

670.27
K 48
1992

MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

CNC İMALAT SİSTEMLERİ
EĞİTİMİ VE MODEL OPTİMİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ruhi KILIÇ

DANIŞMAN: Doç. Dr. Mete DOĞRUER

Marmara Üniversitesi
Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı



T00040

Marmara Üniversitesi
Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı

İSTANBUL - 1992

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
SEMBOLLERİN LİSTESİ.....	V
KISALTMALAR.....	VI
TABLolar.....	VII
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 1: BİLGİSAYAR DESTEKLİ İMALAT VE EĞİTİMİ.....	2
1.1 Tarihi Gelişimi.....	2
1.2. Otomasyon ve CAM.....	5
1.3. CAM'ın Avantajları.....	8
1.4. CAM Eğitiminin Önemi.....	9
1.5. Bu Çalışmanın Amacı.....	11
BÖLÜM 2: CNC TEZGAHLARI VE PRENSİPLERİ.....	12
2.1. Sayısal Kontrolün Üretim Mühendisliğindeki Yeri.....	12
2.2. CNC Tezgahlarının Çalışma Prensipleri.....	13
2.3. Kapalı Döngü Kontrolü.....	14
2.4. Açık Döngü Kontrol.....	16
2.5. CNC Kontrol Sistemleri.....	17
2.5.1. Noktadan Noktaya Kontrol.....	17
2.5.2. Doğrusal Kesme Kontrolü.....	18
2.5.3. Eğrisel Kesme Kontrolü.....	18
2.6. Bilgi Girişi ve Bilgi İşleme.....	19
2.7. Hareket Ölçme Sistemleri.....	24
2.7.1. Analog Hareket Ölçümü.....	24
2.7.2. Digital Kademeli Hareket Ölçümü.....	25
2.7.3. Digital Mutlak Hareket Ölçümü.....	26
2.8. Koordinat Sistemi.....	27
2.9. Uygulama Kıstasları.....	28
2.10. NC Tezgahların Avantajları ve Dez-Avantajları.....	30
BÖLÜM 3: CNC PROGRAMLAMA TEKNİĞİ.....	33
3.1. NC Parça Programlama.....	33
3.1.1. Bilgi Formatı ve Blok Numarası.....	33

3.1.2.	Çeşitli Fonksiyonlar...	34
3.1.3.	Hazırlık Komutu.....	34
3.1.4.	Hareket Komutları.....	35
3.1.5.	Dairesel Hareketler İçin Hareket Komutları.....	36
3.1.6.	Mutlak Kontrol Sistem.....	36
3.1.7.	Kademeli Kontrol Sistem.....	37
3.1.8.	Yay Merkezi Sapması.....	37
3.1.9.	İlerleme Hızı Komutu.....	38
3.1.10.	Dönme Hızı Komutu.....	39
3.1.11.	Takım Komutu.....	39
3.2.	Standart Karakterler ve Delikli Bant.....	40
3.3.	Macro ve Sub-Routines.....	42
3.4.	Sabit (Can/Fixed) Döngüler.....	42
3.5.	Programlama Metodları.....	42
3.6.	CAD Modele Dayalı CNC Programlama Prensipleri.....	43
3.7.	CAD/CAM Sisteminde Kesici Hareketinin Belirlenmesi.....	44
3.8.	Basit Eğrisel Hareket.....	44
3.9.	Profil Yüzey Hareketi.....	46
BÖLÜM 4:CAM/CNC ALANINDA TEKNİSYEN EĞİTİMİ MÜFREDAT PROGRAMI.....		
4.1.	Müfredat Programı Hakkında Açıklamalar.....	47
4.2.	Laboratuvar Kısım 1.....	47
4.3.	Laboratuvar Kısım 2.....	55
4.4.	Laboratuvar Kısım 3.....	63
4.5.	Teknoloji Kısım 1.....	70
4.6.	Teknoloji Kısım 2.....	85
4.7.	Teknoloji Kısım 3.....	99
4.8.	Pratik Kısım 1.....	108
4.9.	Pratik Kısım 2.....	119
4.10.	Pratik Kısım 3.....	127
BÖLÜM 5: SONUÇ VE ÖNERİLER.....		
5.1.	Sonuç ve Öneriler.....	138
REFERANSLAR.....		
		140

ÖZET:

Önce Bilgisayar Destekli İmalatın tarihi gelişimi analiz edilmiştir. Otomasyonun bir parçası olarak CAM alt sistemlerinin şematik yapısı, alt sistemlerin birbiriyle olan bağlantıları verilmiştir. CAM'ın uygulanması halinde sağlanacak avantajlar anlatılmıştır. Sonra CNC takım tezgahlarının imalat prensipleri kullanılan sayısal kontrol teknikleri hareket ve mesafe ölçme prensipleri anlatılmıştır. CNC tezgahlarında programlama için çok önemli olan koordinat sistemi eksenleri ve dönme yönleri tarif edilmiştir.

CNC parça programlama kullanılan değişik elementler, programın yapısı, hazır döngüler, CAD modeline dayalı program yazma, ISO ve ETA standartlarına girmiş ifadeler, programlama metodları anlatılmıştır. Daha sonra imalat sanayinde CAM/CNC üretim tekniğinde ihtiyaç duyulan teknisyen eğitimini sağlayacak kapsamlı bir müfredat programı geliştirilmiştir.

Sonuç olarak CAM/CNC sistemlerinin Ülkemizdeki imalat sistemlerinde yerine alması için mevcut durum incelenmiş ve problemlerin çözümü için öneriler getirilmiştir.

ABSTRACT:

Training of CNC Manufacturing Systems and Model Optimization

This thesis is intended to provide a comprehensive curriculum for technician training technical survey of the important topics in production automation and related systems. These topics include numerical control, NC part programming and Computer-Aided Manufacturing (CAM). The unique feature of this thesis is that it brings all of these specialized topics together including developing a brand-new model training programme for technician training and attempts to demonstrate how they are all related.

The thesis begins with the analysis of Computer-Aided-Manufacturing historical development. Various aspects of CAM manufacturing system are introduced to remind readers of the necessary background knowledge, but do not cover all that is required. It is explained the advantages of CAM applied production lines.

Chapter 2 introduces background information on NC and influence of NC technology on modern manufacturing engineering and presents NC machine design, control of machine tools, work holding and loading for Numerically Controlled machining.

Chapter 3 is concerned with the definition of geometric entities, which are the basic elements required for defining cutter motion. Statements and methods that can be used to simplify programming of cutter path and machining operation.

Chapter 4 introduces a model technician training programme and basic CAM software specifications for industrial training.

Final chapter is concerned with outcomes and recommendations.

