

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **MOBİLYA VE İÇ MEKÂN TASARIMI**

## **BİLGİSAYAR DESTEKLİ MOBİLYA ÜRETİM PROGRAMI**

**Ankara, 2014**

- 
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
  - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
  - **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. CNC TEZGÂHLARI VE PROGRAMLARI .....	3
1.1. CNC Tezgâhları .....	4
1.1.1. Tanıtılması ve yapısı .....	4
1.1.2. Çeşitleri ve uygulama alanları .....	5
1.2. CNC Tezgâhlarında Kullanılan Programlar .....	6
1.2.1. Cnc tezgâhlarında kullanılan programların tanıtılması .....	6
1.2.2. Program kodlarının tanıtımı .....	10
1.2.3. Program kodlarının kullanımı .....	17
1.2.4. İş resmini programa aktarmak .....	20
UYGULAMA FAALİYETİ .....	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	36
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	37
2. CNC TEZGÂHLARINDA CAD/CAM PROGRAMLARI İLE ÜRETİM .....	37
2.1. Simülasyon Modüllerinin Tanıtımı .....	37
2.2. Simülasyon Modüllerinin Kullanımı .....	37
UYGULAMA FAALİYETİ .....	47
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	51
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	52
CEVAP ANAHTARLARI .....	54
KAYNAKÇA .....	55

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Mobilya ve İç Mekân Tasarımı</b>
<b>DAL / MESLEK</b>	<b>Mobilya ve İç Mekân Ressamlığı</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Bilgisayar Destekli Mobilya Üretim Programı</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Mobilya ve iç mekân tasarımı alanında mobilya ve iç mekân ressamlığı dalında, bilgisayar destekli üretim programlarının kullanımı ve simülasyonlarının yapılması işlemi sırasında izlenecek tekniklerin uygulamayla anlatıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖN KOŞUL</b>	
<b>YETERLİK</b>	Bilgisayar destekli mobilya üretimi programlamak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında bu modülle ile bilgisayarda CAD/CAM programlarını kullanabilesiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Bilgisayar destekli mobilya üretim programına hazırlık yapabileceksiniz.</li><li>2. Bilgisayar destekli mobilya üretim programlama komutlarını kullanarak işlem yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Uygun çalışma ortamı ve bilgisayar laboratuvar ortamı <b>Donanım:</b> CNC makineler ve programları donanımları, CNC makinesi ve donanımları
<b>ÖLÇMEVE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Mobilya ve iç mekân tasarım alanında yapılan çalışmalar ile mekânların kullanılabilirliğini, estetik değeriyle de yaşadığımız ve çalıştığımız mekânların sıcak, sevimli ve renkli bir ortam hâline gelmesi amaçlanmaktadır. Bu alan sanatı ve tekniği birleştirerek ürünü ortaya çıkarır. Alanda yapılan çalışmalarda ahşap ve ahşap ürünleriyle birlikte boya, vernik, renk, cam, plastik, çelik ve metal gibi gereçler de kullanılmaktadır.

Bilgisayar teknolojisi ile seri üretimin entegrasyonu modern makinelerin üretimine yol açmıştır. Mobilya ve iç mekân tasarım alanında kullanılan genel işlem makinelerinde çalışacak kalifiyeli personel bulmak, üretilen tüm ürünlerde aynı kalite ve hassasiyetin sağlanması ve bunun sürekli kılınması yüksek maliyetlere neden olmaktadır. Teknolojinin gelişimi ve geliştirilen makinelerle daha az kalifiyeli elemana ihtiyaç vardır. Üretimdeki tüm ürünlerde aynı kalite ve ölçü hassasiyetinde üretimini sağlayan ve bilgisayar teknolojisi ile kontrol edilen CNC makineleri mobilya sektörümüzde uzun yıllardır yerini almış , gün geçtikçe alanları ve sayıları artmaktadır.

Mobilya ve iç mekân tasarım alanının mobilya iskeleti ve döşemesi dalında eğitim alan öğrencilerimiz günümüz piyasasında çalışacakları iş yerlerinin çoğunda CNC makinelerle çalışmaktadır.

Bu modülde bilgisayar destekli üretimde kullanılan CAM programının kullanmasını öğreneceksiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bilgisayar destekli mobilya üretim programına hazırlık yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Mobilya endüstrisinde kullanılan CNC makineleri internette inceleyiniz.
- Mobilya endüstrisinde hangi üretim alanlarında CNC makinelerin kullanıldığını araştırınız.
- Mobilya endüstrisinde kullanılan CNC makineleri üreten veya distribütörlüğünü yapan firmaların internet sitelerinden makinelerin çalışma videolarını inleyiniz.

## 1. CNC TEZGÂHLARI VE PROGRAMLARI

Günümüzde tarım ve insan iş gücü gereksinimini azaltmak ve seri imalata yani fabrikasyona geçebilmek için makineler ve bu makineler için takım tezgâhları tasarlanmıştır. Diğer makine sanayi ve otomotiv sanayinden sonra tarım makinaları imalatında da kullanılmaya gereksinim duyulmuştur. Bu tasarımcıların amacı başta da değindiğimiz gibi insan gücünü daha hızlı, güvenilir ve verimli aletlerle değiştirmek olmuştur. Uzun yıllar bu tezgâhlarda köklü bir değişiklik olmamıştır. Ama sürekli bir gelişme kaydedilmiştir. Çağımızın bilgisayar teknolojisi , metal kesme işlerinde bir çığır açmıştır. Bu olay genellikle "Bilgisayar Destekli Nümerik Kontrol" olarak isimlendirilir. Kısa adlandırılması ise CNC' dir. Bu tür takım tezgâhları diğer sanayi kollarından sonra da tarım makinaları sanayine sıçramış ve üreticileri bu tezgâhlara yatırıma sevk etmiştir. Bu sayede tarım makinaları sanayi Avrupa standartlarına yaklaşma eğilimi göstermiş ve imalatta seri, hatasız üretime başlanmıştır. Bu çalışmamızda CNC 'nin tanıtılması, tezgâh çeşitleri ve programlama tekniklerine değinilecektir.

CNC, bilgisayarlı nümerik kontrolde (Computer Numerical Control ) temel düşünce takım tezgâhlarının sayı, harf vb. sembollerden meydana gelen , belirli bir mantığa göre kodlanmış komutlar yardımıyla işletilmesi ve tezgâh kontrol ünitesinin (MCU) parça programını açıklayan sistemdir.



**Resim 1.1: Mobilya alanında kullanılan CNC makine görünümü**

Bilgisayarlı nümerik kontrolde tezgâh kontrol ünitesinin kompütürize edilmesi sonucu programların muhafaza edilebilmelerinin yanında parça üretiminin her aşamasında programı durdurma, programda gerekli olabilecek değişiklikleri yapabilmek, programa kalınan yerden tekrar devam edebilmede ve programı son şekliyle hafızada saklama mümkündür. Bu nedenle programın kontrol ünitesine bir kez yüklenmesi yeterlidir. Programların tezgâha transferleri delikli kâğıt şeritler (Punched Tapes) , manyetik bantlar (Magnetic Tapes) vb. veri taşıyıcılar aracılığıyla gerçekleştirilir.

## **1.1. CNC Tezgâhları**

### **1.1.1. Tanıtılması ve Yapısı**

NC tezgâhlar, üzerine özel bir standarda göre delikler delinmiş bantlar ile "otomatik" olarak işleme yaparlar. CNC makineler, üzerine monteli bir bilgisayar aracılığı ile programlanarak otomatik olarak işleme yapan makinelerdir.

Bütün NC takım tezgâhlarının kendilerine özgü kapasite, operasyon yetenekleri ve bir takım karakteristik özellikleri vardır. Bu nedenle tezgâhın sahip olmadığı hiçbir işlem özelliği o tezgâha yaptırılamaz.

NC takım tezgâhlarında hafıza bulunmadığından bu tür tezgâhlarda blok veri sırası ile okunur ve işleme konulur. Bir iş parçasının imalatı esnasında tezgâhın kontrol ünitesi (Machine Control Unit) bir bloktaki bütün verileri okur ve tezgâhta gereken işlem operasyonlarını yerine getirir. Operasyonlar tamamlandıktan sonra bir sonraki bloka geçilir. Bu işlem sırasıyla program sonuna kadar devam eder.

CNC takım tezgâhlarında eksen olarak adlandırılan iki veya daha fazla hareket doğrultusu vardır. Eksenler hareket ettiği doğrultu boyunca hassas bir şekilde otomatik olarak pozisyonlandırılır. CNC tezgâhlarda NC tezgâhlardan farklı olarak program



durdurulabilir, değiştirilebilir, değiştirilmiş olan program son şekliyle hem işletilir hem de hafızaya alınır. Sistemde takım parçaları, boyutları vs. operatör tarafından CNC takım tezgâhına tanımlandırılabilir ve tüm bu parametrelerin kontrol ünitesine bir kere tanımlanması yeterlidir. CNC tezgâh kontrol ünitesi bir güç kaynağı ile beslenir ve herhangi bir enerji kesintisinde program saklanır. Ayrıca CNC takım tezgâhlarında parça işlenmesi sırasında operatör müdahalesi yoktur ve böylece hem operatör hataları minimize edilir hem de maksimum iş güvenliği sağlanır. Ayrıca CNC takım tezgâhlarında iş parçası hassas ve devamlı aynı ölçüde çıkar yani CNC takım tezgâhlarının tekrarlama ve pozisyonlama hassasiyeti çok yüksektir.

CNC takım tezgâhlarının avantajları yüksek verimlilik ve parça kalitesi, kolay kalite kontrol, ek aparat ihtiyaç ve stokunun az olması ve tek bağlamada birden fazla işlem yapılabilmesidir. CNC takım tezgâhlarında işlem süreleri sabit olduğundan üretim plan, takip ve denetimi kolaydır. Önceden zaman ve maliyet tespit imkanı CNC takım tezgâhlarına çalışma ve dizayn esnekliği sağlar.

### 1.1.2. Çeşitleri ve Uygulama Alanları

CNC takım tezgâhları; mobilya, uçak ve helikopter sanayi, otomotiv başta olmak üzere çok çeşitli makina sanayi kollarında kullanılmaktadır.

#### ➤ CNC Tezgâh Çeşitleri:

- CNC İşleme Merkezi
- CNC Freze
- CNC Ahşap İşleme Makinesi
- Punch Tezgâhı
- Abkant
- CNC Plazma tezgâhı. Daha çok gemi inşaat sektöründe kullanılır. Yatay durumda ki metal levhaları ( 200 mm - 3 mm) kesmek için kullanılır.

CNC makineleri kullanmak (programlamak) için G (hazırlık) kodları, M (yardımcı) kodları kullanılır. CNC makinelerin programlanmasında iki çeşit standart söz konusu olmaktadır.

1-ISO (Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu) standardı

2-DIN (Alman Normları Enstitüsü) standardı

Makine üreten firmalar bu standartlar çerçevesinde bu kod sistemlerini daha da geliştirmiş ve daha çeşitli hale getirmişlerdir.

Günümüzde CNC makinelerin daha verimli, daha hızlı ve hatasız programlanabilmesi için CAD (bilgisayar destekli dizayn) ve CAM (bilgisayar destekli üretim) programları kullanılmaktadır. Bilgisayarlarda oluşturulan tasarımlarda yine bilgisayarlarla CNC makineler için işleme aşamalarına karar verilip bunlar simülasyonla kontrol edilir ve işleme için G kodları oluşturulur.

CAD, CAM, CNC: En basit ifadeyle, mekanik işleme gerektiren bir çalışmayı (delme, kazıma, boyama vs.), bilgisayardan gelen komutlara göre otomatik olarak yapan makinelere CAD CAM CNC makineleri denir.

CAD, CAM ve CNC ile örneğin dikdörtgen şeklindeki bir tahta parçasını evdeki el aletlerini kullanarak daire şekline getirmek istersek, tahta üzerine pergelle istediğimiz çapta daire çizer, ardından testere ile daire dışında kalan fazlalıkları keseriz. Güzel bir daire olması için dairenin çevresi üzerinde bu kez törpü ve zımpara ile daha titiz çalışır ve nihayetinde tahtadan dairemizi yapmış oluruz. Eğer dekupaj testereniz varsa bu işi çok daha çabuk yapabilirsiniz. Ancak tam daire olması için yine törpü ve zımpara ile temiz çalışma gerekecektir.

## **1.2. CNC Tezgâhlarında Kullanılan Programlar**

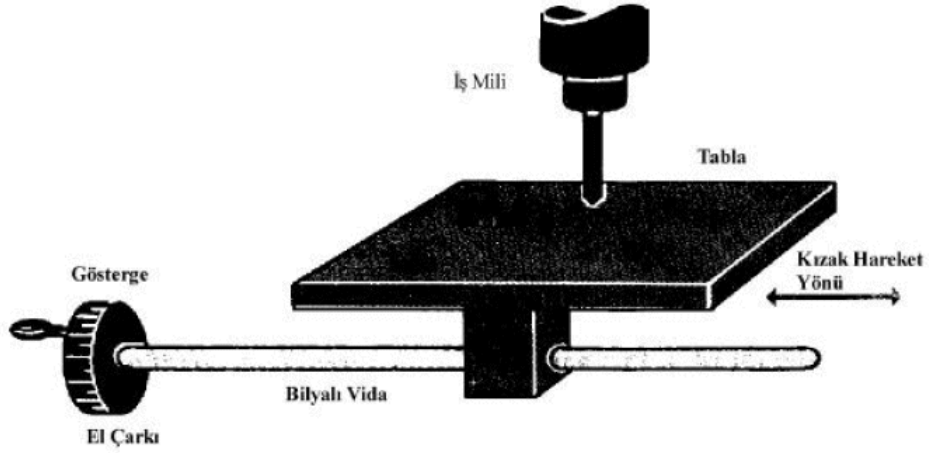
### **1.2.1. Cnc Tezgâhlarında Kullanılan Programların Tanıtılması**

#### **1.2.1.1. Hareket Kontrolü**

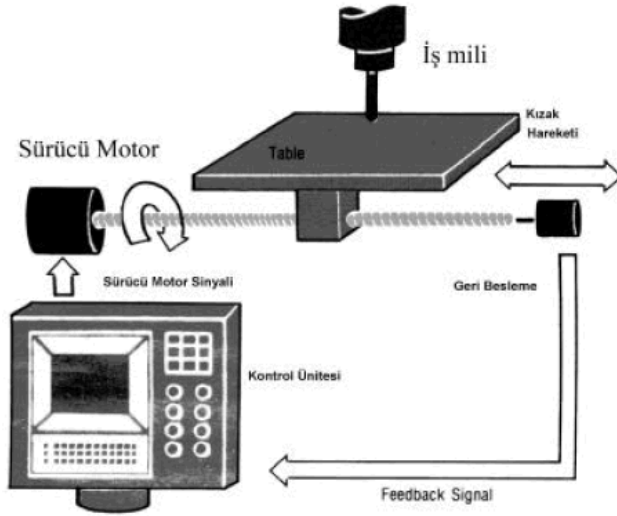
Herhangi bir CNC takım tezgâhının en temel fonksiyonu otomatik, hassas ve tam bir hareket kontrolü sağlayabilmesidir. Tüm CNC takım tezgâhlarında, iki veya daha fazla hareket doğrultusu vardır ve bunlar eksen olarak adlandırılır. Bu eksenler hareket ettiği doğrultu boyunca otomatik olarak hassas bir şekilde pozisyonlandırılır.

CNC tezgâhlarda kullanılan en yaygın eksen tipleri lineer (belirli bir doğru boyunca tahrik edilen) ve döner (dairesel bir yay boyunca tahrik edilen) eksenler şeklindedir.

Konvansiyonel takım tezgâhında bir mekanizmayı elle döndürmek suretiyle kızak eksenlerine hareket vermek yerine, CNC tezgâhlarda hareket, eksenlere bağlı olan bir döndürme işlemiyle elde edilmektedir. Şekil 1'de konvansiyonel bir takım tezgâhında tabla hareketinin nasıl yerine getirildiği, Şekil 2'de ise; aynı hareketin CNC takım tezgâhında nasıl yerine getirildiği gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Konvansiyonel takım tezgâhında tabla hareketi



Şekil 1.2: CNC makinelerin çalışma prensibi

Konvansiyonel bir makine kızağı, el çarkını döndüren operatör tarafından hareket ettirilir. Kızağın hassas pozisyonlandırılması operatörün tur sayısını sayması ile elde edilen değere göstergede gösterilen skalanın eklenmesi ile yerine getirilir.

Kontrol sisteminde icra edilen CNC komutu, sürücü motora hassas olarak kaç artım yapılacağını belirtir. Sürücü motorun dönmesi sonuçta bilyeli vidayı döndürür, bilyeli vidanın dönmesi ile lineer eksen tahrik hareket ettirilir. Bilyeli vidanın diğer ucunda bulunan bir geri besleme cihazı kontrol sistemine komut olarak verilen artım sayısına ulaşıp ulaşılmadığını bildirir.

