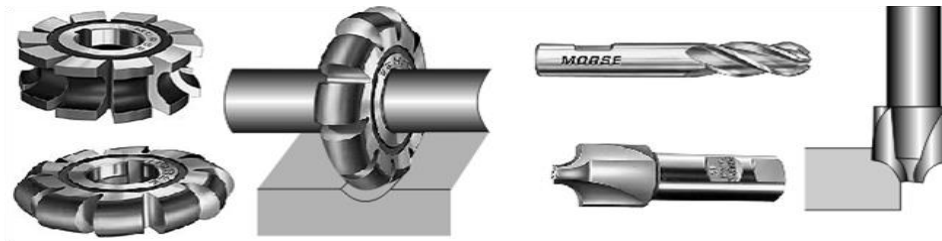
Şekil 14: Açılı Freze Çakıları [1]

**6- "T" Freze Çakıları**, tezgah tablalarında bulunan "T" kanallarının açılmasında kullanılırlar.



Şekil 15: "T" Freze Çakıları [1]

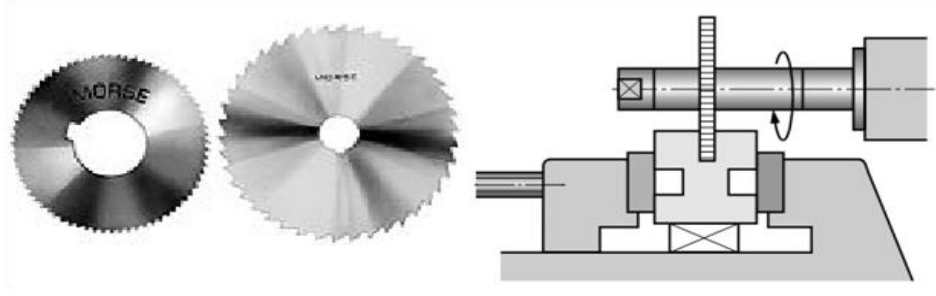
**7- Profil Freze Çakıları**, iş parçalarının belirli profillerde işlenmeleri için kullanılırlar (Bakınız aşağıdaki şekil).



Şekil 16: Profil Freze Çakıları [1]

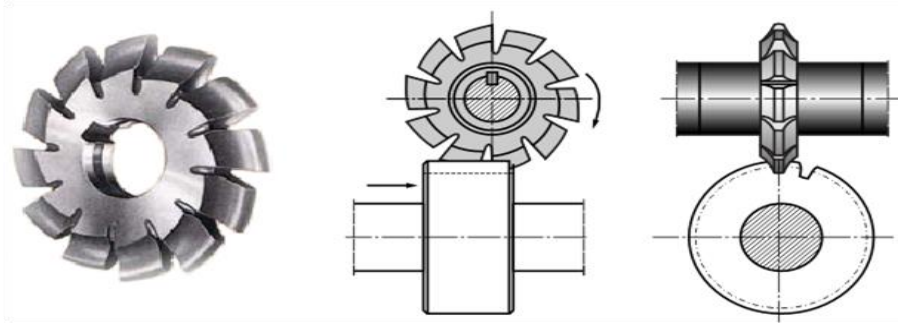
**8- Testere Freze Çakıları**, freze tezgahlarında kesme ve kanal açma işlemlerinde kullanılan kesicilerdir. Bu tür kesicilerin kalınlıkları 5 mm fazla olmaz.





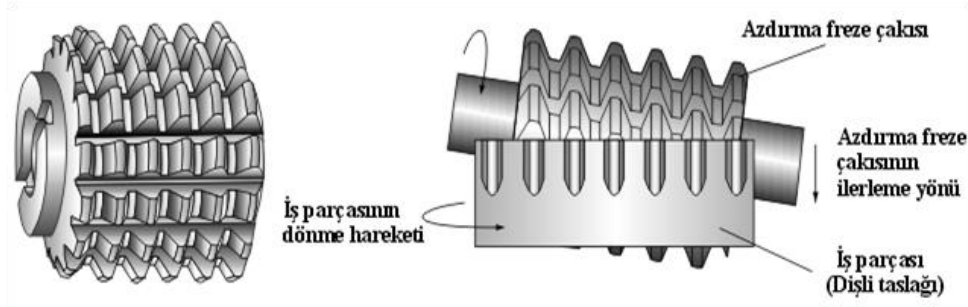
Şekil 17: Testere Freze Çakıları [1]