SEMBOLLER

Sembol	Anlamı
A	X Ekseninde dönme ekseni
B	Y Ekseninde dönme ekseni
B1	Mamül kullanımında iken üretilen küçük grup sayısı (adet)
C	Z Ekseninde dönme ekseni
d1,d2	Tolerans değerleri (mm, Radyan)
F	İlerleme hızı (mm/dev)
G	Hazırlık Komutu
I	Y Yönünde sapmış yay merkezi adresi (mm)
J	Jirasyon Yarı çapı (mm)
K	Z Yönünde sapmış yay merkezi adresi (mm)
L	Çapraz hareket yolu (mm)
M	Çeşitli fonksiyonlar
N	Devir sayısı (dev/dak)
N	Blok numarası
Q	Herbir küçük gruptaki mamül adedi
r	Parametreye göre pozisyon vektörü
T	Takım Komutu
T1	Mamülün bir birimini üretme zamanı (dak)
T2	Küçük bir grup için gereken üretim zamanı (dak)
T3	Herbir mamül için gerekli diğer zamanlar (dak)
TT 1c	Toplam üretim zamanı (dak/saat)
U1	Parametre-1
U2	Parametre-2
U3	Parametre-3
X	Koordinat ekseni
V	Vektör
Y	Koordinat ekseni
Z	Koordinat ekseni

KISALTMALAR

<u>Kısaltma</u>	<u>Anlamı</u>
CAM	Bilgisayar Destekli İmalat
MIT	Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
NC	Sayısal Kontrol
CAD	Bilgisayar Destekli Çizim
FEA	Finite Element Analiz
KS	Knematik Simülasyon
FMS	Esnek İmalat Sistemi
CAT	Bilgisayar Destekli Test
CIM	Bilgisayar Entegre Edilmiş İmalat
CNC	Bilgisayar Kontrollü Tezgahlar
DNC	Doğrudan Sayısal Kontrol
MRP	Gerekli Malzeme İhtiyacının Planlama
MCU	Makina Kontrol Ünitesi
ROM	Sürekli Hafıza
ETA	Electronics Technicians Assosiation
DIN	Alman Standardları Normu
ISO	Uluslararası Standardlar Organizasyonu
APT	Otomatik Programlanmış Takımlar
CLFILE	Kesici Pozisyonu Dosyası
IBM	Enternasyonal İş Makinaları
BTR	Bant Kontrolü arkasındaki sistem
AC	Adaptiv Kontrol

TABLULARIN LİSTESİ

<u>Tablo</u>		<u>Sayfa</u>
Tablo 1	Üretim Çeşitleri	5
Tablo 2	CAD/CAM'de gerçekleştirilen İşlemler	7
Tablo 3	NC Tornaların Kullanılma Kısıtları	33
Tablo 4	NC Tornalarda Kullanılan Delikli Bant Standart Karakterleri	41

GİRİŞ

Bu çalışmada, Bilgisayar Destekli İmalat Sistemleri (CAM) uygulamaları incelenmiş, otomasyon içindeki yeri tespit edilmiştir. CAM sistemlerinin uygulama biçimleri ve mevcut üretim sistemlerine göre sağladığı avantajlar karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur. Bu üretim sisteminin ülkemiz imalat sanayiinde yerini alması için gereken eğitim ihtiyacı, uygulanacak eğitim programı ve gerekli fiziksel donanımın özellikleri tespit edilmiştir. Dış pazarlarda rekabet şansı yüksek ürünler ortaya koymanın yolu, teknoloji yoğun üretim sistemlerinin hayata geçirilmesine bağlıdır. Böyle bir üretim tekniği olan Bilgisayar Destekli İmalat (CAM) sistemi ile sistemi meydana getiren ana elementler; CNC takım tezgahları, programlama, programlama teknikleri incelenmiş, uygulamaları açıklanmış ve CAM'ın hayata geçirilmesi için gerekli eğitim programı Teknik Lise düzeyinde geliştirilmiştir.

CAM'ın tarihi gelişimi, otomasyon içindeki yeri, üretimde sağladığı üstünlükler, CAM sistemini oluşturan elementler ve uygulama kıstasları irdelenmiştir. Yapılan analiz ve değerlendirmeler ışığında CAM imalat sistemleri içinde görev alacak teknisyenlerin eğitimini sağlayacak bir müfredat programı geliştirilmiştir. Müfredat programının hazırlanmasında, çağdaş program geliştirme tekniklerinden faydalanılmıştır.

Tezimin hazırlanmasında çok yoğun çalışmaları arasında değerli vakitlerini ayıran, son aşamasına kadar yardım ve desteklerini esirgemeyen Sayın Hocam ve Danışmanım Doç.Dr.Mete DOĞRUER'e şükranlarımı sunarım. Teşvik ve desteğini gördüğüm Sayın Prof.Dr. Oğuz BORAT, Doç.Dr.Yüksel ÇAVUŞOĞLU, Doç.Dr. Nükhet YETİŞ'e ve mesai arkadaşlarıma saygılarımı sunmayı bir borç bilirim.

BÖLÜM I. BİLGİSAYAR DESTEKLİ İMALAT VE EĞİTİMİ

1.1 Tarihi Gelişimi:

Massachusetts Teknoloji Enstitüsünde (MIT) 1952 yılında ilk sayısal kontrollü (NC) takım tezgahının geliştirilmesinden sonra Elektronik ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birlikte sayısal kontrol hızlı bir şekilde gelişti. Bugün ileri bilgisayar sistemlerinin kullanıldığı kontrol üniteleriyle donatılmış bilgisayar kontrollü tezgahlar sanayide kullanılmaktadır. Sayısal kontrol mühendisliğindeki gelişme sadece imalat sektöründe kayda değer bir gelişme yapmakla kalmamış fakat üretim planlama ve dizaynında çok büyük değişimler sağlamıştır.