### 1.2.1.2. Eksen Hareketlerinin Kontrolü

CNC kullanıcısına programda verilen lineer hareket miktarını hesaplayıp sürücü motorlara kaç tur daha dönmesi gerektiğini hesaplamasını belirtmek gerçekçi olmayacaktır. Bunun yerine, tüm CNC kontrol sistemleri koordinat sistemlerinin bazı yapılarını kullanmak suretiyle esken hareketlerinin çok daha basit ve lojikel bir yapıda komut olarak verilmesine imkân tanır. CNC takım tezgâhlarında kullanılan iki popüler koordinat sistemi; Kartezyen koordinat sistemi ile polar koordinat sistemidir. Bununla birlikte en yaygın olarak kullanılan koordinat sistemi Kartezyen koordinat sistemidir ve bu kısımda aksi belirtilmediği sürece Kartezyen koordinat sistemi kullanılacaktır.

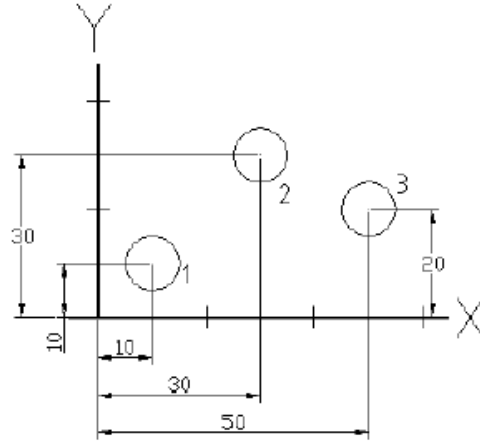
Takım tezgâhının her bir lineer eksenini bir grafikteki temel bir çizgi gibi düşünülebilir. Grafiğin temel çizgileri gibi, eksenler artım miktarlarına bölünür. CNC takım tezgâhına ait Kartezyen koordinat sistemdeki her bir lineer eksen en küçük ölçüm değerleri cinsinden artımlara bölünür. Metrik sistemde en küçük artım birimi 0.001 mm dir. (Döner eksen için en küçük artım birimi 0.001 derecedir).

Grafikte olduğu gibi, CNC takım tezgâhı koordinat sistemindeki her bir eksenin de bir yerde başlangıç noktası olmalıdır. Yatay ve dikey temel çizgilerin kesiştiği yer (her iki temel çizginin de başlangıç noktası) grafiğin orijin (temel) noktası olarak adlandırılır. Bu orijin noktası CNC'lerde yaygın olarak program sıfır noktası (aynı zamanda iş parçası sıfır noktası, iş parçası sıfırı veya program orijini olarak da adlandırılır) olarak adlandırılır.

Eksen hareketlerinin CNC takım tezgâhında yaygın olarak nasıl belirtilebileceğini göstermektedir. Bu örnekte kullandığımız iki eksen X ve Y olarak adlandırılmaktadır. CNC takım tezgâhında eksen isimlerinin değişebileceği düşünülmelidir (eksenleri adlandırmada kullanılan yaygın isimler arasında X, Y, Z, A, B, C, U, V ve W gösterilebilir); bu örnek sadece eksen hareketlerinin nasıl kumanda edildiğini göstermek amacıyla verilmektedir.

Şekilde 3 te görüldüğü gibi, iş parçasının sol alt köşesi her bir eksenin sıfır noktasına uygun düşecek şekilde alınmıştır; yani iş parçasının sol alt köşesi program sıfır noktası olarak alınmaktadır. Programı yazmadan evvel, programcı ilk olarak program sıfır noktasının parça üzerinde neresi kabul edileceğini belirler. Tipik olarak program sıfır noktası tüm ölçülerin başladığı nokta olarak seçilir.

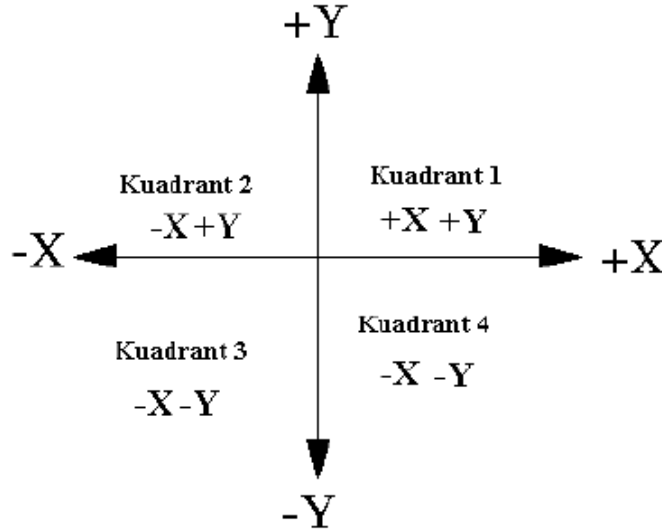
Bu teknik ile programcı program sıfır noktasının sağ tarafındaki 10mm'lik pozisyona takımı göndermek istediği takdirde programda X10.0 kodunu kullanır. Eğer programcı takımı program sıfır noktasından 10 mm yukarıda bulunan bir pozisyona göndermek ister ise programa Y10.0 şeklinde komut vermesi gerekir. Kontrol sistemi, komut olarak verilen pozisyona ulaşması için eksene hareket veren servomotorun ve buna akuple edilmiş olan bilyeli vidanın kaç artım döndürülmesi gerektiğini otomatik olarak hesaplar. Bu sayede programcıya eksen hareketlerinin çok daha basit bir yapıda verdirilmesi gibi bir yarar sağlar. Şekil 3'te verilen örnekte takımın program sıfır noktasından 1 ile belirtilen pozisyona gitmesi için X10.0 Y10.0 şeklinde bir komutun verilmesi gereklidir.



**Şekil 1.3: CNC makinelerin koordinat sistemi**

Bu kısma kadarki örneklerde, tüm noktalar program sıfır noktasının ya sağında veya yukarısında kalacak şekilde verilmiştir. Program sıfır noktasının sağ ve yukarı ile oluşturulan bu alan kuadrant olarak (bizim örneğimizde 1nci kuadrant) adlandırılır. CNC tezgâhlarda programlama esnasında eksene hareket verdirmek için gerekli olan bitiş noktası koordinatlarının diğer kuadrantlarda verilmesi pek yaygın değildir. Bununla birlikte böyle bir durum ile karşılaşıldığı durumda en azından eksen koordinatlarından bir tanesinin eksi işaretli olarak verilmesi gerekmektedir.

Aşağıdaki şekilde dört adet kuadrant ve bunlara uygun düşen eksen koordinat değerlerinin işaretleri gösterilmektedir.



**Şekil 1.4. Programlamada kullanılan kuadrant bölgeleri**

### ➤ **Absolute (Mutlak) Ve Incremental (Artımsal) Hareket**

Bu kısma kadar bahsedilen tüm koordinat değerleri mutlak programlama modu kabul edilmek suretiyle verilmiştir. Mutlak programlama modunda, eksen hareketleri için gerekli olan koordinatların bitiş noktaları program sıfır noktası baz alınmak suretiyle belirtilir. Programlamaya yeni başlayanlar için, hareket komutlarının verilmesi esnasında, bitiş noktası koordinatlarının bu mod ile verilmesi en kolay ve pratik olan bir yoldur. Bununla birlikte eksen hareketleri için gerekli olan bitiş noktası koordinatlarının belirtilmesinde bir başka yol (artımsal) da kullanılmaktadır.

Artımsal modda, hareket için gerekli olan bitiş noktaları takımın mevcut konumunun referans alınması suretiyle belirtilir. Burada program sıfır noktası baz olarak alınmamaktadır. Bunun yerine takımın bulunduğu konum referans alınmaktadır. Hareket komutlarının verilmesinde programcı daima "takımı daha ne kadar hareket ettirmeliyim?" sorusunu kendisine soruyor olacaktır. Bazı durumlarda artımsal mod çok faydalı olsa da, genel olarak bu metot ile program yazmak oldukça zor bir yoldur. Hareket komutlarını verirken dikkatli olunması gerekmektedir. Genel olarak programlamaya yeni başlayanlar, artımsal modda program yapma eğilimindedirler. Mutlak programlama modunda çalışma durumunda programcı daima "takım hangi pozisyona hareket ettirilecek?" sorusunu kendisine sorar. Bu pozisyon değeri program sıfır noktasına göre elde edilen pozisyon değeridir.

Mutlak modda program yazma esnasında verilecek hareket komutu için pozisyon belirleme olayının çok kolay olmasının yanında, bu modda çalışmanın bir başka yararı da hareket komutlarının verilmesi esnasında hata yapma olayının en aza indirilmesidir. Programlama esnasında bir hareket komutunda hata yapılmış ise, sadece bu kısımdaki komut düzeltilir; diğer kısımlarda düzeltme yapılmasına gerek yoktur. Diğer taraftan artımsal modda benzeri bir hata yapıldığında ise, aynı hata hatanın yapıldığı noktadan sonraki diğer tüm kodlara yansiyacak ve bu da işi oldukça zorlaştıracaktır.

### ➤ **Program Sıfır Noktasının Atanması**

CNC kontrol sisteminde program sıfır noktasının bir şekilde belirtilmesi gerekmektedir. Bu sıfır noktasının belirtilme yöntemi makineden makineye ve kontrolden kontrole farklılık gösterir. Bununla birlikte çoğu kontrol sistemi imalatçısı aşağıda bahsedilen yöntemlerden bir tanesini veya ikisini kullanmak suretiyle program sıfırının atanmasını bünyesinde barındırır. Bu yöntemlerden eski bir metot olan birinci metot da program sıfır noktası program içinde atanmaktadır. Bu metot ile programcı program sıfır noktasının takımın bulunduğu konuma göre nerede bulunduğunu G92 kodunu kullanmak suretiyle belirtir. Genel olarak bu kod ya programın başında veya takım çağırma işlemi sonrasında belirtilir.

## **1.2.2. Program Kodlarının Tanıtımı**

Çoğunlukla piyasada bulunan CNC kontrol sistemlerinin tamamı programlama amacıyla kelime adres formatını kullanırlar. Kelime adres formatından farklı olarak bazı CNC kontrol sistemi imalatçıları nadiren de olsa Diyalog Sistemli Programlama vasıtasıyla

programların yapılmasına imkân tanır. Buna karşın, bu çalışmada kelime adres formatı ile programlama işleminin nasıl yapılacağı konusuna değinilecektir. Kelime adres formatında CNC tezgâh programı cümle benzeri komutlardan oluşmaktadır. Cümle benzeri komutlar ise kelime olarak adlandırdığımız bileşenlerden oluşmaktadır. Bir kelime ise, harfleri ifade eden bir adres ile bunu takip eden sayısal bir ifadeden oluşmaktadır. Harfler CNC kontrol sistemine kelime tipini (X, Y, Z, R, T, S, M v.s.), bunu takibeden sayısal değer ise bu adresin alacağı sayısal değeri belirtir. Türkçe 'de kullanılan cümlelerin kelimeler vasıtasıyla oluşturulduğu gibi, CNC tezgâh programı da bir dizi CNC tezgâha özgü cümlelerin arda arda sıralanması ile oluşturulur.

Aşağıdaki örneğe bakalım:

G 90 G54 G00 X100.05 Y150.3 Z40. S1200 M03 ;

↓ ↓

Adres Sayısal  
değer

┌──────────┐  
kelime

CNC tezgâh programının oluşturulabilmesi için CNC tezgâh programcısı verilen iş parçasını işlemek için gerekli olan işlem basamaklarını ilk olarak gözünde canlandırır ve canlandığı işleme operasyon sırasına göre parça programını oluşturur. Sonuçta hafızasında canlandığı işlem operasyonlarını kademe-kademe CNC tezgâha program olarak yazar. Programcı programı yazmadan evvel parçayı işleyebilmek için, ne tür takımlara gereksinim duyulduğunu ve bu takımların hangi sıra ile işleme operasyonunu yapacağını ve bu işleme operasyonlarının nasıl bir sıra takip edilmek suretiyle yerine getirileceğini hafızasında canlandırmalıdır. Eğer bu canlandırma operasyonunu programcı yerine getiremiyor ise, programlama esnasında problemler ile karşılaşacak ve parça programını yazamayacaktır. İşte usta makine operatörlerinin neden en iyi CNC tezgâh programcısı oldukları gerçeğinin ardında bu yatar. Deneyimli bir makine operatörü, yapılmakta olan herhangi bir işleme operasyonunu hafızasında rahatlıkla canlandırabilme kabiliyetine sahiptir.

Bir CNC tezgâhta parçayı işlemek için gerekli olan programda CNC tezgâha işleme operasyonunu adım adım terfi eden işleme operasyon basamaklarından (cümle) oluşmaktadır. Eğer programda bir hata yapılmış ise, işlenmek amacıyla programlanan iş parçası elde edilemeyecektir. Aşağıda CNC işleme merkezinde iş parçası üzerinde iki adet delik delen bir program verilmektedir. Programda parantez içinde belirtilen komutlar yerine bunların CNC tezgâh dilinde karşılıkları verilmiştir:

## ➤ PROGRAM TERİMLERİ

- **Program Numarası (O 0001)**

CNC programının başlangıcında O adresinden sonra, 4 rakama kadar program numarası girilir. Aynı program numarası birden fazla programa verilemez. Her bir parçanın (değişik parçanın) programına farklı Program Numarası verilerek hafızada saklanır.

**Örnek:** İki işleme işlenecek parça için de iki farklı program numarası verilmelidir.

1. İşleme için Program Numarası O 0001;
2. İşleme için Program Numarası O 0002;

- **Program Satır Numarası (N 10)**

N adresinden sonra kontrol ünitesi modeline göre 4 ve 5 rakama kadar Program Satır Numarası verilir.

*Satır Numarası:*

- *Yeni programın kontrolünde,*
- *Normal Operasyonda,*
- *Program içerisinde herhangi bir satırı çağırma kullanılır.*

Genellikle program içindeki önemli yerlerde, programın arada bir yerden başlatılması gerektiğinde, satırı çağırma kolaylığı nedeniyle Satır Numarası verilir. Örneğin, bir takım için operasyonun başladığı yerde Satır Numarası verilir.

- **Parça Programı**

Belirli bir mantıksal sıraya göre yazılmış ve iş parçasının işlenmesi için gereken tüm bilgileri içeren, alfabetik, nümerik, alfanümerik ve sembollerden meydana gelen programlara denir.

- **Adres**

CNC programında A' dan Z' ye kadar olan her bir karakter adres olarak tanımlanır.

Örneğin X, Y, Z, T, F, G, S, G, M vb.

**N10 G00 X0. Z2. T0101;**

- **Data**

CNC programında her adresten sonra gelen sayısal değerler (işaret ve ondalık nokta içeren) "DATA" olarak adlandırılır.

**N10 Z2. T0101; G00 X0. ;**



- **Kelime**

Adres ve dataları içeren ve her bir program satırını oluşturan en küçük birimdir.  
**N10 G00 X0. Z2. T0101;**

- **Blok**

CNC programında anlam bütünlüğü oluşturan satır ya da satırlara denir. Her program bloku " ; " ile biter.

- **Koordinat Komutları**

***A - Mutlak Koordinat Sistemine Göre (Absolute Coordinate System)***

Bu tür koordinat sisteminde kesici takım iş parçası sıfır noktasına (X0, Z0) göre verilir.

- 1 noktasında konum **X20. Z10. ;**
- 2 noktasına hareket **X10. Z-5. ;**

***B - Eklemeli Koordinat Sistemine Göre (Incremental Coordinate System)***

Bu tür koordinat sisteminde kesici takım son bulunduğu noktaya göre verilir. Bu koordinat sisteminde X eksenini için U, Z eksenini için W adresleri kullanılır.

- 1 noktasında konum **X20. Z10. ;**
- 2 noktasına hareket **U-10. Z-15. ;**

***Not:*** X ve U adresleri ile girilen değerler çap değerleridir. Ancak gerçekte takım hareketi yarıçap kadar olur.

Kesici takım bulunduğu bir noktadan bir başka noktaya hareket ettirilmek istenildiğinde iki farklı şekilde gönderilebilir;

- **CNC Parça Programlamada İşlem Sırası**

CNC programı yazılmadan önce aşağıdaki işlem sıralarına dikkat edilmesinde büyük fayda vardır.

- 1- CNC tezgâhının işlem bölgesi belirlenir.
- 2- İş parçasının tezgâha bağlanma şekli belirlenir.
- 3- İşlem sıraları belirlenir. (Örneğin, alın tornalama, dış çap tornalama, pah kırma, delik delme vb.)
- 4- İşleme türüne göre gerekli paso derinlikleri (talaş miktarları) belirlenir.
- 5- Finiş tornalama için bırakılacak paso miktarları belirlenir.
- 7- Kesme Hızı, Devir Sayısı ve İlerleme ile ilgili değerler belirlenir.
- 8- CNC programı önce kâğıt üzerine yazılır.

- 9- Yazılan program CNC tezgâhı kontrol ünitesinde diyalog programlama ile yazılır.  
10- Yazılan programın Grafik Benzetimi (Simülasyonu) kontrol ünitesi ekranında izlenir ve varsa hatalar düzeltilir.  
11- İlk iş parçası Adım Adım Modunda (Step by Step Mode) kontrollü bir biçimde işlenir.  
12- İlk iş parçası imalatı sonunda;

- Kesici takımların sağlıklı hareket edip etmediği,
- Herhangi bir yere çarpıp çarpmadığı,
- Verilmiş olan paso miktarlarına göre tezgâhın kesme koşulları,
- Programda girilmiş olan kesme hızı, devir sayısı ve ilerleme değerlerinin uygun olup olmadığı kontrol edilir.