**9- Modül Freze Çakıları**, dişli çark açma ve diş profillerinde işleme için kullanılırlar (Bakınız aşağıdaki şekil).



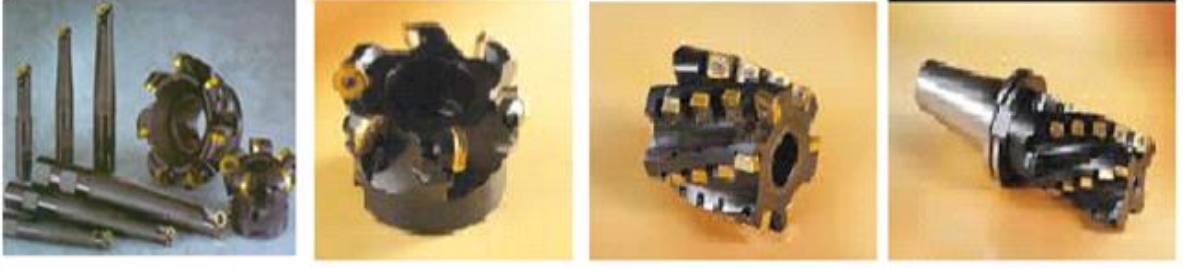
Şekil 18: Modül Freze Çakıları [1]

**10- Azdırma Freze Çakıları**, özel azdırma dişli tezgahlarında daha hassas ve seri olarak her türlü dişli çark imalatında kullanılan kesicilerdir (Bakınız aşağıdaki şekil). Ünlversal freze tezgahlarında açılan dişli çarklar seri ve istenilen hassasiyette olmadıkları için bu tür tezgah ve kesiciler tercih edilir.



Şekil 19: Azdırma Freze Çakıları [1]

**11- Sert Maden Uçlu Freze Çakıları**, daha sert malzemelerin yüksek devir ve ilerleme hızlarında işlenmeleri için kullanılırlar. Bu tür uçlar yukarıda açıklanan kesici takımların profillerindeki takımlara vida vb. bağlama yöntemleriyle tutturulurlar.



Şekil 20: Sert Maden Uçlu Freze Çakıları [1]

## FREZE TEZGAHI KESİCİ TAKIM MALZEMELERİ

- Karbon çelikleri ve takım çelikleri,
- Yüksek hız çelikleri,
- Sert maden uçlu kesiciler,
- Seramikler,
- Sermetler,
- Siyalonlar,
- Coroniteler,
- Elmaslar,
- Kübik Bor Nitrür (CBN)
- Çok Kristalli Kübik Bor Nitrür (PCBN)

### Freze Çakılarının Penslerle Bağlanması

Aşağıdaki şekilde görülen penslerle silindirik saplı kesiciler (matkap, parmak freze vb) tezgaha bağlanır. Kesici çapına göre uygun çaplı pens bağlamak için seçilir. Pens takımları genel olarak dikey freze tezgahlarında kullanılır. Pensler pens başlığı ya da pens adaptörü adı verilen aparata bağlanırlar. Kullanılacak olan pens, pens başlığına takılır ve adaptör kapağı önce elle daha sonra da özel anahtar ile sıkılır.



Şekil 21: Freze Çakılarının Penslerle Bağlanması [1]

## FREZE TEZGAHI DEVİR SAYISI - İLERLEME HESAPLAMALARI

Freze tezgahlarında devir sayısının hesaplanabilmesi için kesme hızının bilinmesi gerekmektedir. Kesme hızı işlenecek malzemeye göre değişmektedir. Farklı malzemelere ait kesme hızı değerleri Şekil 22’de verilmiştir.

İş Parçasının Malzemesi	Kesme hızı (m/dakika)	
	Seri Çelik	Sert Metal Uç
Döküm	16 – 20	50 – 90
Çelik (Orta sert)	18 – 26	100 – 130
Bronz	40 – 50	90 – 130
Prinç	50 – 60	120 – 200
Bakır	160 – 200	330 – 410
Aluminyum	250 – 350	400 – 600

Şekil 22: Farklı malzemelere ait kesme hızları [1]

Kesme hızı tespit edildikten sonra aşağıdaki formül ile devir sayısı hesaplanır.

$$V = \frac{\pi d n}{1000}$$

Burada V: Kesme hızı (m/dk) d: Parça çapı (mm), n: Devir sayısı (dev/dk) dir.