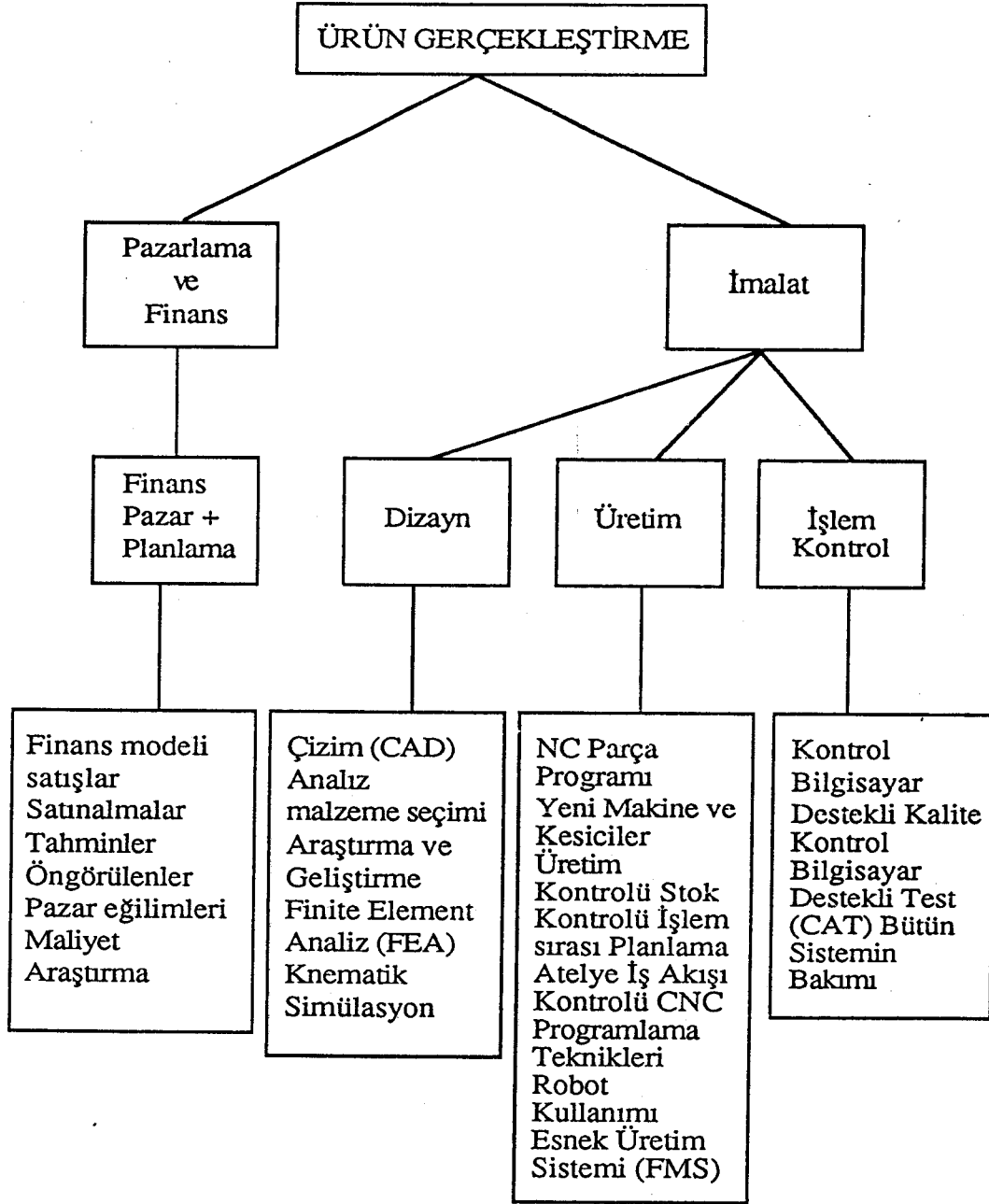
İmalat ve pazarlama işlemlerindeki bilgisayar uygulamalarında sayısal kontroldeki gelişme sadece bir fazdır. Bilgisayar teknolojisi bilgisayar destekli imalat sistemlerinin bütün alanlarında tek tek uygulanabilir. CAM imalat işleminin bütün safhasını kapsar.

CAM üretimi gerçekleştirmede Şekil 1'de görüldüğü gibi iki ana alana ayrılır. (3)

1. İmalat

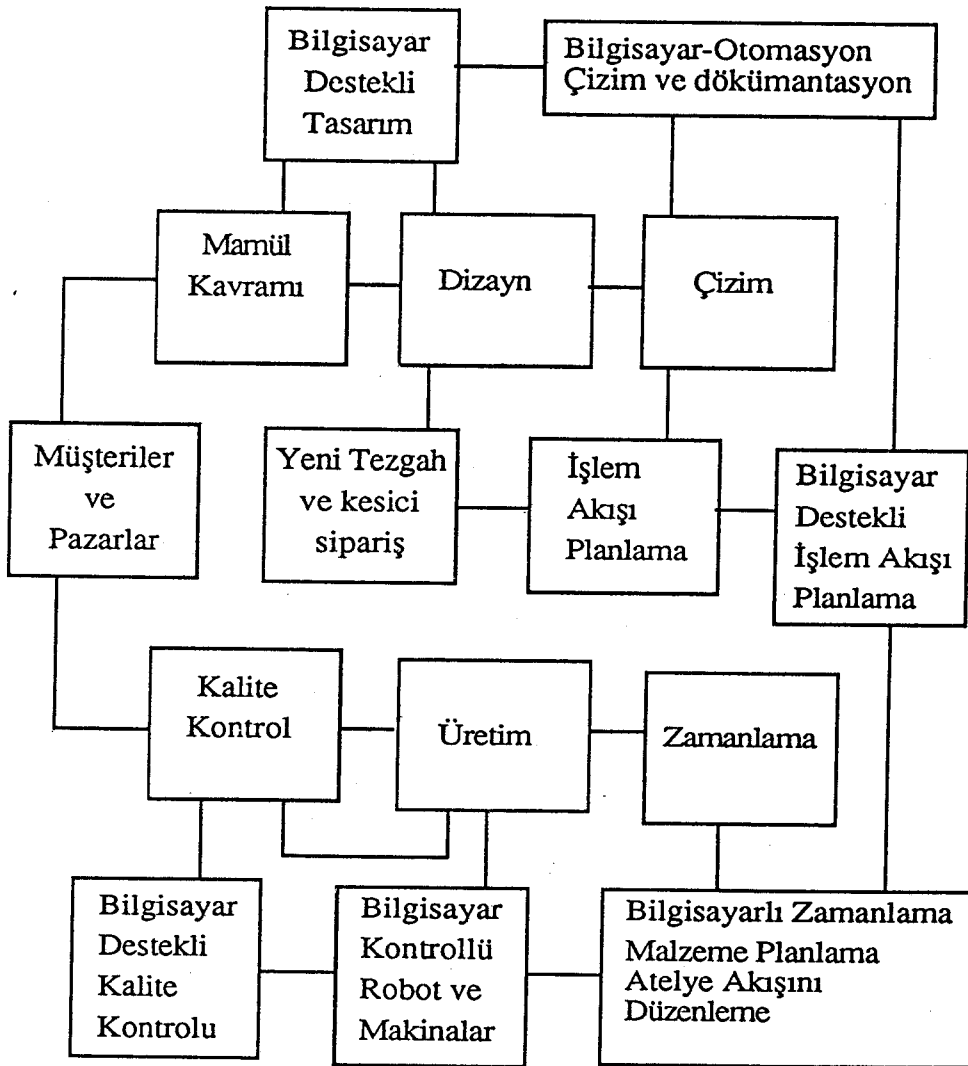
2. Pazarlama ve Finans

Her bir alan doğrudan bilgisayarla kontrol edilen alt konulardan oluşur. CAM hardware'i; bilgisayar kontrollü takım tezgahları (NCMT) muayene tezgahları, bilgisayar ve çevre birimlerini içine alır. CAM Software'i; işlemleri izleyen ve neticede üretim akışını kontrol eden bilgisayar programlama sistemlerini içine alır.