Bu değerlerde değişiklik yapılması gerekiyorsa CNC programından değiştirilmektense Tezgâh Kontrol Ünitesi üzerindeki "Spindle Override" ve "Feed Override" düğmelerinden ayarlanması tavsiye edilir.

13- İşlenmiş olan iş parçasının ölçüleri imalat resmine göre kontrol edilir. Ölçüsel farklılıklar varsa ilgili kesici takımın "Ofset Sayfasına" girilir ve gerekli düzeltmeler (çap ve boy) yapılır.

14- Yapılan son düzeltmelere göre işlenen ikinci iş parçasının ölçüleri tekrar kontrol edilir. Herhangi bir olumsuzluk yoksa artık seri imalata (Nonstop Mode) geçilir.

## • Program Kodları

### ➤ G Kodları (CNC Torna Tezgâhı)

- **G00** Kesici takımın talaş kaldırmadan boşta yaptığı hızlı hareket
- **G01** Kesici takımın talaş kaldırarak yaptığı hareket. Bu hareket hızlı değil belirtilen F değerinde yapılır.
- **G02** Saat ibresinin dönüş yönünde (CW) eğrisel interpolasyon. Bu hareket hızlı değil belirtilen F değerinde yapılır.
- **G03** Saat ibresinin dönüş yönünün aksi yönde (CCW) eğrisel interpolasyon. Bu hareket hızlı değil belirtilen F değerinde yapılır.
- **G04** Belirlenen zamanda bekleme.
- **G17** XY düzlem seçimi
- **G18** XZ düzlem seçimi
- **G19** YZ düzlem seçimi
- **G20** İnç ölçü sistemi
- **G21** Metrik ölçü sistemi
- **G27** Referans noktasına dönüş
- **G28** Tezgâhın Sıfır Noktasına (Machine Zero Point) gönderilme komutudur. Tezgâh ilk açıldığında bu işlemi kendisi yapar ancak program başlangıcında da G28 yazılarak isteğe bağlı olarak yaptırılabilir.

- **G33** Sabit adımlı vida açma
- **G34** Değişken adımlı vida açma
- **G40** Kesici Takım Uç yarıçap telafisi iptali
- **G41** Kesici Takım Uç yarıçap telafisi Solda
- **G42** Kesici Takım Uç yarıçap telafisi Sağda
- **G50** Maximum tezgâh devir sayısı sınırlaması
- **G54** İş parçası sıfırı
- **G70** Finiş tornalama çevrimi
- **G71** Z eksenine paralel Kaba Dışçap Tornalama Çevrimi. Finiş işlemi G70 ile yapılır.
- **G72** X eksenine paralel Kaba Dışçap Tornalama Çevrimi. Finiş işlemi G70 ile yapılır.
- **G73** Kaba profil tornalama çevrimi. Finiş işlemi G70 ile yapılır.
- **G74** Z ekseninde gagalamalı delik delme
- **G75** Kanal açma çevrimi
- **G76** Çoklu paso ile vida açma çevrimi. Bu çevrimde dış açmadaki her bir paso derinliğinin programcı tarafından girilmesi istenildiğinde kullanılır. Paso derinliklerini isteğine göre programcı belirler.
- **G80** Delik delme çevrimlerinin iptali
- **G83** Kademeli delik delme çevrimi (Z ekseninde)
- **G84** Kılavuz çekme çevrimi
- **G86** Delik büyütme çevrimi
- **G90** Z eksenine paralel Rectangle Tornalama Çevrimi. Bu çevrim G71' den farklı olarak tek bir satırda yapılır.
- **G92** Dış açma komutu. Bu çevrimde her bir dış açma pasosu tek bir çevrim şeklinde işlenir.
- **G94** X eksenine paralel Rectangle Tornalama Çevrimi. Bu çevrim G71' den farklı olarak tek bir satırda yapılır.
- **G96** Sabit Kesme Hızı (CSS - Constant Surface Speed)
- **G97** Sabit devir sayısı
- **G98** İlerleme birimi mm/dakika
- **G99** İlerleme birimi mm/devir

➤ **M Kodları (CNC Torna Tezgâhi)**

- **M00** Program durdurma, tekrar başlamak için Cycle Start düğmesi kullanılır.
- **M01** İsteğe bağlı durdurma, tekrar başlamak için Cycle Start düğmesi kullanılır.
- **M02** Program sonu
- **M03** Tezgâh milini saat ibresi dönüş yönünde (CW) döndür.
- **M04** Tezgâh milini saat ibresi tersi dönüş yönünde (CCW) döndür.
- **M05** Tezgâh milini durdur.
- **M06** Kesici takım değiştirme
- **M08** Kesme sıvısını çalıştır.

- **M09** Kesme sıvısını kapat.
- **M10** Ayna kapama (iş parçasını sıkma)
- **M11** Ayna açma (iş parçasını çözme)
- **M17** Alt program sonu
- **M30** Program sonu ve başlangıca dön.
- **M98** Alt program çağırma

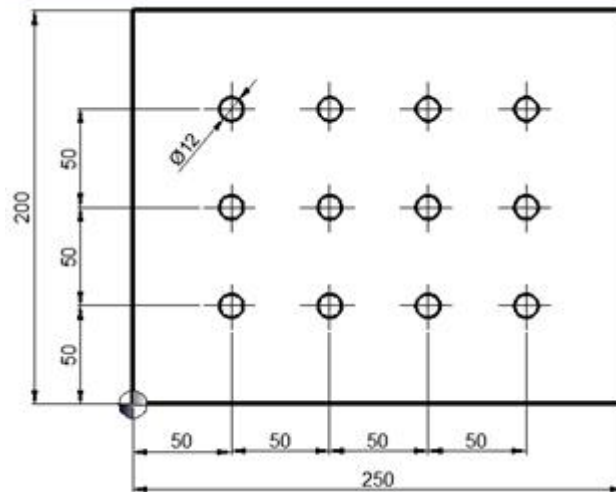
- **G Kodları (CNC İşleme Merkezi)**

- **G00** Kesici takımın talaş kaldırmadan boşta yaptığı hızlı hareket
- **G01** Kesici takımın talaş kaldırarak yaptığı hareket. Bu hareket hızlı değil belirtilen F değerinde yapılır.
- **G02** Saat ibresinin dönüş yönünde (CW) eğrisel interpolasyon. Bu hareket hızlı değil belirtilen F değerinde yapılır.
- **G03** Saat ibresinin dönüş yönünün aksi yönde (CCW) eğrisel interpolasyon. Bu hareket hızlı değil belirtilen F değerinde yapılır.
- **G04** Belirlenen zamanda bekleme.
- **G17** XY düzlem seçimi
- **G18** XZ düzlem seçimi
- **G19** YZ düzlem seçimi
- **G20** İnç ölçü sistemi
- **G21** Metrik ölçü sistemi
- **G24** Dikdörtgen cep frezeleme
- **G25** Dairesel cep frezeleme
- **G28** Tezgâh referans noktasına gidiş
- **G33** Vida açma
- **G34** Çember etrafında delik delme çevrimi
- **G35** Doğru boyunca tekrarlama çevrimi
- **G40** Kesici takım yarıçap telafisi iptali
- **G41** Kesici takım yarıçap telafisi Solda
- **G42** Kesici takım yarıçap telafisi Sağda
- **G43** Kesici takım boyu telafisi (+)
- **G43** Kesici takım boyu telafisi (-)
- **G49** Kesici takım boyu telafisi iptali
- **G50** Ölçeklendirme iptali
- **G51** Ölçeklendirme
- **G54** İş parçası sıfırı
- **G73** Derin delik delme
- **G74** Sol kılavuz çekme
- **G80** Delik delme çevrimlerinin iptali
- **G81** Delik delme
- **G82** Delik delme ve delik sonunda bekleme
- **G83** Gagalamalı derin delik delme
- **G84** Sağ kılavuz çekme

- **G85** Delik büyütme çevrimi
  - **G90** Mutlak programlama
  - **G91** Eklemeli programlama
  - **G94** İlerleme mm/dakika
  - **G95** İlerleme mm/devir
- **M Kodları (CNC İşleme Merkezi)**
- **M00** Program durdurma
  - **M01** İsteğe bağlı durdurma, (Optional stop düğmesi açıksa)
  - **M02** Program sonu
  - **M03** Tezgâh milini saat ibresi dönüş yönünde (CW) döndür.
  - **M04** Tezgâh milini saat ibresi tersi dönüş yönünde (CCW) döndür.
  - **M05** Tezgâh milini durdur.
  - **M06** Kesici takım değiştirme
  - **M08** Kesme sıvısını çalıştır.
  - **M09** Kesme sıvısını kapat.
  - **M30** Program sonu ve başlangıca dön.
  - **M50** Talaş konveyörünü durdurma
  - **M51** Talaş konveyörünü çalıştırma
  - **M72** Satır atlama
  - **M99** Alt program sonu, ana programa geri dön.
  - **M98** Alt program çağırma

### 1.2.3. Program kodlarının kullanımı

Parça üzerinde delik delme işlemi

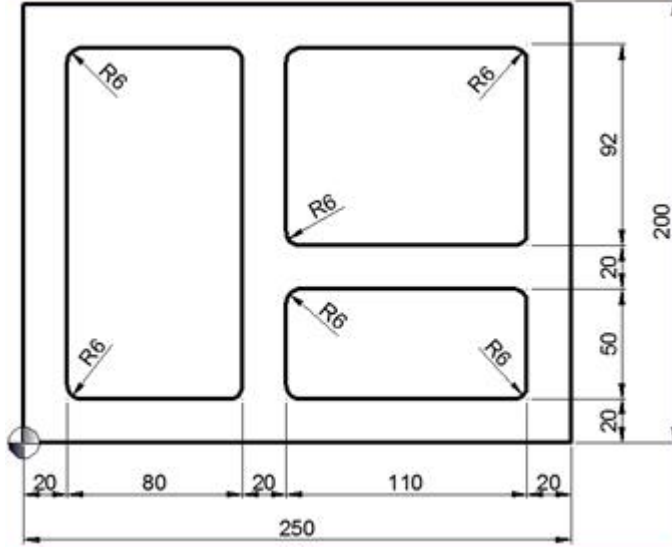


Şekil 1.5: CNC makinelerin çalışma prensibi

- X- Deliğin X eksenindeki koordinatı

- Y- Deliğin Y eksenindeki koordinatı
- Z- Deliğin derinliđi
- R- Hızla geri çıkma noktası
- F- İlerleme miktarı
- K- Tekrar sayısı
  - O0070;
  - N005 G54;
  - N0010 T0505 G94;
  - N0015 S1500 M03 M08;
  - N0020 G90 X0 Y0
  - N0025 G00 G43 Z50 H03
  - N0030 Z5;
  - N0035 G81 X50 Y50 Z30 R5 F100;
  - N0040 X100;
  - N0045 X150
  - N0050 X200
  - M0055 Y100
  - N0060 X150;
  - N0065 X100;
  - N0070 X50;
  - N0075 X150;
  - N0080 X100;
  - N0085 X150;
  - N0090 X200;
  - N0095 G80
  - N00100 G00 Z100
  - N00105 X0 Y0
  - N00110 M05 M09
  - N00115 M30

Plaka iini boşaltma alışması:



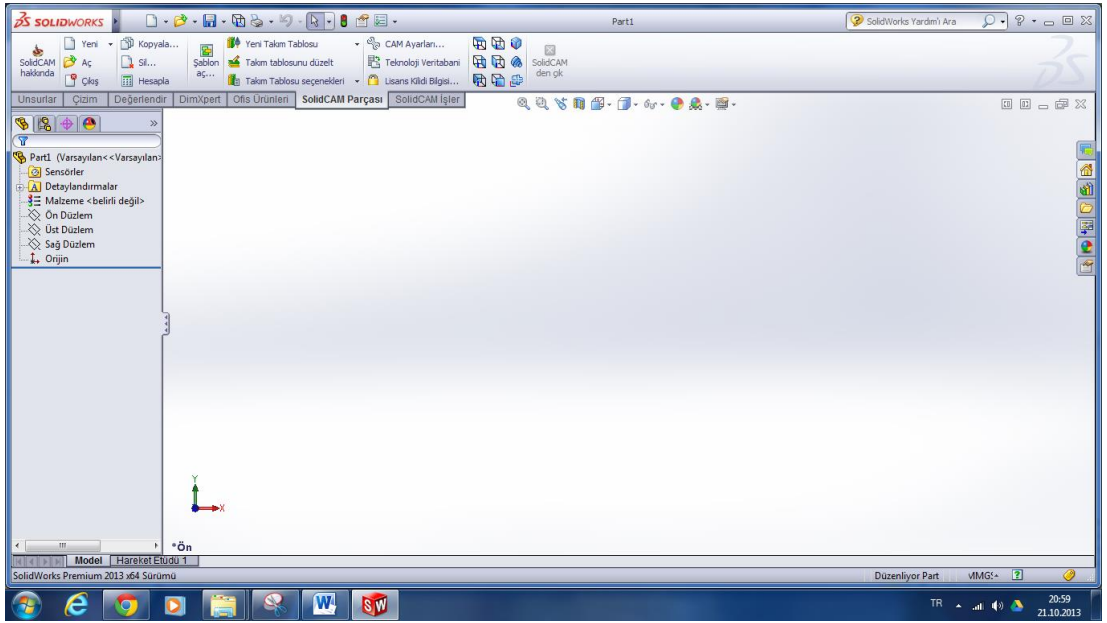
şekil 1.6: CNC makinelerin çalışma prensibi

- X- Parçanın sol alt kesinin X eksenindeki koordinatı
  - Y- Parçanın sol alt kesinin Y eksenindeki koordinatı
  - L- X ekseninde parçanın uzunluęu
  - W-Y ekseninde parçanın uzunluęu
  - Z- Derinlik
  - R- Hızla yavařlama mesafesi
  - Q- Kesicinin bir sonraki işlem için yana kayma miktarı
  - D- Z ekseninde her paso için dalma miktarı (Depth)
  - F- Kesici takımın ilerleme miktarı (Feed)
- 
- O0050;
  - N005 G54;
  - N0010 T0303 G94;
  - N0015 S1500 M03 M08;
  - N0020 G90 X0 Y0
  - N0025 G00 G43 Z50 H03
  - N0030 Z5;
  - N0035 G24 X20 Y20 L80 W162 Z-10 R3 Q6 D3 F125;
  - N0040 G24 X120 Y20 L110 W50 Z-10 R3 Q6 D3 F125;
  - N0045 G24 X120 Y90 L110 W92 Z-10 R3 Q6 D3 F125;
  - N0050 G00 Z100;
  - N0055 X0 Y0;
  - N0060 M05 M09;
  - N0065 M30;

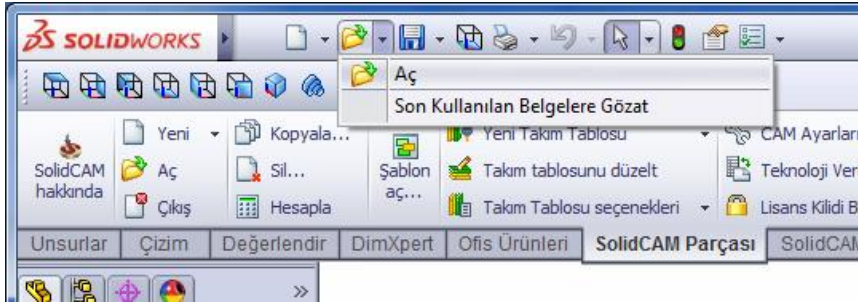
## 1.2.4. İş Resmini Programa Aktarmak

İş resmi CAD ortamında hazırlandıktan sonra bilgisayar destekli üretim (CAM) programlarında G kodlarının çıkarılması gerekmektedir. G kodları hazırlanmadan CAM programlarında CNC tezgâhlarda simülasyon üretim yapılmaktadır.

CAD ortamında çizdiğimiz iş parçası CAM ortamında aktarılmasında CAM programında CAD ortamında çizilen parça açılır.