İlerleme hızı ise aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$F = n \cdot f_z \cdot z$$

Burada F: İlerleme Hızı (mm/dk) ,  $f_z$  Diş başına düşen ilerleme (mm/dev), z: Kesici uçta bulunan diş sayısıdır.  $f_z$  değeri kesici uçlar için farklı değerlere sahiptir ve kesici uç kataloğundan elde edilir.

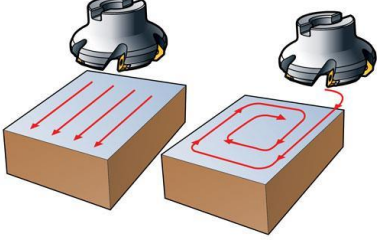
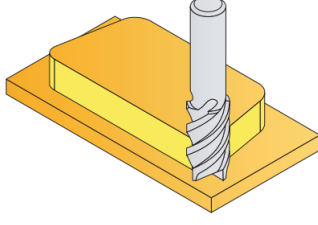
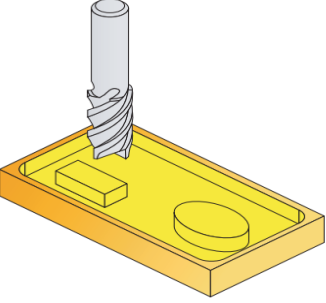
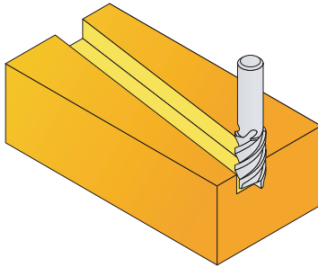
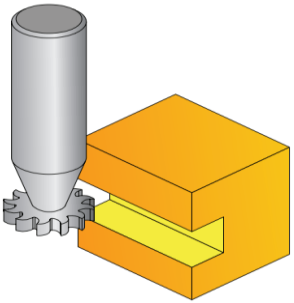
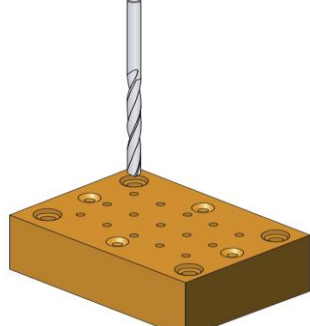
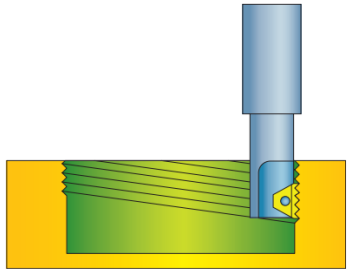
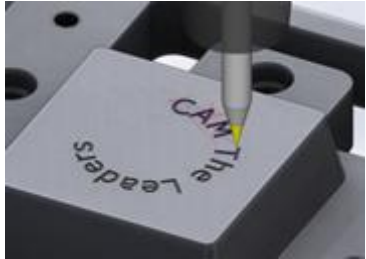
### Kesme Hızına Etki Eden Faktörler:

- Kesici takım malzemesinin cinsi,
- İş parçasının malzemesinin cinsi,
- Elde edilecek yüzey kalitesi,
- Talaş derinliği,
- Tezgahın gücü,
- Kesme sıvısının kullanılıp kullanılmaması.

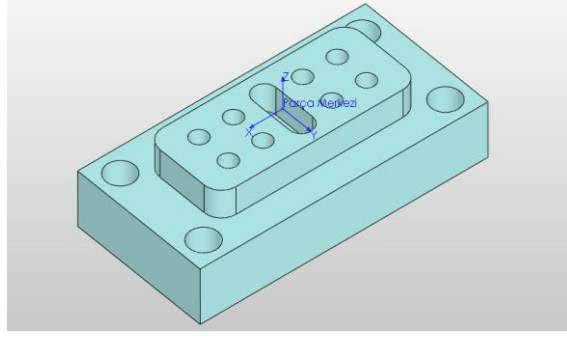
Kesme hızı her ne kadar formül ile hesaplansa da kesici takım imalatçısı firmaların test ve deneyler sonucunda elde ettikleri ve önerdikleri kesme hızı değerlerinin esas alınmasında yarar vardır. Bunun için mutlaka kesici takımını kullanacağımız firmaya ait kataloglardan yararlanmak gerekir.