Şekil 1: Bilgisayar Destekli İmalat (CAM) ve Ürün Gerçekleştirme (3).

Tüketici ve Endüstriden gelen istekler ürün gerçekleştirme sürecini doğrudan etkiler. Bu süreç ilk olarak bir ürün gerçekleştirme fikri kavramı ile doğar. Sonra zenginleşir, irdelenip analiz edilir. Ürün ilk defa CAD mühendislerince çizilir ve üretim safhasına aktarılır. Üretim gerçekleştirme ve kontrol (CAM) birimince yürütülür. Tasarım, üretim, imalat işlemleri kalite kontrol, performans testleri bilgisayarlar ile kontrol edilir. Modern üretim tesisindeki bütün bir CAD/CAM üretim sisteminin anlaşılması stratejik önem taşır.



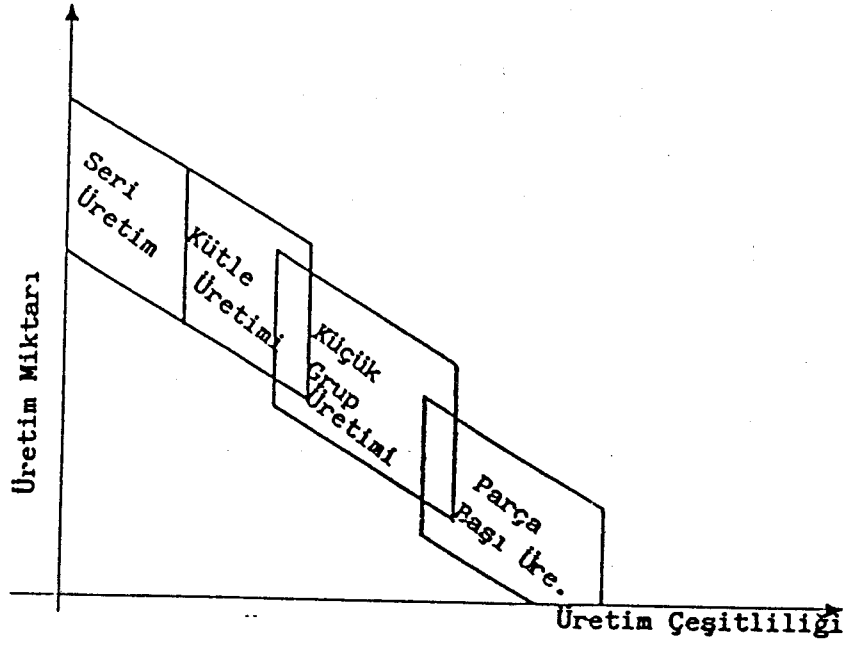
Şekil 1 CAD/CAM Üretim Gerçekleştirme Şeması. (2)

1.2. Otomasyon ve CAM:

Otomasyon, kompleks mekanik, elektronik ve bilgisayar sistemlerine dayalı üretim kontrolüdür. CAD/CAM sistemleri de otomasyonla doğrudan ilgilidir. Üretim, çeşitliliğine ve miktarına bağlı olarak dört ana katagoride ifade edilebilir. Üretim biçimine göre otomasyon uygulaması şöyledir;

Tablo 1. Üretim Çeşitleri

<u>Kategori</u>	<u>Tanımı</u>
1. Parçabaşı üretim:	Çok az sayıda ve genellikle bir çeşit ihtisas üretimi teknolojik olarak kompleks tek parçalar. (Prototipler, takım tezgahları, uçak) NC ve CNC Makinaları kullanımı.
2. Küçük Grup Üretimi:	Orta boy parçaların belli sayıda grup üretimidir. (Yiyecek üretimi, elbise, kitap üretimi) NC, DNC, CNC Makinaları, Robotlar, parça yükleme kaynak işlemlerinde robotların kullanımı, CIM Adaptiv kontrollü makinalar.
3. Kütle Üretimi:	Bir çeşit üretimden çok fazla miktarda imalattır. (Otomobil, elektrikli ev aletleri) Otomatik parça taşıma araçları, İndeks Makinalar Yarı, tam otomatik montaj hattı Endüstriyel Robotlar Bkılgisayarlı Üretim Kontrollü.
4. Seri Üretim:	Sürekli olarak yapılan üretim (Petrol rafinerileri, kimyasal üretim tesisleri) Sensör teknolojisi Sofistike kontrol ve optimizasyon stratejileri Tamamen bilgisayarla kontrol edilen sistem.



Şekil 3 Üretim Çeşitleri

Tablo 1'de bilgisayar teknolojisinin otomasyondaki yeri açıkça görülüyor. Digital bilgisayar ile otomasyon arasındaki bağlantı modern bilgisayar teknolojisinin gelişmesi bilgisayarın maliyetinin düşmesi ve kapasitenin artmasıyla endüstride kullanılmaya başlandı (1). Üretim artıkça (Kategori 3 ve 4) otomasyon uygulaması daha artıyor. Geleneksel olarak sadece imalatda otomasyon öngörülürken CAD/CAM ile imalat yanında dizayn ve planlama işlemleri, yönetim ve maliyetlede bilgisayar teknolojisi uygulamaya girmiştir.

Otomasyon ile CAD/CAM arasındaki farklılıklar Groover ve Hudgés (2) tarafından geliştirilen matematiksel bir modelle gösterilebilir. Model'de tipik bir metal mamulu dizayn, planlama ve imalat için harcanan toplam zaman gösteriliyor.

T1: Mamülün bir birimini üretme zamanı

(Üretim+muayene+montaj+paketleme)

T2: Küçük bir grup üretimi için gereken zaman

(Planlama+malzeme satınalma+ayarlama)

T3: Her bir mamül için gerekli diğer zamanlar

(İşlem planlama+fiyatlandırma+özel kesici yapımı)

B: Mamül kullanımında iken üretilen küçük grup sayısı

Q: Her bir küçük gruptaki mamül adedi

(Yaklaşık olarak her grup için aynıdır)

Mamül kullanımında iken harcanan toplam zaman

$$T \text{ TLC, } BQT1 + BT2 + T3 \quad \dots(2)$$

T TLC: Toplam Zaman

Her bir mamül için harcanan ortalama zaman

$$TLC = T1 + T1/Q + T3/BQ \quad \dots(2)$$

Otomasyon ve CAD/CAM'ın amacı mamül üretimi için harcanan zamanı azaltmaktır.