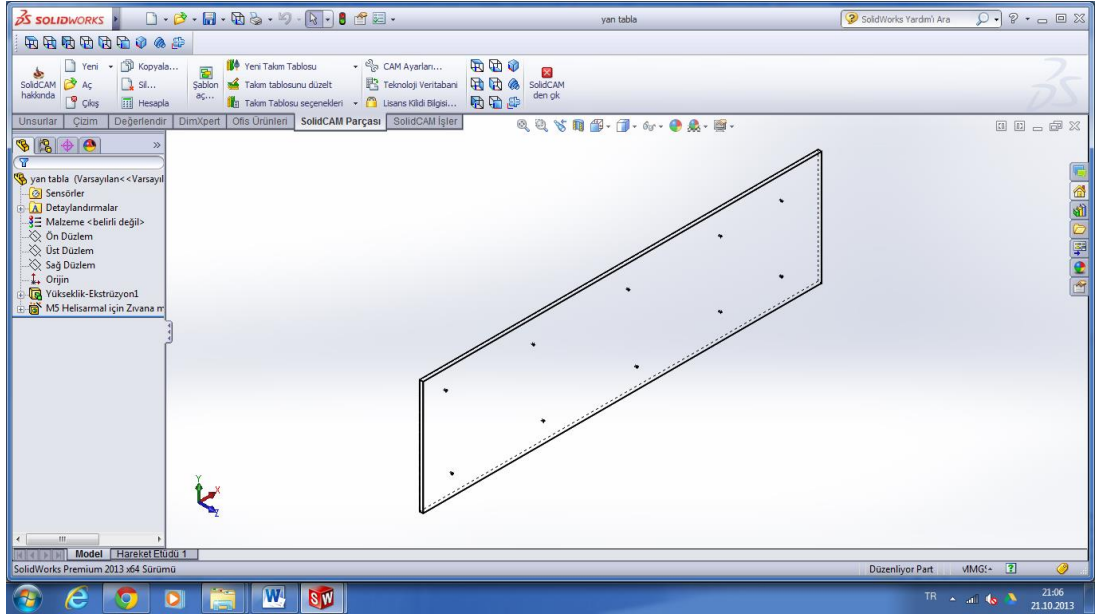
Resim 1.2: CAM programı ekran görünümü



Resim 1.3: CAM programı görünümü

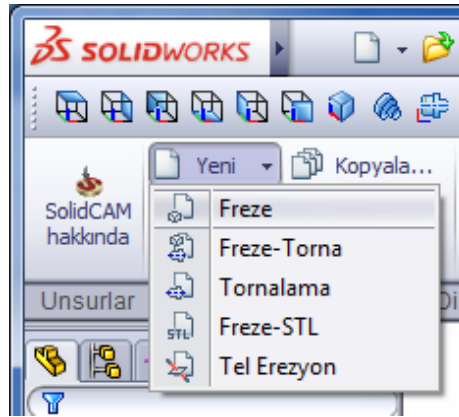
Yeni çizim parçası açmak için kullanılır. Bilgisayarda önceden çizilmiş iş parçası açılır.





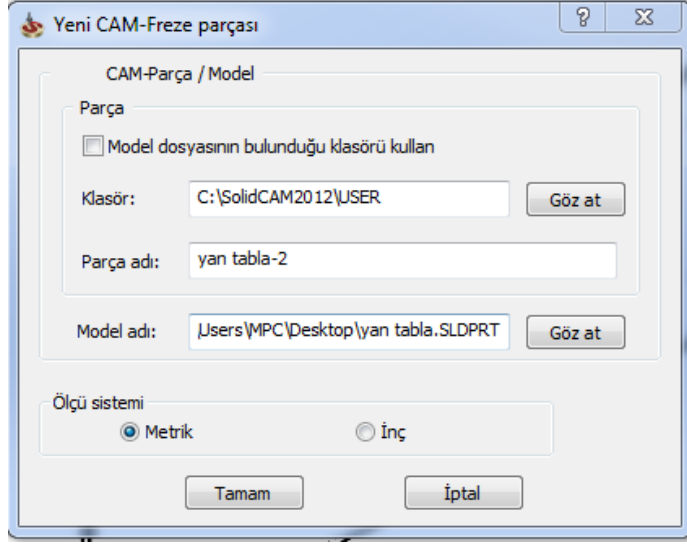
**Resim 1.4: CAD ortamında çizilmiş iş parçası**

Yukarıdaki resimde 18\* 600\*2100 ölçülerindeki bir tablaya 10 mm derinliğinde delikler delinmiş iş parçasıdır.



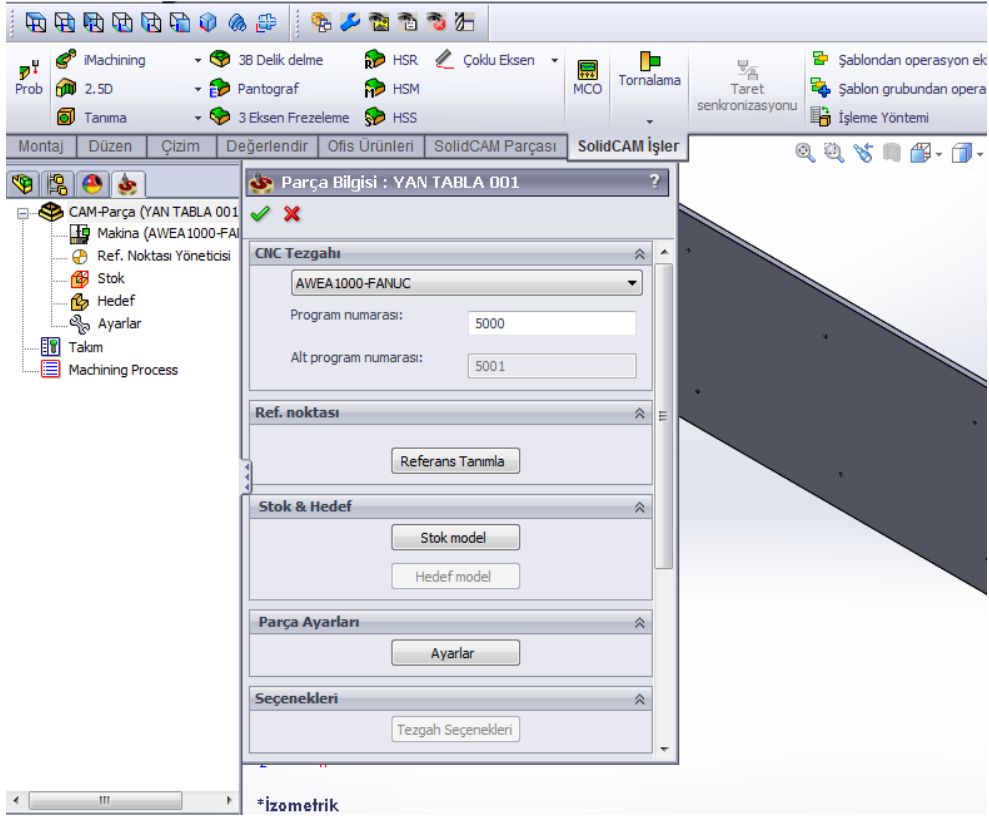
**Resim 1.5: CAD ortamına yeni sayfa açılması**

Yukarıdaki açılan pencerede CNC tezgâhta yapılmak istenen işleme göre seçim yapılır. Delik delme işleminde freze seçilir.



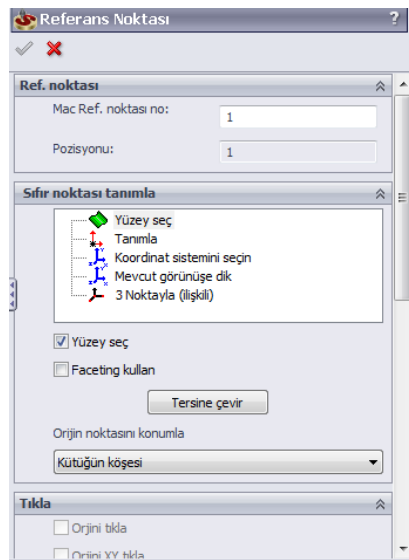
**Resim 1.6: Yeni CAM- Freze parçası penceresi**

Yukarıdaki pencere CAM parçasının oluşturması için kullanılır. Model dosyasının bulunduğu klasörü kullanmak istendiğinde  Model dosyasının bulunduğu klasörü kullan işaretlenir. Parça adı yazılır. Ölçü sisteminde kullanılmak istenen metrik ve inç sistemi bu aşamada seçilir. Gerekli veriler girildikten sonra tamam tıklanır.




**Resim 1.7: Parça bilgisi penceresi**

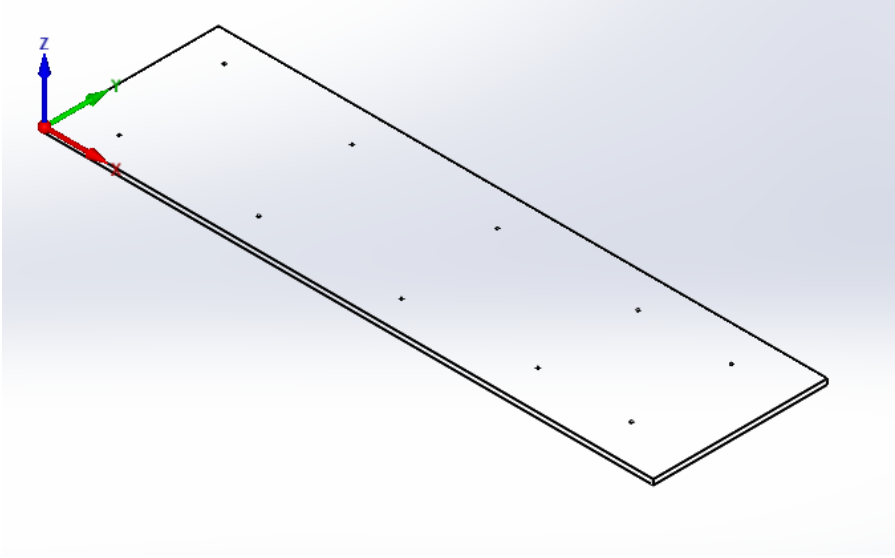
Bu aşamada pencerede referans tanımlama, kontrol ünitesi seçimi, mengene ayarı, stok model, hedef model, koordinat sistem ayarları yapılır ve seçilir.



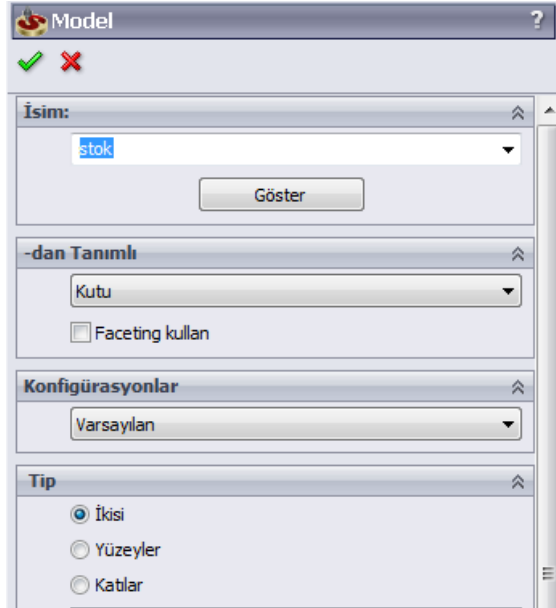
**Resim 1.8: Referans noktası belirleme penceresi**

Bu aşamada iş parçasında başlangıç noktası belirlenir. Yüzey seç menüsünden iş görülecek yüzey seçilir. 3 noktalı (İlişkili) seçilir ve iş parçasının istenilen noktası referans

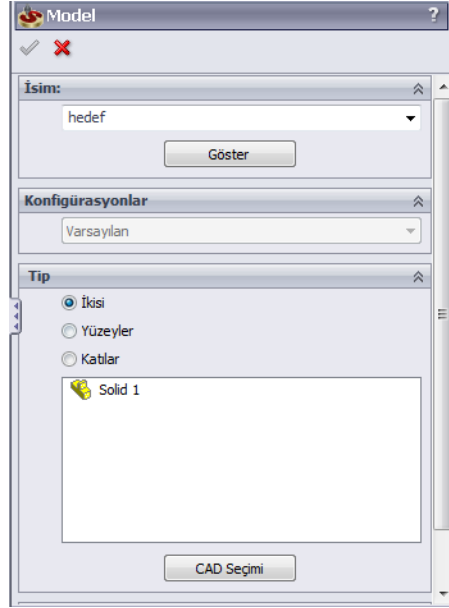
nokta olarak belirlenir.  İşareti ile referans noktasının seçimi onaylanmış olur.



**Resim 1.9:** İş parçası üzerinde referans noktası belirlenmiş

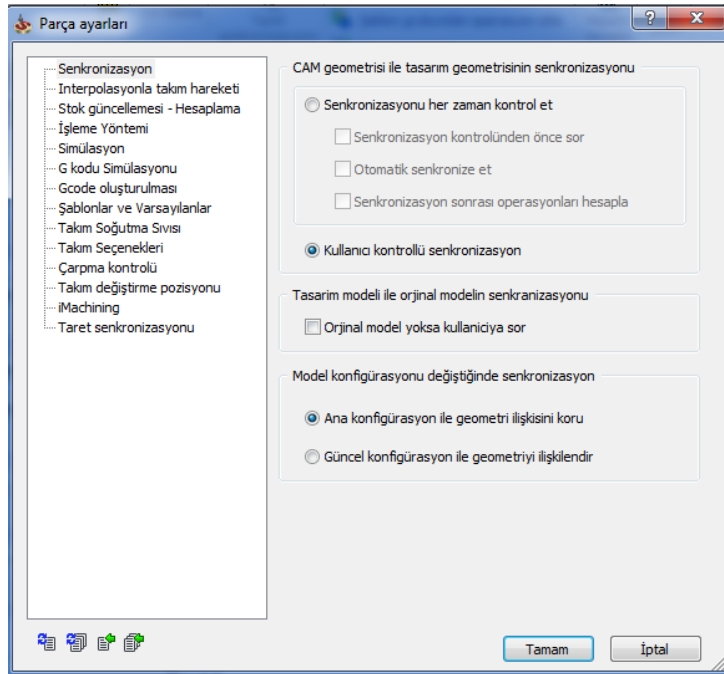


**Resim 1.10:** Stok model seçimi



**Resim 1.11: Hedef model seçimi**

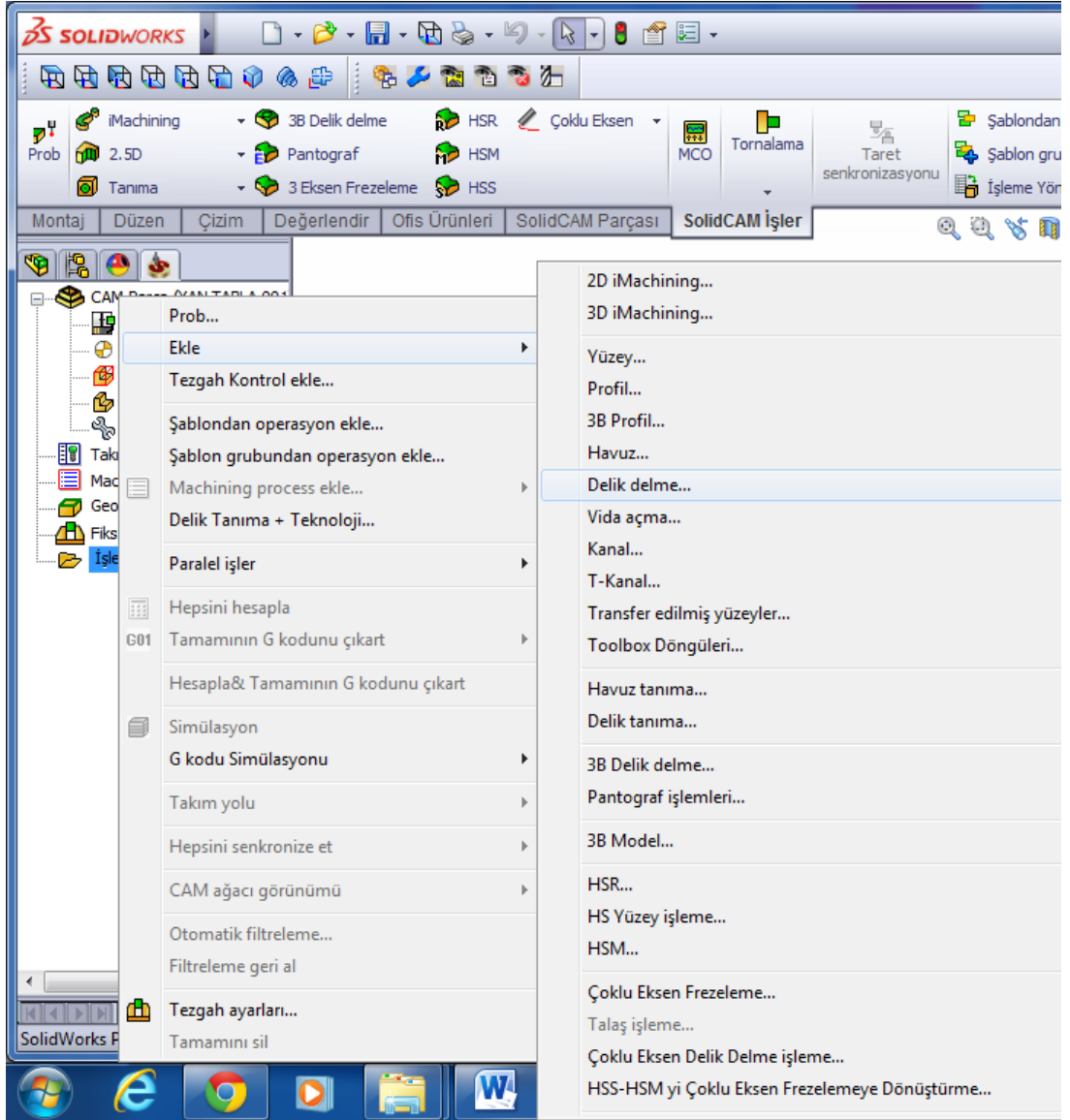
Yukarıdaki pencerelerde iş parçasının stok modeli ve hedef modellerinin seçimi ve onaylanması yapılır. Stok model; iş parçasının işlenmeden önceki halidir. Stok model ise iş parçasının bitmiş halidir.