## CNC FREZEDE TEMEL İŞLEME OPERASYONLARI

Tablo 1: Yaygın kullanılan işleme operasyonları [5]

<b>Alın Frezeleme</b>  The diagram shows two stages of face milling. In the first stage, a multi-toothed end mill is positioned above a rectangular workpiece. Red arrows indicate the direction of the cutting tool's rotation and its linear movement across the surface. In the second stage, the tool has moved forward, and a layer of material has been removed from the top surface of the workpiece.	<b>Profil İşleme</b>  The diagram illustrates profile milling. A cylindrical end mill is shown cutting a specific profile into the top surface of a rectangular workpiece. The workpiece is yellow, and the tool is grey.
<b>Havuz Açma</b>  The diagram shows pocket milling. A cylindrical end mill is used to create a rectangular cavity (pocket) in a yellow workpiece. The tool is shown in the middle of the operation, with a portion of the pocket already formed.	<b>Kanal İşleme</b>  The diagram illustrates slot milling. A cylindrical end mill is used to cut a narrow, deep slot into a yellow workpiece. The tool is shown cutting through the material.
<b>T Kanal Açma</b>  The diagram shows T-slot milling. A specialized T-slotting tool is used to cut a T-shaped groove into a yellow workpiece. The tool is shown cutting through the material.	<b>Delik Delme</b>  The diagram illustrates drilling. A standard drill bit is used to create a hole in a yellow workpiece. The tool is shown entering the material from the top.
<b>Diş Çekme</b>  The diagram shows chamfering. A chamfering tool is used to remove the sharp edges of a yellow workpiece, creating a beveled surface. The tool is shown cutting the edge of the material.	<b>Yazı İşleme (Pantograf)</b>  A photograph showing a pantograph engraving a metal part. The tool is engraving the text "CAM The Leaders" onto a grey metal block.

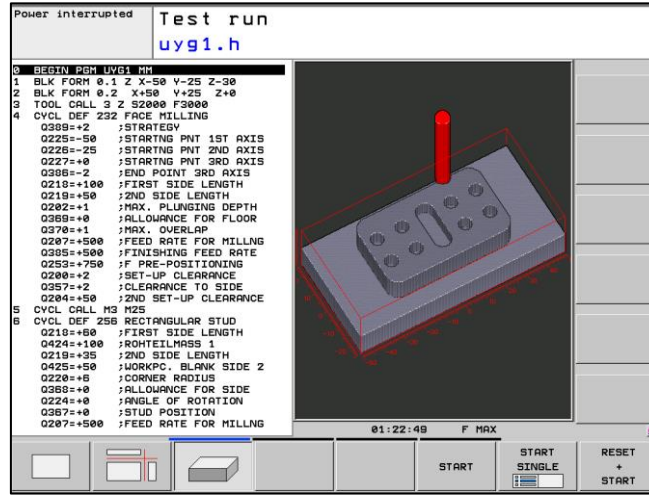
## Örnek Uygulamalar



Şekil 23: Örnek uygulama

### Uygulama Adımları:

- Parça işlem basamakları ve parametreleri belirlenir, iş emri çıkarılır.
- Parça, aynaya bağlanır.
- Kesici uç, takım tutucuya bağlanır.
- Parça üst yüzeyinden tam orta noktası orjin olacak şekilde parça sıfırı alınır.
- Yazılmış CAM program tezgaha çağrılır.
- Kontrol paneli üzerinden program simüle edilir. (Şekil 24)
- Program kontrollü bir şekilde başlatılır.
- Program sonunda parça, aynadan çıkartılır.



Şekil 24: Heidenhain Kontrol Paneli Üzerinde Örnek Parçanın İşlenmesi

## KAYNAKLAR

- [1] Ders Notu, Freze Tezgahları, H.ARSLAN, 2011.
- [2] Ders Notu, CNC Freze Tezgahları, MEGEP, 2013.
- [3] Web sitesi, <http://heidenhain.blueforum.cz/7306/tema/21379/strana/2>
- [4] Web sitesi, [http://www.hsmworks.com/docs/cncbook/en/#Ch04\\_VMCMachineMotion](http://www.hsmworks.com/docs/cncbook/en/#Ch04_VMCMachineMotion)
- [5] Solidcam 2009 Milling User Guide, Solidcam, 2009.