CAD/CAM teknolojisi her üç zamanda (T1,T2,T3) azaltmayı hedefler, fakat T3 ve T2 üzerinde yoğunlaşır. CA//CAM, mamül'de dizayn ve planlamayı da içine alır. Aşağıda Tablo 2'de, CAD/CAM'de gerçekleştirilen önemli alanlar; Tablo 1'deki otomasyonda gerçekleştirilenlerle karşılaştırmak için verilmiştir.

Tablo 2 CAD/CAM'de gerçekleştirilen İşlemler ve Üretim Sistemleri

- İnteraktif bilgisayar grafik sistemleri
- Renkli bilgisayar grafikleri
- Animasyon bilgisayar grafikleri

- Dizayn analiz (Gerilim-dayanım, v.b) software kullanımı
- Kodlama ve parçaların sınıflandırılması (grup teknolojisi)
- Bilgi saklama ve geri getirme sistemleri dizaynı
- Bilgisayar entegreli imalat (CIM)
- Otomatik çizim
- Esnek üretim sistemleri (FMS)
- Dizayn ve imalat veri tabanı
- Bilgisayar destekli işlem planlama
- Bilgisayarda üretilmiş iç standartları
- NC parça programlama
- Zamanlaması çok iyi ayarlanmış üretim planı
- MRP
- Bilgisayar Kontrollü Robotlar
- DNC ve Bilgisayar Destekli Kalite Kontrol

Kaynak: (37)

1.3. CAM Sağladığı Avantajlar:

CAM uygulamalarına ilişkin spesifik faydalar sonraki bölümlerde daha detaylı olarak verilecek, ancak burada genel ifadelerde verecek olursak avantajlarını şöyle sıralayabiliriz.

- a) Daha az işgücü ile yüksek oranda üretim
- b) Daha az insan hatası ihtimali ve insana olan bağımlılığın daha azalması

c) İmalatda daha kolay değişiklik yapılabilmesi.

d) Depolama, montaj etkinliliğinin artırılması ve imalat etkinliğinin artırılması (daha az artık malzeme çıkması vb) nedeniyle maliyette büyük tasarruf.

e) Bilgi depolanması sayesinde üretim işleminin tekrar edilebilme imkanı

f) Çok daha yüksek kalitede mamül

1.4. CAM Eğitiminin Önemi:

Sayısal Kontrol (NC) 1952 yıllarından itibaren kullanılmaya başlandı. Ancak NC teknolojisinin getirdi CAM Sistemleri yazılım güvensizliği ve yüksek maliyetleri nedeniyle ancak 1980 den sonra yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (7).

1980'li yıllardan sonra bu alanda duyulan eğitim ihtiyacı nedeniyle önce büyük özel şirketlerde sonra da üniversiteler de bu alanda eğitim programları hazırlama gereği duyuldu.

CAD/CAM konusunda işgücü açığı önce yaygın eğitim yoluyla, sistemi kullanıcılar kendi birimlerinde sistemi sağlayan firma tarafından (örneğin TUSAŞ'da, ABD Cinciniati Milacron gibi) daha önce makina mühendisliği, teknisyenliği alanında eğitim görmüş teknik elemanlar yarım zamanlı olarak eğitime alınarak CNC programcısı veya CAD/CAM sistemi kullanıcısı olarak eğitildi. Daha sonra önce ABD olmak üzere Japonya, İngiltere, Almanya ve Fransa'da üniversiteler Kontrol Mühendislięi veya Makine Mühendislięi bölümlerinde CAD/CAM bölümleri açtılar. 1990 yılı itibariyle ABD'de Teknik üniversitelerin %95'ninde CAD/CAM bölümü açılmıştır (23). İngiltere'deki kolejlerin %90'nın da CNC-CAD-CAM olarak bölüm bulunmaktadır (4).

İngiltere'nin City and Guilds Merkezi imtihan kuruluşu 1985'den bu yana CAD/CAM ve CNC konusunda ustalık-teknisyenlik düzeyinde ülke genelinde belgelendirme imtihanları yapmaktadır (9).

Gelişmekte olan ülkelerde ise CAD/CAM, Robotiks, Kontrol ve Enstrümantasyon gibi yeni meslek alanlarında eleman eğitimi ve teknoloji transferi çalışmaları genellikle dış kaynaklı finansmana bağlı olarak yürütülmektedir. Bu çalışmalar halen yeterli bir düzeye ulaşmamıştır. Yurdumuzda M.E.Bakanlığı 1985 yılında başlattığı Endüstriyel Okullar Projesi çerçevesinde 6 Teknik ve Endüstri Meslek Lisesinde 118 CNC tezgahı ve yazılım programı satın alarak eğitim çalışmasına başlamıştır (39). Amaç 4 yıllık Teknik Lise düzeyinde CAD/CAM ve CNC bölümlerini faaliyete geçirmektir.

ODTÜ İslam Kalkınma Bankası'ndan sağladığı fonla CAD/CAM Laboratuvarını 1984 yılında kurmuştur. Halen eğitim çalışmaları yazılım geliştirme yolunda da devam edilmektedir. Marmara Üniversitesi Mühendislik ve Teknik Eğitim Fakülteleri CAD/CAM eğitimini müfredat programlarına almışlardır. M.Ü. Mühendislik Fakültesi bu konuda ciddi bir çalışma içerisinde olup, CAD/CAM laboratuvar kuruluşunu gerçekleştirip, üretime geçmiştir. Diğer üniversitelerde kaynak yetersizliği nedeniyle laboratuvar kurma çalışmaları yavaş ilerlemektedir.

Bugün yaşadığımız informatik çağında yüksek teknoloji ürünü ucuz maliyetli mamüllerle uluslararası pazarlarda rekabet etmek mümkün olabilmektedir. Yüksek teknoloji ürünü bu mamüller ancak yüksek bilgi birikimini gerektiren teknoloji yoğun üretim sistemleriyle yapılabilmektedir. Sanayide yeri açık olan CAD/CAM eğitimi konusunda hardware ve software temini, eğitim programı geliştirilmesi ve bu konuda kurulacak laboratuvarlar için spesifikasyonların hazırlanması CAD/CAM eğitiminde temel noktaları teşkil etmektedir. CAD/CAM Eğitimi

konusunda teknisyen eğitimi düzeyinde geliştirilen model bir müfredat programı ve software spesifikasyonları Bölüm 4'te sunulmuştur.

1.5. Bu Çalışmanın Amacı:

Ülkemiz endüstrisi için son derece gerekli olup halen otomotiv, silah, uçak, iş makineleri telekomünikasyon alanlarında mevcut ağır sanayi kuruluşlarınca kullanılan CAD/CAM sistemleri aynı zamanda önemli bir istihdam sahası oluşturmaktadır.