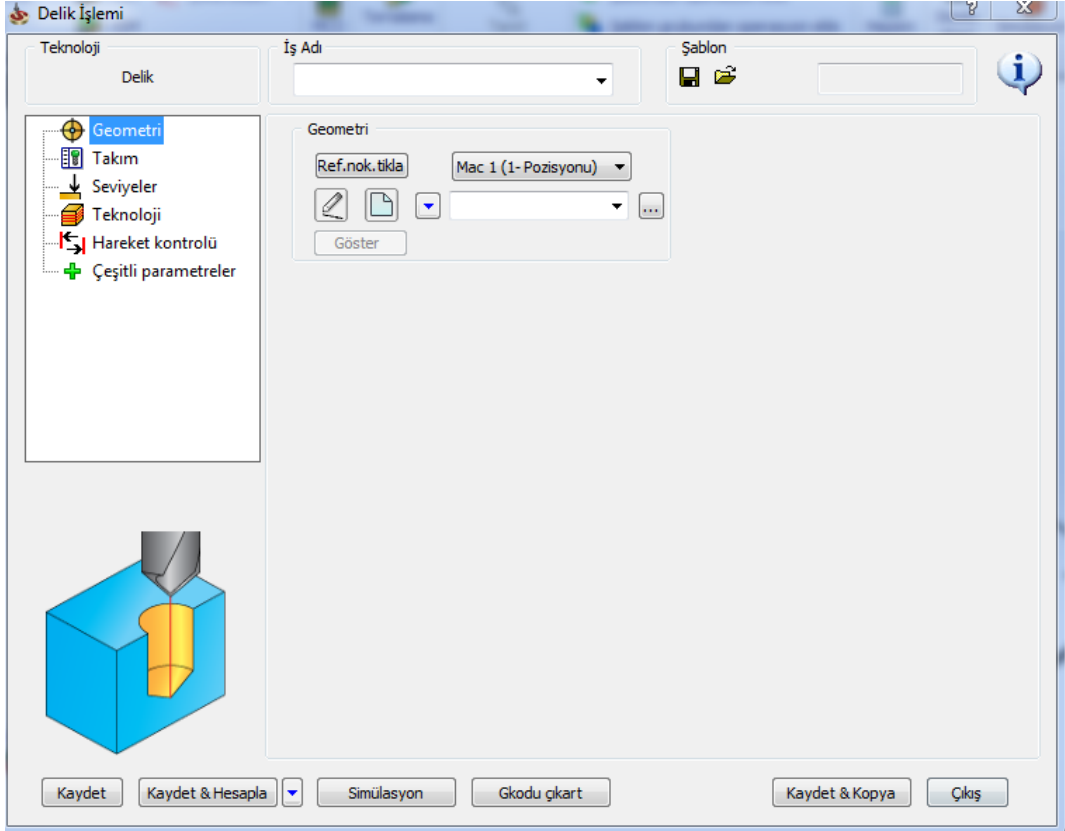
**Resim 1.12: Parça ayarları seçimi**

Parça bilgisi penceresinden parça ayarları kısmı tıklanınca yukarıdaki pencere açılır. Bur parça ile ilgili ayarlamalar yapılmaktadır.

Bu aşamaya kadar iş parçasının referans noktaları ve stok ve hedef model tanıtımı yapıлып onaylanmıştır. Bu aşamadan sonra iş parçasına yapılacak işlemler seçilir.

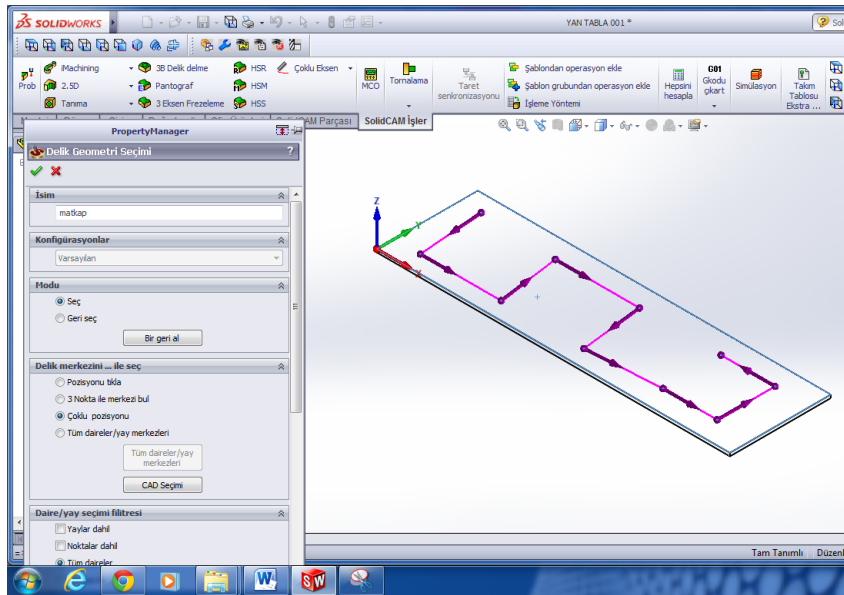


Resim 1.13: İş parçasına yapılacak işlemler penceresi



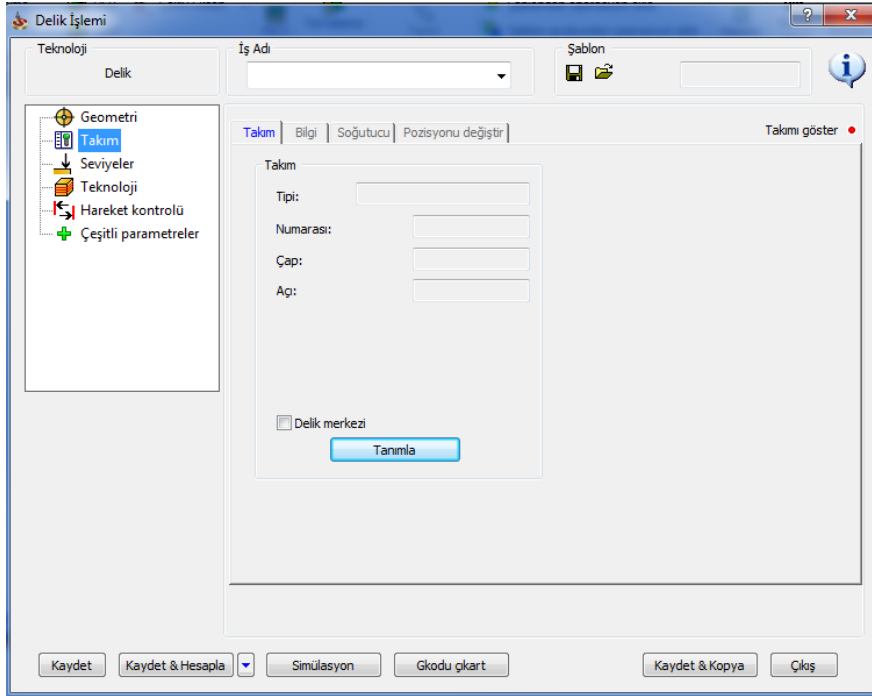
**Resim 1.14: Delik İşlem penceresi**

Bu aşamada delik delme işlemi ile ilgili seçimler yapılır.

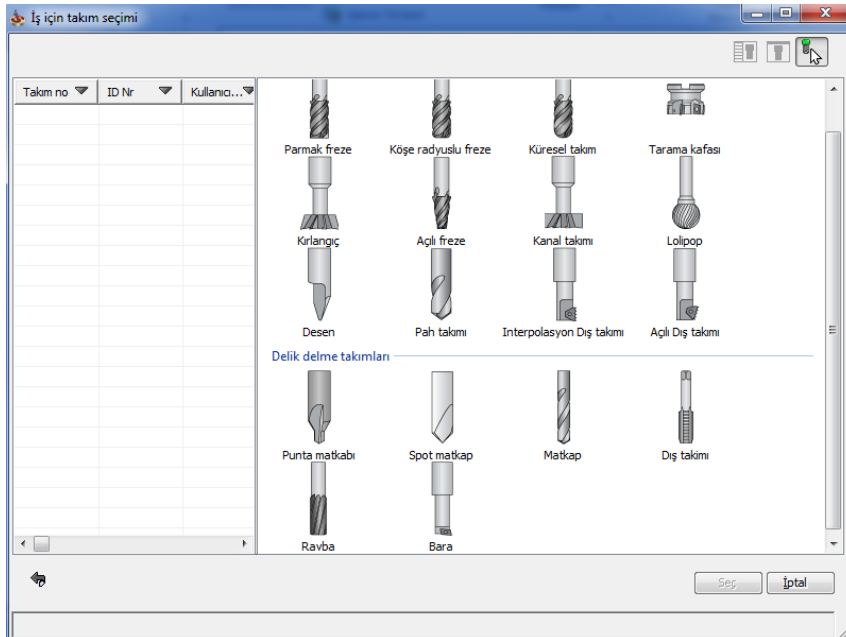


**Resim 1.15: Delik işlem penceresi geometri seçimi**

Bu aşamada delik geometri seçimi yapılır.



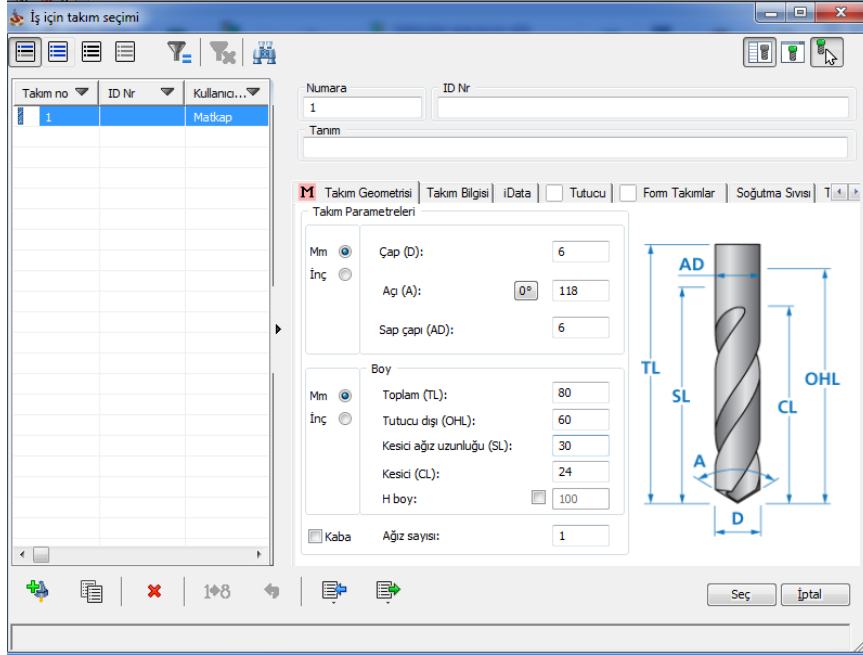
**Resim 1.16: Delik İşlem penceresi içerisinde takım tanımlama penceresi**



**Resim 1.17: Delik İşlem penceresi içerisinde takım tanımlama ve seçim penceresi**

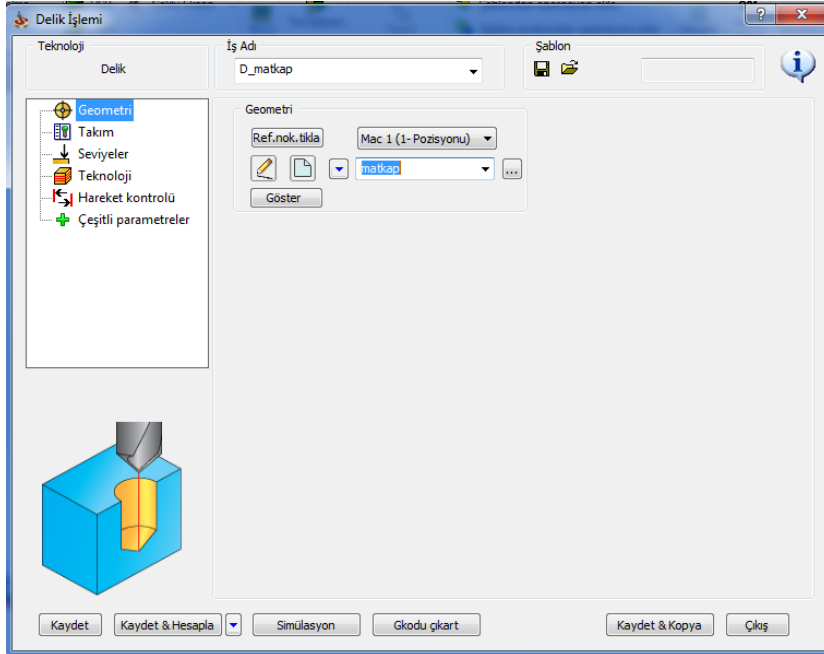


Yukarıdaki işlem penceresinde delik işleminde kullanılacak takım seçimi yapılır.



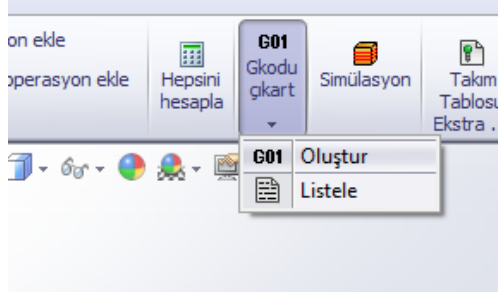
**Resim 1.18: Takım seçimi ve takım özellikleri**

Bu pencerede seçilen takım ile ilgili ölçüler bu pencerede yüklenir. Kullandığınız takımın ölçülerini bu pencereye giriş yapılır.



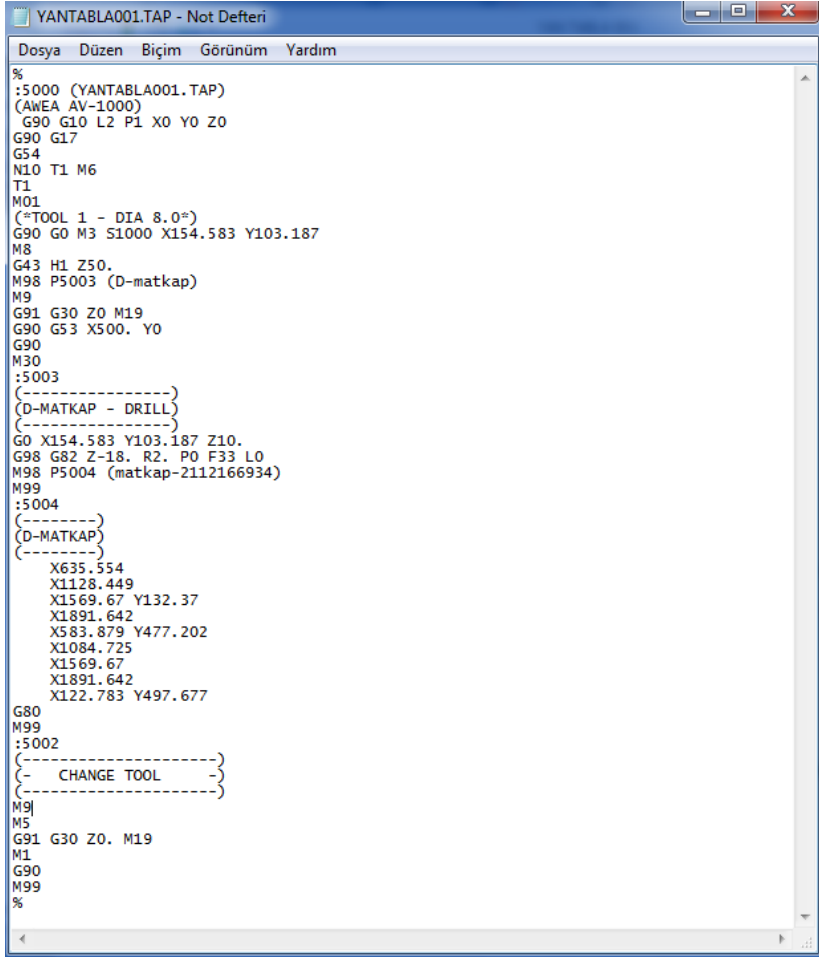
**Resim 1.19: Delik işlem penceresi**

Delik işlemleri ile ilgili takım seçimi ve takım ölçüleri girildikten sonra hareket yönleri ayarlandıktan sonra yukarıdaki pencereden kaydedilir.