Tez çalışması; CAD/CAM üretim tekniğinin tanıtımını, uygulama sahası ve alt birimlerini, sistemin özelliklerini vermeyi; ülkemizde eğitimin çeşitli kademelerinde CAD/CAM eğitimi konusunda yapılan çalışmaları inceleyerek, Teknik Lise ve Meslek Yüksek Okulu düzeyinde verilecek CAD/CAM eğitimini sağlayacak bir müfredat programının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca müfredat programı ile uyumlu CAM software spesifikasyonları endüstrinin istihdam şartları da gözönüne alınarak belirlenmiştir.

Tezin hazırlanmasında CAD/CAM imalat sistemlerinin hayata geçirilmesi ve eğitiminde istenilen amaca varmak için CAD/CAM sisteminin tanıtımını, eğitimini ve uygulamasını bütünlük içinde ele alan bir model yaklaşımı benimsenmiştir.

Sonuç olarak, CAD/CAM eğitiminin ülkemiz teknik eğitim sisteminde sahip olması gereken konumu ortaya konmaya çalışılacaktır.

BÖLÜM 2: CNC TEZGAHLARI VE PRENSİPLERİ

2.1 Sayısal Kontrolün Üretim Mühendisliğindeki Yeri

Geleneksel kuruluşlarda üretim mühendisliğinin en belirgin yönü, üretim görevinin birçok birimler ve kişiler arasında bölüşülmesi ve bu birim ve kişiler arasındaki bilgi akışının tezgahlara insanlar tarafından aktarılışdır. Bu bilgiler arasında işin yapım resmi ile işlem ve iş akış kartları sayılabilir.

Bilindiği gibi, bu tip kuruluşlarda, mamülün her değişiminde üretimin bu bilgilere göre gerçekleştirilmesi çok zaman aldığı gibi; insan faktörü yüzünden hatalı ve dolayısıyla pahalı da olabilmektedir. Halbuki, sayısal kontrollü sistemlerde programın hatasız hazırlanması halinde bilgilerin tezgah hareketleri yolu ile işe aktarılmasında hataya düşülmemektedir.

Üretimin otomatikleştirilmesine yarayan bu cihazların hepsi, özellikle çok sayıda üretilmesi düşünülen parçaların üretimi için elverişlidir.

Fakat bunlar, tek veya az sayıda üretilecek parçaların üretiminde genellikle ekonomik olarak kullanılamaz. Zira, bu tür mekanik bilgi depolarının (iş kalıplarının), işlenecek parça başına düşen maliyeti çok yükseleceği gibi; bir üründen diğerine geçişte bunların değiştirilmek zorunda oluşu da maliyeti olumsuz yönde etkilemektedir.

Eğer, kısa süreli veya tek olarak üretilecek parçaların üretiminde, otomatik bilgi girdilerinin avantajlarından yararlanılması düşünülürse; kolayca hazırlanabilen ve hızla değiştirilebilen bir bilgi deposunun kullanılması gerekir. Bu depoya kaydedilecek bilgiler, parça boyutları, tezgah devir sayıları, ilerleme hızları ve benzeri detayları kapsayan rakamlar olacaktır. Bu bakımdan, tezgaha bilgi girdilerini (input) vermek

için ticari makinalarda yıllardır kullanılmakta olan digital bilgi depolarının kullanılmaları tavsiye edilebilir.

Esasında, geleneksel araçlar kullanarak otomasyondan sayısal kontrole geçmek; kam, şablon veya delme kalıbı gibi analog bilgi depolarından; kağıt şerit, delikli kart, bilgisayar disketi veya manyetik şerit gibi digital bilgi depolarına geçmeye eşdeğerdir.

2.2. CNC Tezgahlarının Çalışma Prensipleri:

Bir iş parçasının imalatının tamamlanması belli bir döngünün tamamlanmasıyla olur. Bunlar;

1. Resmin okunması
2. Makinanın ayarlanması ve parçanın işlenmesi
3. Resme göre iş parçasının kontrolü.

İş parçası iş resminde istenen özellikleri karşılamadan döngü tamamlanmış sayılmaz. Bu döngüde operatör anahtar rol oynar ve sonucu doğrudan etkiler. Bu döngü her zaman için insan hatası olabilecek bir döngüdür.

Konvensiyonel tezgahlarda talaş kaldırma sırasında meydana gelebilecek hataları operatörün kapatma şansı vardır. Halbuki CNC makinalarda kontrol ünitesi her zaman hassas ve doğru olmak zorundadır. Giriş ve çıkış elektronik sinyallerine işlem anında müdahale mümkün değildir.

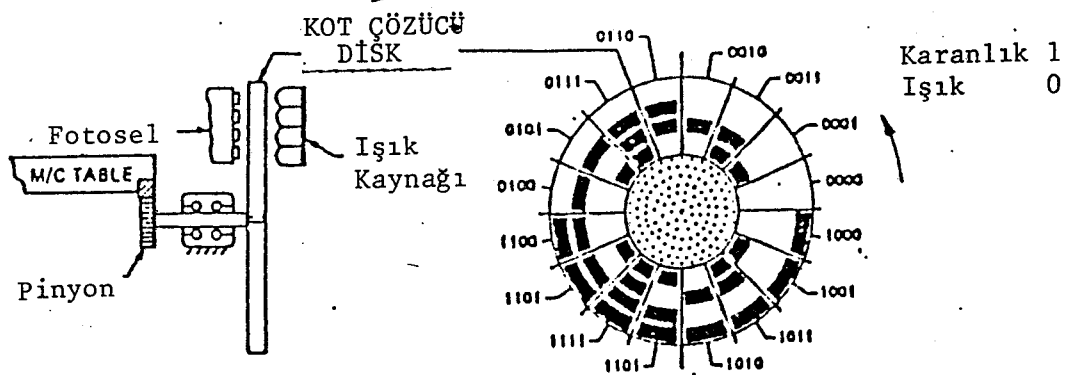
CNC Tezgahlarında iş üretiminde üç safha vardır.

- a. Birinci safhada teknik resim çiziminin sayısal format'ta konup parça programının hazırlanması. Parça programı, işlem sırası, sayısal formatlardan meydana gelir.

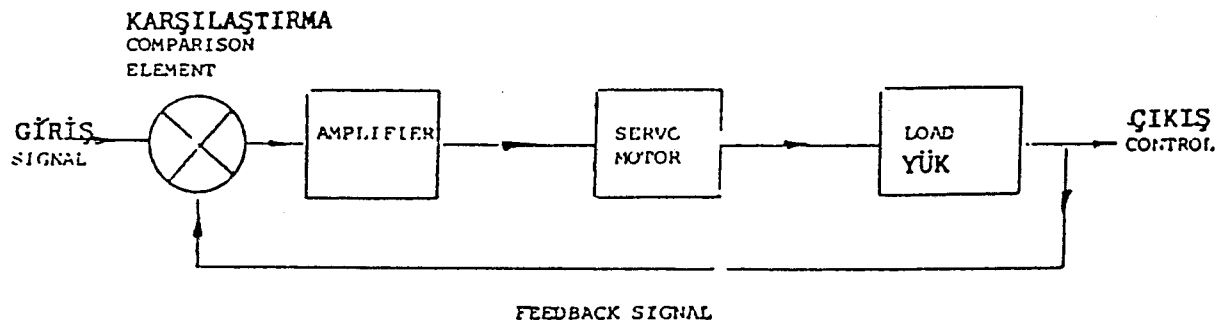
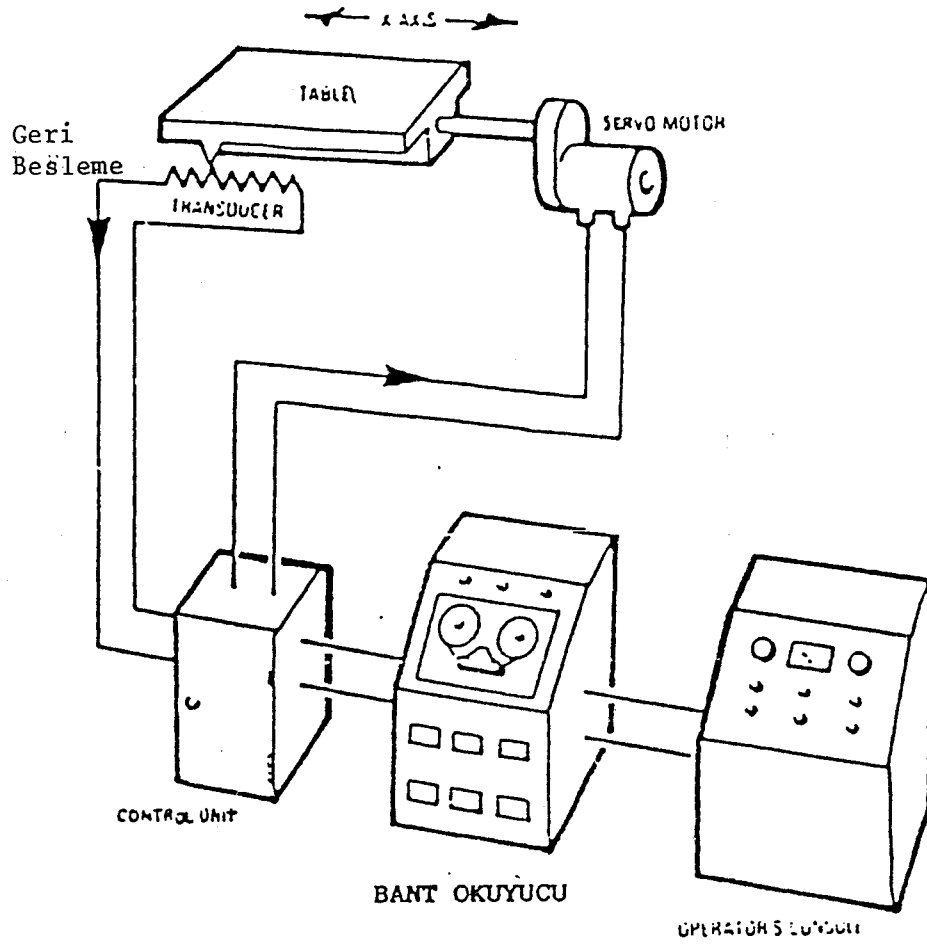
- b. İkinci safhada program bilgisayar disketi veya delikli banda yüklenir.
- c. Üçüncü safhada program tezgah bilgisayar hafızasına elle, disket yada band'la yüklenir. Kontrol ünitesi (MCU) kesicinin hareketlerini kontrol eder. İki çeşit kesici kontrolü vardır. 1. Kapalı döngü kontrolü 2. Açık döngü kontrolü.

2.3. Kapalı Döngü Kontrolü:

Bu sistemde iş parçası işlenirken ölçüler sürekli olarak kontrol edilir ve gerekirse düzeltilir. Giriş sinyalleri transducer tarafından üretilen çıkış sinyalleri ile karşılaştırılır. (Şekil 4.a) Sinyaller arasındaki fark güç ünitesine gönderilir. Güç ünitesi servo motorlara gerekli komuta iletir. Gerçekleşen pozisyon istenen pozisyona eşitse hareket durur. Giriş bilgisi digital ancak çıkış digital veya analog olabilir. (Şekil 4.b.)