Resim 1.20: G kodu oluşturma

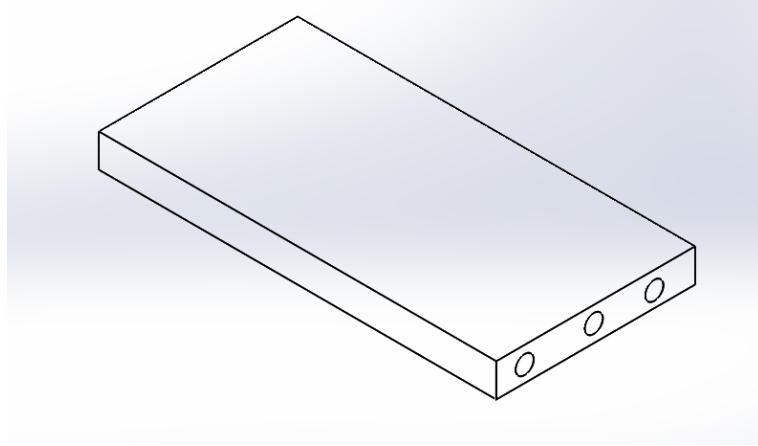
Yukarıdaki GO1 Gkodu çıkar dan g kodlarını oluşturabiliriz. Aşağıdaki pencerede işlem parçasının üzerine delinecek deliklerin bilgisayar destekli üretim programının ihtiyaç duyduğu G kodları oluşmuştur.

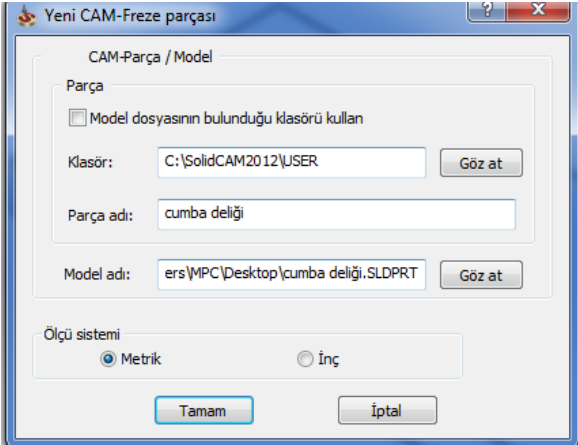


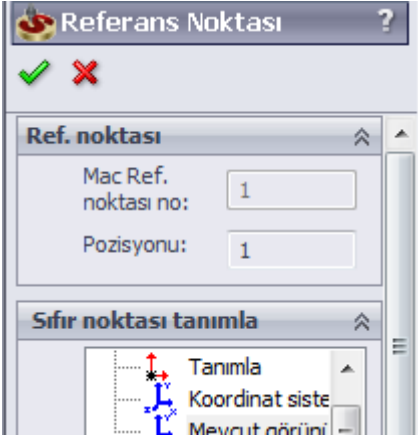
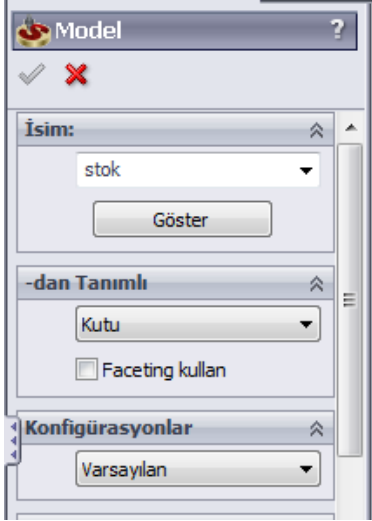
Resim 1.21: G kodu çıkarılmış pencere

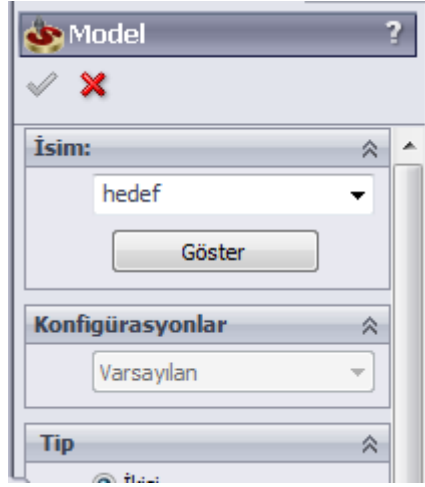
## UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki iş resmine göre iş parçasının cumbalarından delik deliniz.

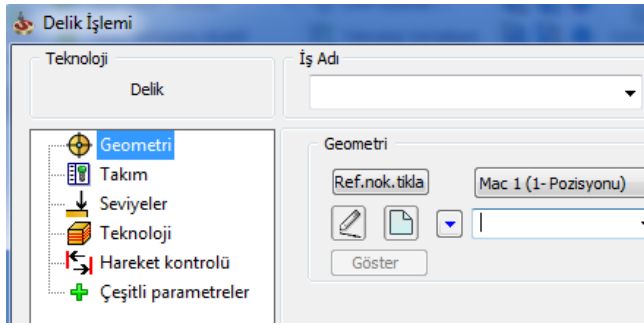


İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ CAM programına iş parçasını açınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Model dosyasının bulunduğu yere kaydedilmesini istiyorsanız onay kutusunu işaretleyiniz.</li><li>➤ Kullandığınız ölçü sistemine dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Referans noktasını tanımla</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Referans noktasını işlemlerinizi için en uygun yeri belirtiniz.</li></ul>

	
<p>➤ Stok modeli belirleyiniz.</p> 	<p>➤ Stok modeli belirlerken iş parçasını işaretleyiniz.</p>
<p>➤ Hedef Modeli belirleyiniz.</p>	<p>➤ Hedef modeli belirlerken iş parçasını işaretleyiniz.</p>

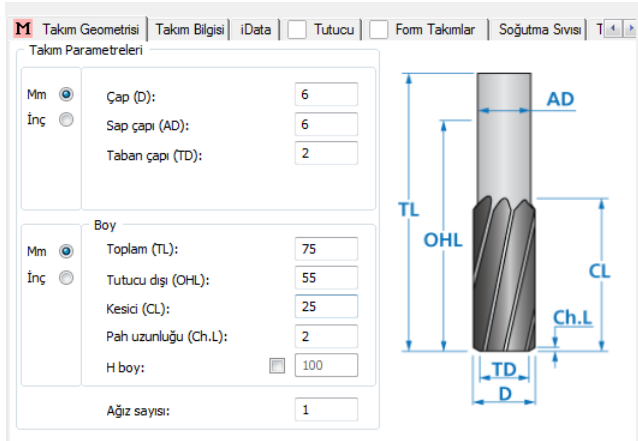


- İşler kısmından ekle ve delik işlemini seçiniz.



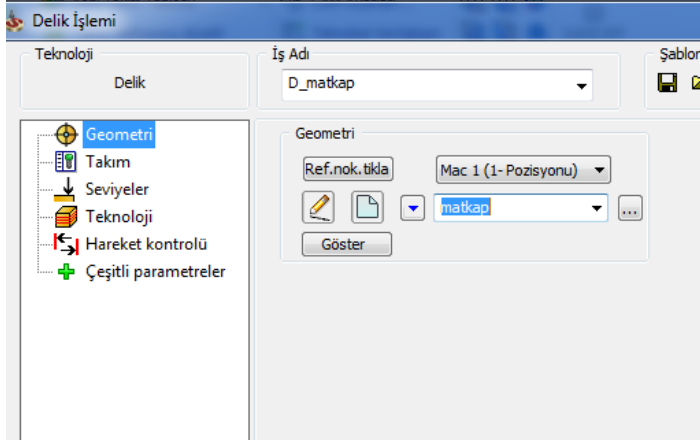
- İşlem kısmından sonra delik kısmını işaretleyiniz.

- Delik işleminde kullanacağımız takımın ölçülerini pencereye kaydediniz.



- Hedef parçada yapılan işleme uygun takım seçimi yapınız.
- Kullanacağımız takımın tüm ölçülerini kaydediniz.

- Delik işlem penceresinde seçimlerden ve ayarlardan sonra kaydediniz.



- Delik işlem penceresinde ki tüm özellikleri kontrol ediniz.

- G kodunu oluşturunuz ve listeyi çıkarınız.

```
CUMBADELİĞİ-1.TAP - No...
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım
%
:5000 (CUMBADELİĞİ-1. TAP)
(AWEA_AV-1000)
G90 G10 L2 P1 X0 Y0 Z0
G90 G17
G54
N10 T1 M6
T1
M01
(*TOOL 1 - DIA 8.0*)
G90 G0 M3 S1000 X0. Y0.
M8
G43 H1 Z50.
M98 P5003 (D-matkap)
M9
G91 G30 Z0 M19
G90 G53 X500. Y0
G90
M30
```

- Gkodu oluştururken önce kodu oluşturun daha sonra Gkodu çıkar kısmını taklayınız.

## KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. CAM programında iş parçasını açtınız mı?		
2. İş Parçasının referans noktalarını belirlediniz mi?		
3. Stok modeli belirlediniz mi?		
4. Hedef modeli belirlediniz mi?		
5. İşler kısmında ekle kısmını tıkladınız mı?		
6. İşler / Ekle / Delik tıkladınız mı?		
7. Delik işleminde kullanacağınız takımı belirlediniz mi?		
8. Delik işleminde belirlediğiniz takımın ölçülerini pencereye kaydettiniz mi?		
9. Delik işlem penceresinde seçimlerden sonra kaydet tuşuna bastınız mı?		
10. G kodunu oluşturduunuz mu?		
11. G kodunu çıkardınız mı?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. CNC nin açılımı nedir?  
A) Bilgisayar destekli nümerik kontrol  
B) Bilgisayar destekli tasarım  
C) Bilgisayar destekli üretim  
D) Bilgisayar destekli 3D çizim  
E) Otomatik işlem makinaları
2. CNC makine programlamada G kodu neyi ifade eder?  
A) Temel kod  
B) Hazırlık kodu  
C) Yardımcı kod  
D) Temizleme kodu  
E) Yazılım
3. CNC makine programlamada N kodu neyi ifade eder?  
A) Takım tezgâhın sıfırlanmasında kullanılır.  
B) Takımın ilk hareket noktasını belirtir.  
C) Delik derinliğini belirtir.  
D) Adres satırını belirtir.  
E) G kodunu
4. CAM programında STOK MODEL neyi ifade eder?  
A) İş parçasının işlenmeden önceki kütük halini  
B) İş parçasının kesilecek alanını  
C) İş parçasında takım yolunu  
D) İş parçasının da kullanılacak takımı  
E) Bağlama Takozunu
5. CAM programında HEDEF MODEL neyi ifade eder?  
A) İş parçasının kütük halini  
B) İş parçasının kesilecek yüzeyini  
C) İş parçasında bitmiş halini  
D) İş parçasının referans noktasını  
E) G kodunun işlem sırasını

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Bilgisayar destekli mobilya üretim programlama komutlarını kullanarak simülasyon işlem yapabilecektir.

## ARAŞTIRMA

- Bilgisayar destekli üretim programlarında kullanılan simülasyon çeşitlerini araştırınız.

## 2. CNC TEZGÂHLARINDA CAD/CAM PROGRAMLARI İLE ÜRETİM

### 2.1. Simülasyon Modüllerinin Tanıtımı

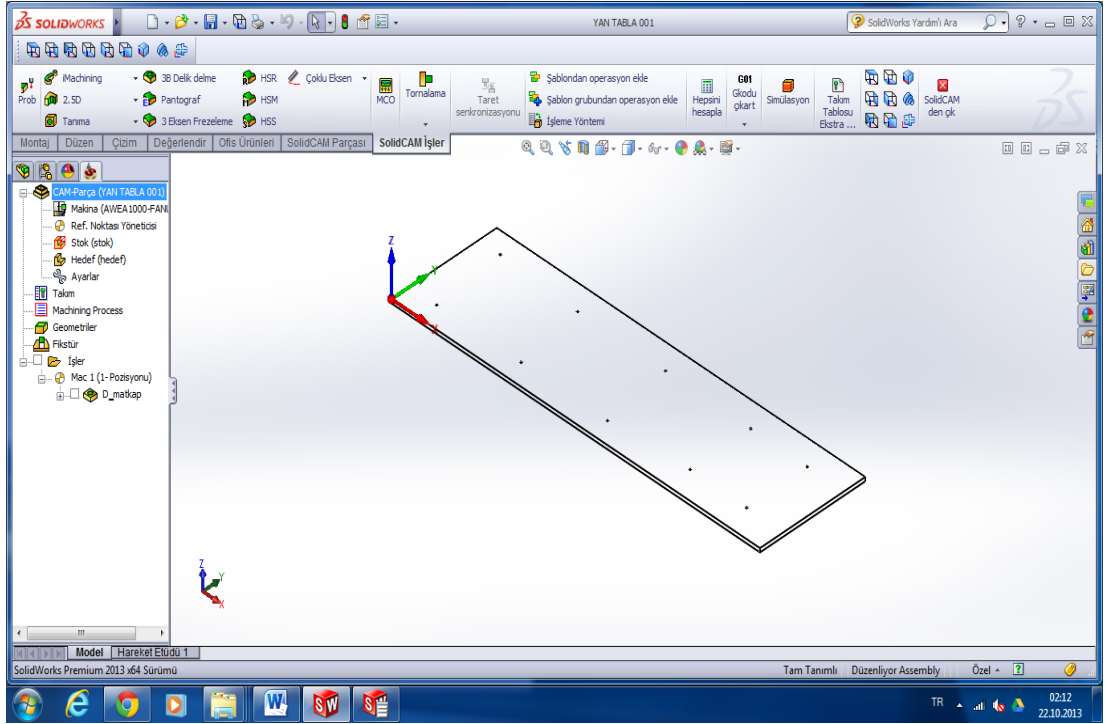
Tornalama veya frezeleme işlemlerinde yaptığımız işlemlerin oluşturduğu takım yollarını parça üzerinde görmek, işlemlerden sonra hedef model ile elde edilen model arasında arta kalan malzeme farkını görmek veya takımın iş parçasının nasıl işlediğini görmek amacı ile simülasyon komutu kullanılır.

Simülasyon komutunu diyalog kutularında yaptığımız her işlemi kaydettikten sonra kullanabiliriz. Eğer sadece yaptığımız işlemi görmek istiyorsak diyalog kutusunun altındaki simülasyon ikonuna sol tıklanır veya diyalog kutusundan çıkılarak CAM manager’da işlem üzerine sağ tıklanarak açılan sekmeden simülasyon seçeneği seçilebilir. Eğer bir iş parçasına uygulanan bütün işlemleri aynı anda görmek istiyorsak CAM manager’da işler başlığı üzerine gidip sağ tıklayıp açılan sekmeden simülasyon seçeneğini seçersek o iş parçasına uygulanan bütün işlemleri simülasyonda görebiliriz.

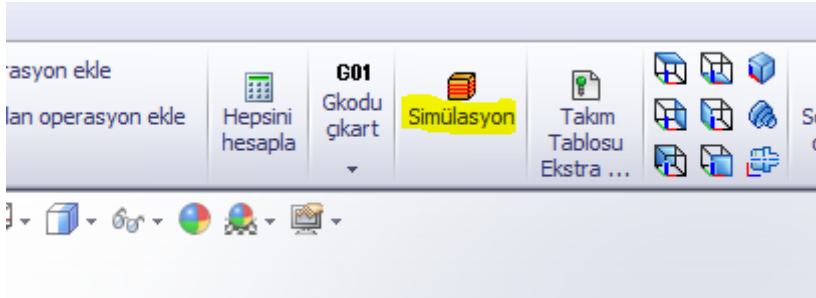
### 2.2. Simülasyon Modüllerinin Kullanımı

CAM’ da üzerinde operasyonlar gerçekleştirilen iş parçasının torna iş parçası veya freze iş parçası olmasına bağlı olarak açılan simülasyon diyalog kutusu farklılıklar gösterir.


CAM programında G kodları çıkarılmış iş parçasında freze işleminde simülasyon yapılmasında CAM iş parçası programda açılır.

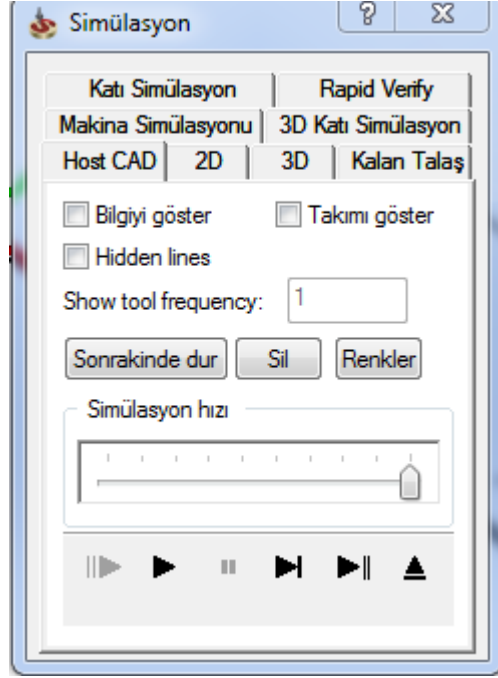


**Resim 2.1: CAM programında iş parçasının ekrandaki görünümü**









**Resim 2.2: CAM programında simülasyon komut kullanımı**

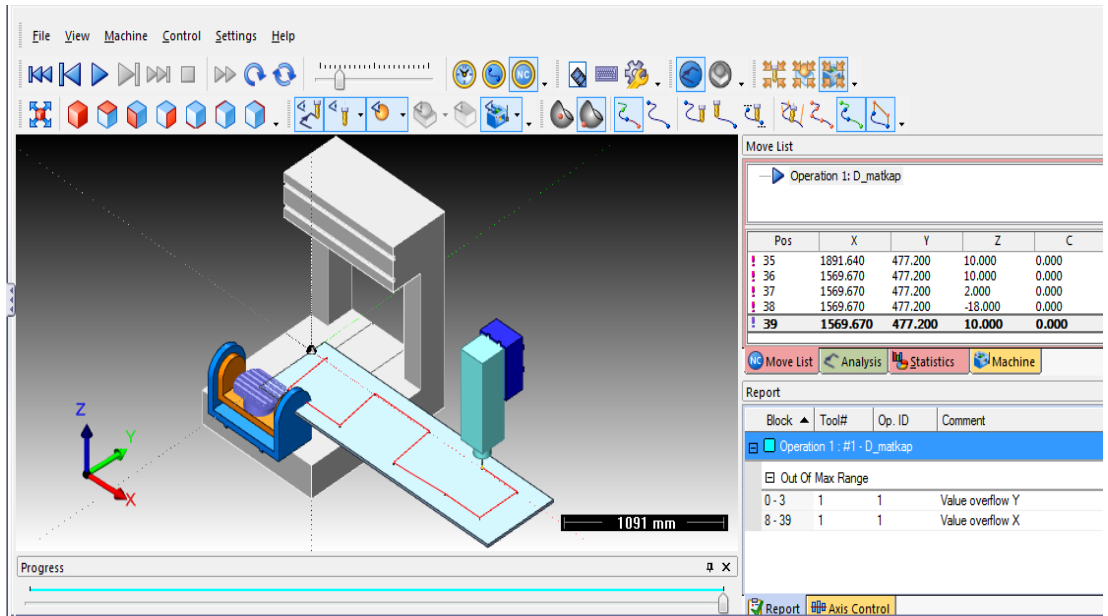
Hazırlanan iş parçası ekranda açık iken yukarıdaki şekilde  komutu tıklanır.



**Resim 2.3: CAM programında simülasyon penceresi**

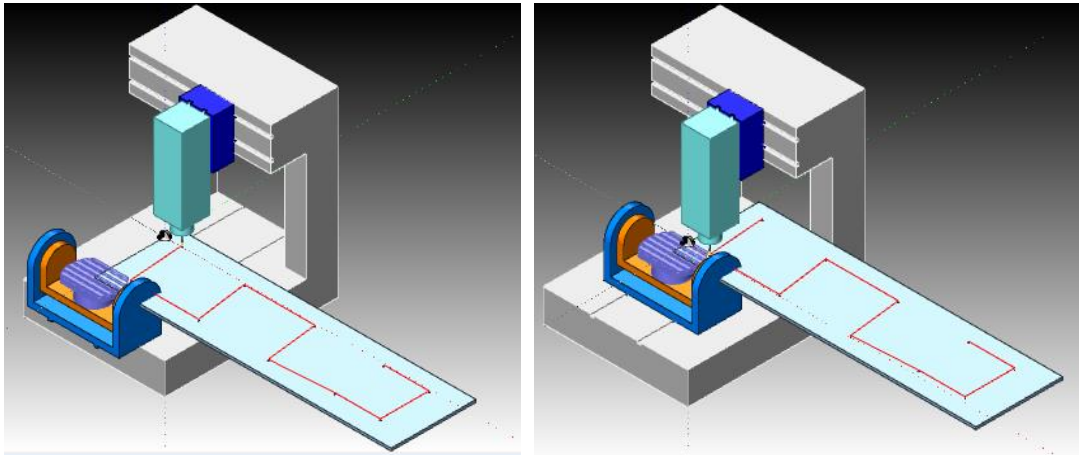
-  Turbo morddu: Takımın iş parçasını nasıl işlediğini göstermeksizin simülasyonu gerçekleştirir. İşlemin sonunda veya durdur ikonu seçildiğinde iş parçasının son hali görünür.
-  Oynat: Takımın iş parçasını nasıl işlediğini göstererek simülasyonu gerçekleştirir.
-  Durdur: Yürütülen simülasyon işlemini durdurur.
-  Tek adım: Takımın yaptığı hareketleri tek tek gösterir. Takımın bir sonraki hareketini görmek için üzerine sol tıklayın.
-  Tek iş modu : işler başlığı altındaki her operasyondan sonra simülasyon durur. Bir sonraki operasyona geçmek için üzerine tekrar sol tıklayın.
-  Çıkış: Simülasyondan çıkmamızı sağlar.
- **2D**: Takım yollarını iki boyutlu olarak görmemizi sağlar.

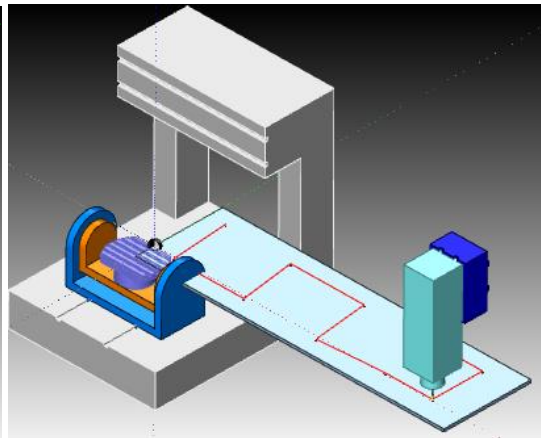
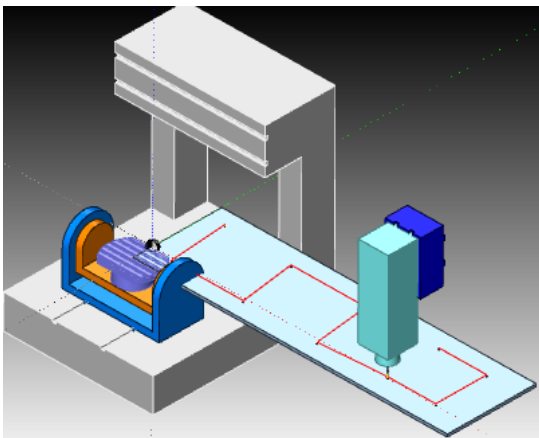
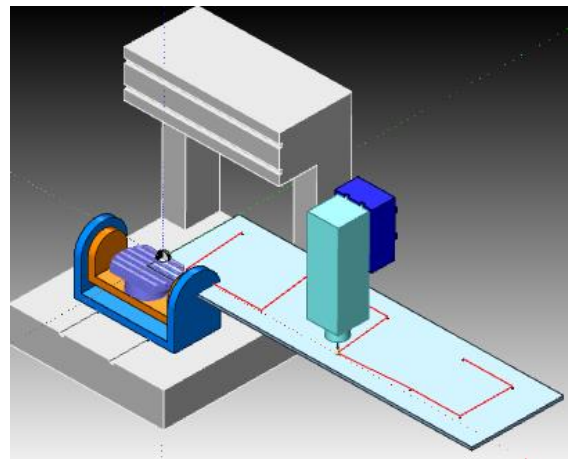
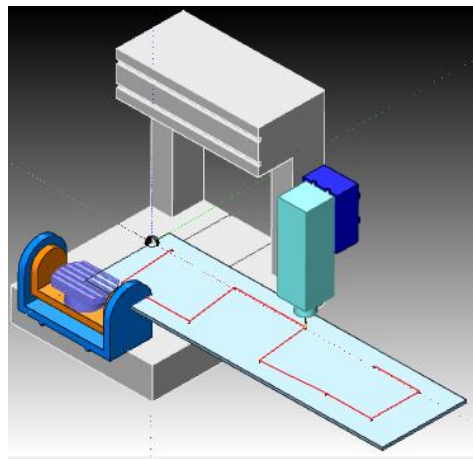
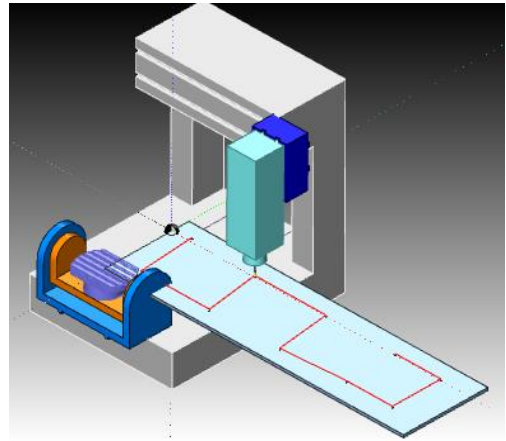
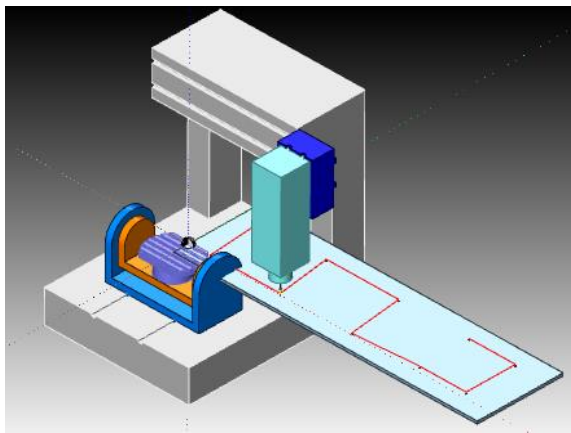
- **Host CAD:** Simülasyon için yeni bir pencere açmayıp, işleme esnasında oluşana takım yolları direkt olarak solidworks'teki parça modeli üzerinde gösterilir.
- **3D:** Simülasyon işlem başlangıcında tanımladığımız hedef model üzerinde gerçekleştirilir. İşleme esnasında oluşan takım yolları hedef model üzerinde gösterilir.
- **Makina Simülasyonu:** Makine simülasyonunu seçtiğimizde açılan pencerede, yaptığımız işlemlerin G kodlarının kaç satır tuttuğunu ve her satırda takımın hangi hareketi yaptığını hedef model üzerinde oluşturulan takım yolları ile görebiliriz.

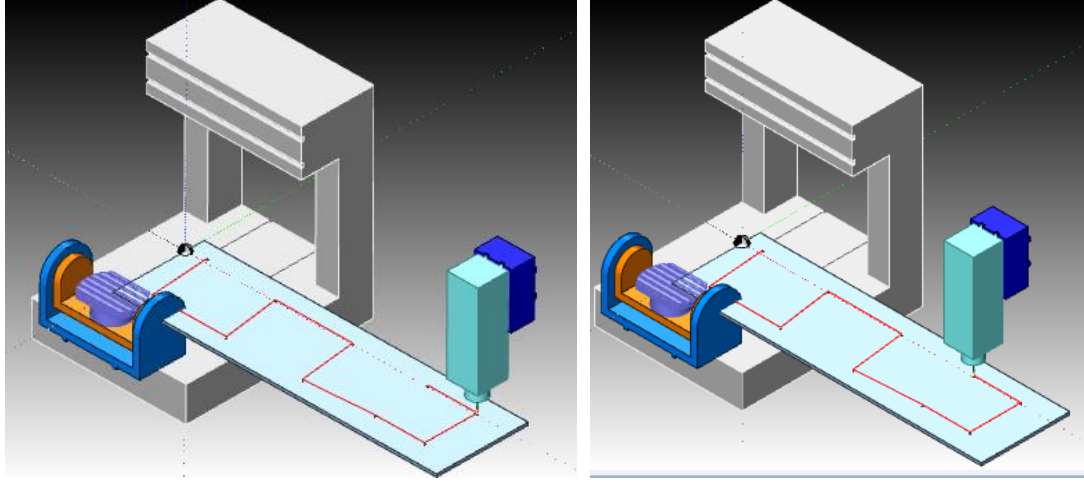


**Resim 2.4: CAM programında makine simülasyon görüntüsü**

Yukarıdaki pencerede play tuşuna basılınca kırmızı yol üzerinde delme işlemleri aşağıdaki gibi gerçekleşir.







**Resim 2.5: CAM programında makine simülasyon görüntü kademeleri**

Yukarıdaki şekiller takip edildiğinde takım kırmızı şeridi takip edip delme işlemlerini tamamlamıştır.



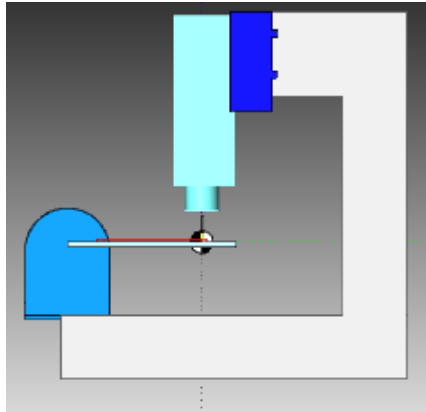
komutlar simülasyonun başa alm, çalışma, durdurma, sona alma, yenilme ve sürekli tekrar etme işlemlerinde kullanılmaktadır.



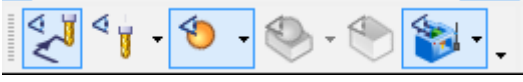
komutlar CNC tezgâhın ve iş parçasına bakış yönünü ayarlamaktadır.



komutunda CNC makine ve iş parçası aşağıdaki gibi görünür.



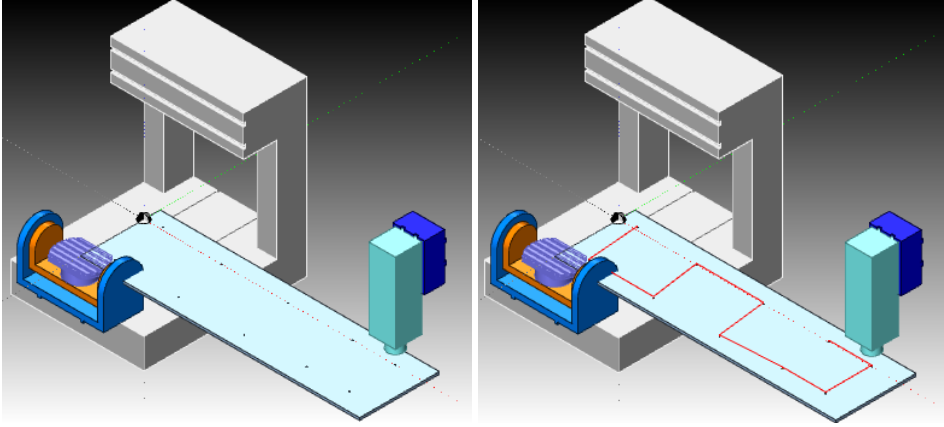
**Resim 2.6: Makine simülasyonunda CNC makinasının yandan görünümü**



komutları iş parçasının ve CNC makinenin görünmesini veya görünmemesini sağlamaktadırlar. Aynı zamanda işlem yolunun çizgisel görünümünü de sağlamaktadır.



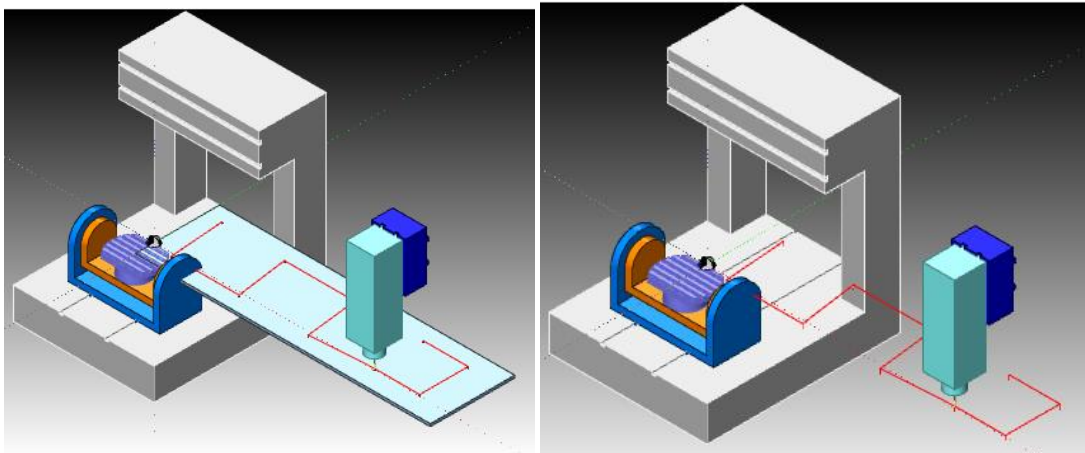
komutu iş parçası üzerinde takımın takip ettiği yolun görünmesini sağlamaktadır.



**Resim 2.7: Makine simülasyonunda iş parçasının görünümü**



komutu iş parçasının görünüp görünmemesini sağlamaktadır.

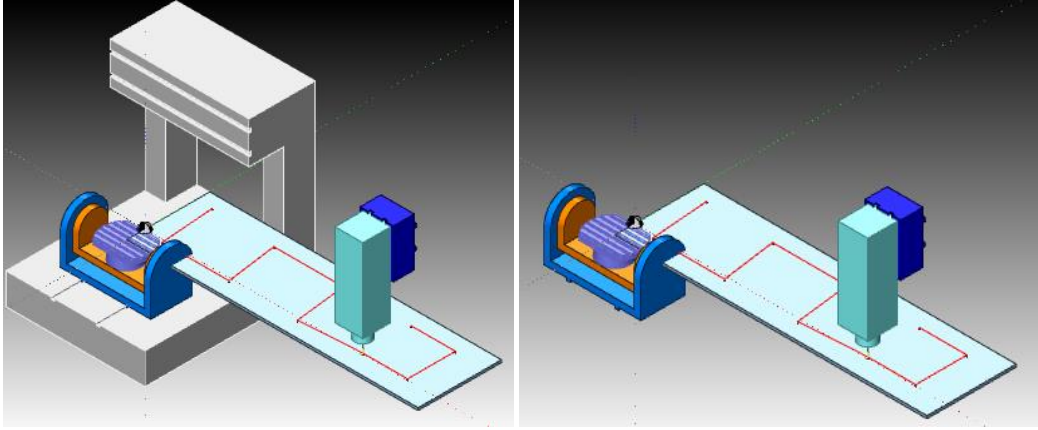


**Resim 2.8: Makine simülasyonunda komutunun kullanımı**





komutu CNC makinesinin görünüp görünmemesini sağlamaktadır.

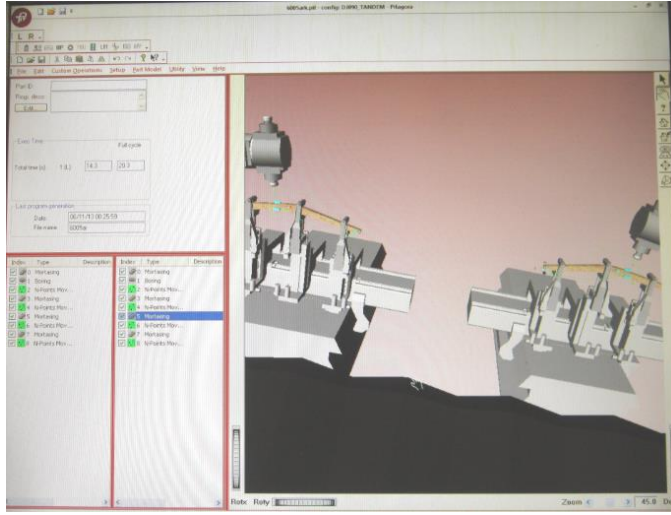


Resim 2.9: Makine simülasyonunda komutunun kullanımı

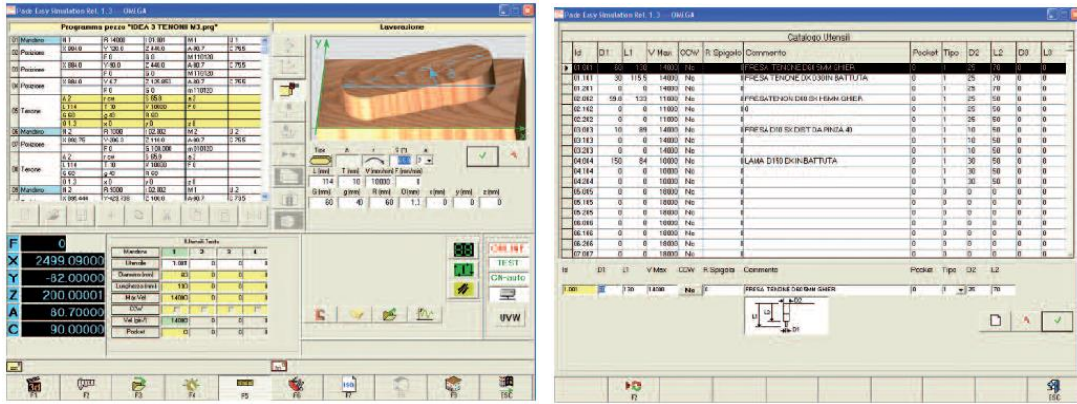


Resim 2.10: CNC makinelerinin bilgisayarlı kontrol ünitesi ekran görüntüsü

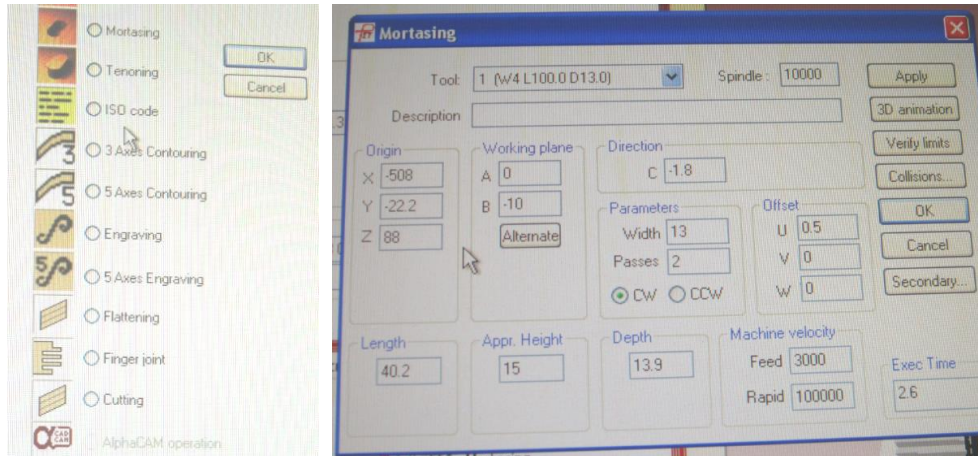




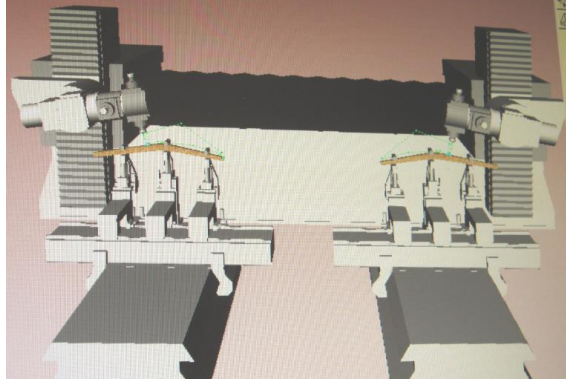
Resim 2.11: CNC makinelerinin bilgisayarlı kontrol ünitesi simülasyon ekran görüntüsü



Resim 2.12: CNC makinelerinin bilgisayarlı kontrol ünitesi veri giriş ekran görüntüleri



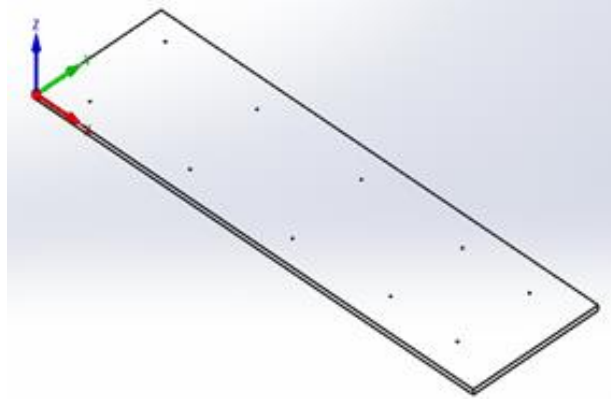
Resim 2.13: CNC makinelerinde yapılacak işlemin seçim ekranı ve işlem ölçülerini giriş ekranı

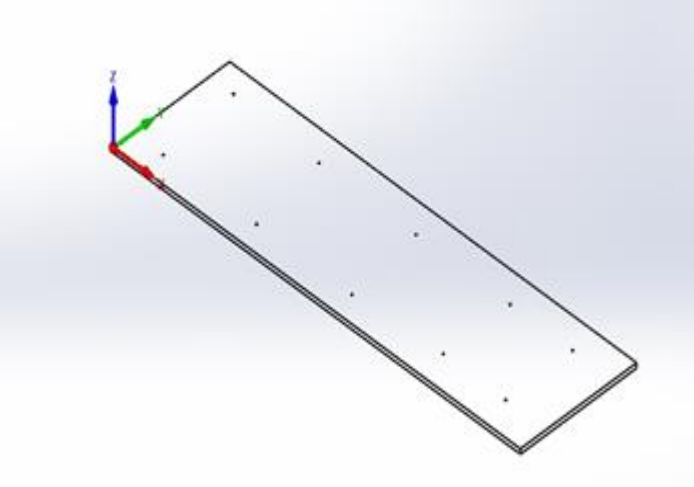


**Resim 2.14: CNC makinelerinde simülasyon ekran görüntüsü**

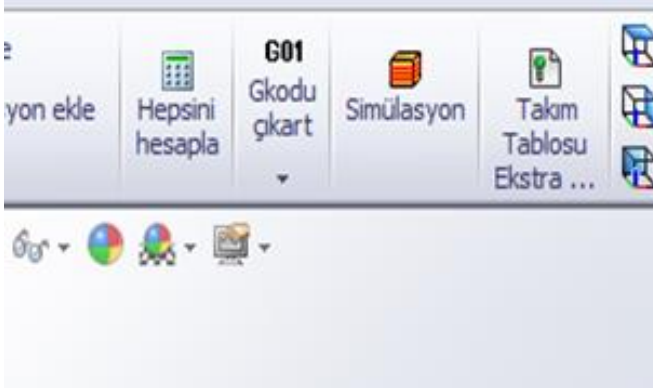
## UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki iş parçasını CAM programında üretim simülasyonunu yapınız.



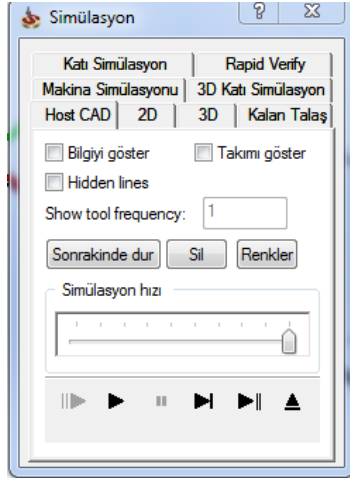
İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İşlem yapılacak iş parçasını CAM programına çağırın.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İş parçasının referans noktasını kontrol ediniz.</li></ul>

➤ Simülasyonu çalıştırınız.



➤ Simülasyon tuşunun aktif olduğunu gözlemleyiniz

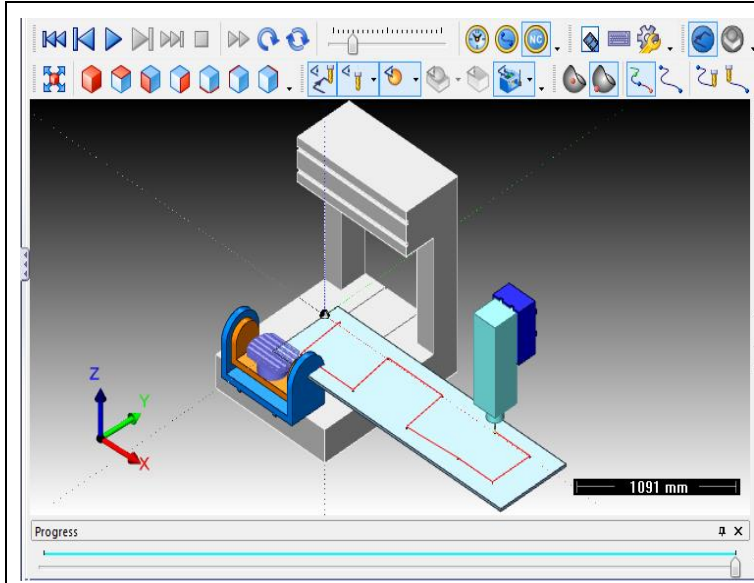
➤ Simülasyon penceresini açılmasını sağlayınız.



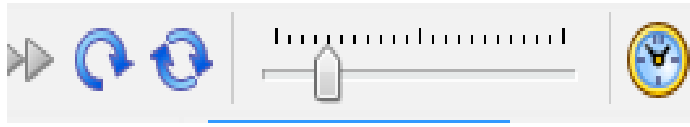
➤ Simülasyon hızını bu pencereden ayarlayabilirsiniz.

➤ Makinada simülasyon butonuna tıklayarak çalıştırınız.

➤ Çalışma esnasında ihtiyacınız olmayan pencereleri kapatabilirsiniz.



➤ Simülasyon hızını ayarlayınız



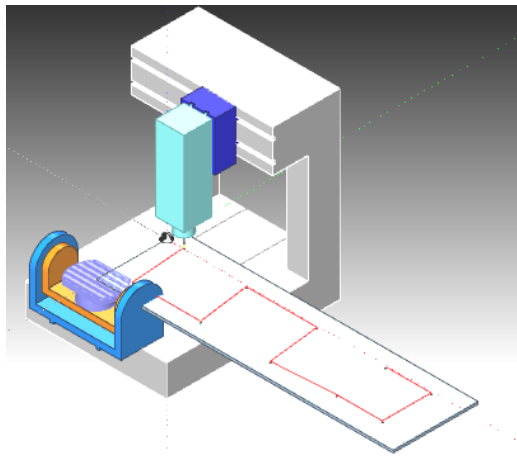
Simülasyon hızını ayarlarken göstergenin sol tarafı yavaş, sağ tarafı hızlı olmasını sağlar.

➤ Play tuşuna basınız.



➤ Sürekli gözle yapmak için tekrar butonuna basabilirsiniz.

➤ CNC makinada çarpma olup olmadığını kontrol ediniz.



➤ Simülasyon hızını yavaşlatarak çarpma durumunu kontrol edebilirsiniz.

## KONTROL LİSTESİ

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İşlem yapılacak iş parçasını CAM programına çağırındınız mı?		
2. Simülasyon tuşuna bastınız mı?		
3. Simülasyon penceresini açılmasını sağlayınız mı?		
4. Makinada simülasyon butonuna tıklayarak çalıştırdınız mı?		
5. Simülasyon hızını ayarlayınız mı?		
6. Play tuşuna basarak simülasyonu başlattınız mı?		
7. CNC makinada çarpma olup olmadığını kontrol ediniz mi?		

## DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.



1. **komutunun görevi nedir?**

- A) İş parçası üzerinde takımın takip ettiği yolun görünmesini sağlamaktadır.
- B) İş parçası üzerinde makinan görünmemesini sağlamaktadır.
- C) İş parçası üzerinde çalışan takımın özelliğini göstermektedir.
- D) İş parçası üzerinde delik işlemlerini göstermektedir.
- E) İş parçası üzerinde çalışan takımı değiştirmek.



2. **komutunun görevi nedir?**

- A) İş parçasının çalışma alanını göstermektedir.
- B) İş parçasının görünüp görünmemesini sağlamaktadır.
- C) İş parçası üzerindeki işlemi kopyalamaktadır.
- D) İş parçası üzerindeki işlemlerde durma noktasını göstermektedir.
- E) İş parçası üzerindeki işlemlerde geçiş noktasını göstermektedir.



3. **komutunun görevi nedir?**

- A) İş parçasındaki ilerlemelerin görünmemesini sağlamaktadır.
- B) Takım tezgâhın görünmemesini sağlamaktadır.
- C) İş parçasının görünüp görünmemesini sağlamaktadır.
- D) CNC makinesinin görünüp görünmemesini sağlamaktadır.
- E) İş parçası üzerindeki işlemi kopyalamaktadır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
<b>CNC Tezgâhları Ve Programları İlgili Ölçütleri</b>		
1. CAM programında iş parçasını açtınız mı?		
2. İş Parçasının referans noktalarını belirlediniz mi?		
3. Stok modeli belirlediniz mi?		
4. Hedef modeli belirlediniz mi?		
5. İşler kısmında ekle kısmını tıkladınız mı?		
6. İşler / Ekle / Delik tıkladınız mı?		
7. Delik işleminde kullanacağınız takımını belirlediniz mi?		
8. Delik işleminde belirlediğiniz takımın ölçülerini pencereye kaydettiniz mi?		
9. Delik işlem penceresinde seçimlerden sonra kaydet tuşuna bastınız mı?		
10.G kodunu oluşturduunuz mu?		
11.G kodunu çıkardınız mı?		
<b>CNC Tezgâhlarında CAD/CAM Programları İle Üretim İlgili Ölçütleri</b>		
12.İşlem yapılacak iş parçasını CAM programına çağırdınız mı?		
13.Simülasyon tuşuna bastınız mı?		
14.Simülasyon penceresini açılmasını sağlayınız mı?		
15.Makinada simülasyon butonuna tıklayarak çalıştırdınız mı?		
16.Simülasyon hızını ayarladınız mı?		
17.Play tuşuna basarak simülasyonu başlattınız mı?		
18.CNC makinada çarpma olup olmadığını kontrol ediniz mi?		



---

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	D
4	A
5	C

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	D

## KAYNAKÇA

- BURDURLU Erol, İ. BAYKAN, **Ağaç İşlerinde Kesme Teorisi ve Endüstriyel Mobilya Üretimi Makineleri**, Hacettepe Üniversitesi, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği, Ankara, 1998.