Şekil 4.a. DÖNER TIP KOD ÇÖZÜMÜ DİJİTAL TRANSDUCER

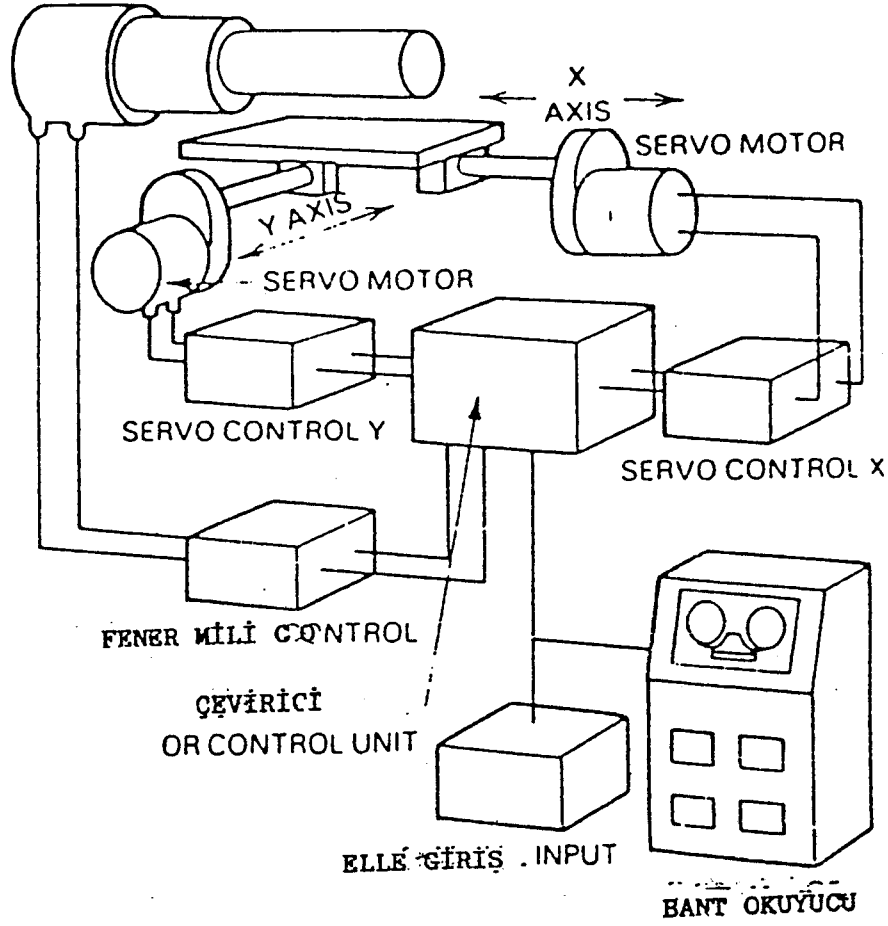


Şekil 4.b. KAPALI DEVRE KONTROL SİSTEMİ

2.4 Açık Döngü Kontrol

Açık döngü kontrol sistemlerinde özel elektrik motorları kullanılır. Pozisyon kontrolü yapan çıkış transduceri yoktur. Dolayısıyla işlem sırasında ölçülerin kontrolü yoktur. Ölçüler ancak iş bittikten sonra kontrol edilebilir (Şekil 5).

FENER MİLİ MOTOR



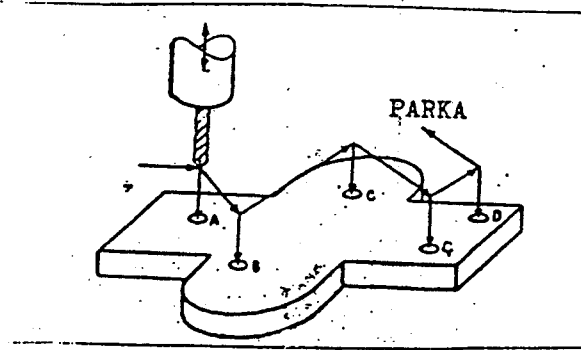
Şekil 5. AÇIK DEVRE KONTROL SİSTEMİ

2.5 CNC Kontrol Sistemleri

NC tezgahlarındaki işler alfa nümerik sembollerden oluşan NC kodlarında yazılmış bir program vasıtasıyla gerçekleştirilir. NC tezgahlarda, kesici hareketlerinin durum ve özelliğine göre aşağıdaki üç tip sayısal kontrol kullanılır.

2.5.1 Noktadan-Noktaya Kontrol

Eğer işlem, iş parçası üzerinde belirli noktalarda yapılacaksa; en basit denetim tipi olan "noktadan-noktaya kontrol" kullanılır. Örneğin, matkap tezgahlarında, hassas yatay delme ve frezleme tezgahlarıyla nokta kaynağı tezgahlarında özellikle bu metot uygulanmaktadır. İki koordinatı olan yerlerde, bir noktadan diğerine geçiş, genellikle, her iki eksen üzerinde birden ve hızlı bir şekilde yapılır. İstenen noktaya ulaşıp, gerekli işlemin tamamlanmasından sonra bir sonraki noktaya geçiş hareketi başlar (Şekil 6).

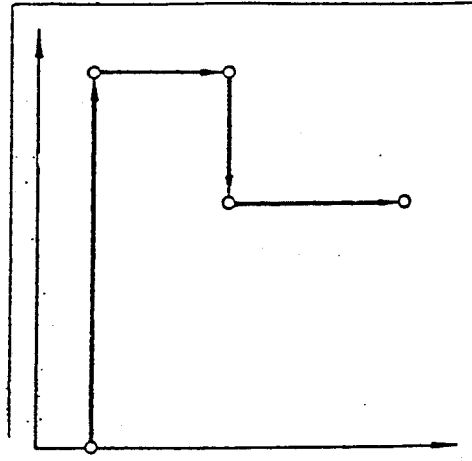


Şekil 6. Noktadan-Noktaya Kontrol Hareketi

2.5.2 Doğrusal Kesme Kontrol

Biraz daha karmaşık olan "doğrusal kesme kontrol" ise, işleme hareketleri veya hızlı (boş) geçişlerdeki ayarlamalar tezgah eksenleri doğrultusundaki düz çizgiler boyunca yapılır. Bir hareketin, aynı anda her iki koordinatta birden yapılması ancak sabit hız oranlarında mümkündür.

Doğrusal kesme kontrolü olan çok torna ve freze tezgahlarında kullanılır. Bu iki tip kontrol, birçok parçanın yapımı için elverişlidir.



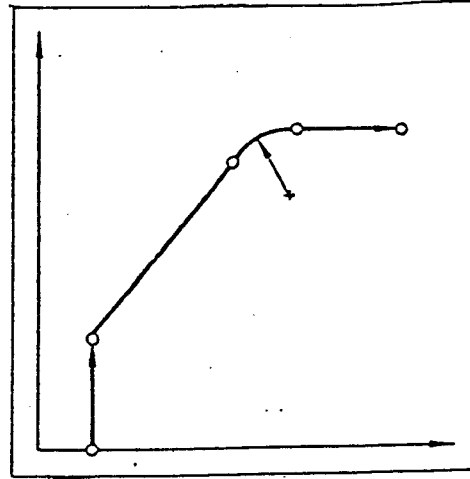
Şekil 7. Doğrusal Kesme Kontrol Hareketi

2.5.3. Eğitsel Kesme Kontrolü

Kontrol kamları, kesici takımlar, türbin kanatları, pres kalıpları vb. gibi değişken geometriye sahip parçalarla, çevresinde konik, çembersel ve diğer eğrisel kısımlar bulunan parçaların yapımına teknik olarak en çok uyan kontrol tipi ise eğrisel kesme kontrolüdür. Kontrol tipi ise eğrisel kesme kontrolüdür. Bu metot'da tezgah, çeşitli koordinatlarda aynı anda ve değişik hız ve kronolojide hareket ederek görevini yapar. Eğrisel kesme kontrolü, teknik yönden en gelişmiş

kontrol şekli olup, torna, profil kesme, planya, alevle kesme, vb. tezgahlarında kullanılabilir. (Şekil 8)

İki koordinat pozisyonunda bütün kesişme noktalarının yeri bilgisayarda belirlenir ve bu özellik "enterpolasyon" olarak bilinir. Bu enterpolasyon bilgisayarın ROM hafızasında sürekli durur ve program 601 ile fonksiyonel olur. 601 kodu herhangi bir iki yada üç eksenle kesici yolu için iki nokta arasındaki yolu enterpolasyon yoluyla kontrol eder. Eğrisel kontrolde parabolik elips, küresel, dairesel hareketler daire yarıçaplarına göre veriler parametrelerle belirlenir.



Şekil 8. Eğrisel Kesme Kontrol Hareketi

2.6 Bilgi Girişi ve Bilgi İşleme

Bilgi yükleme, giriş sinyali olarak çeşitli biçimlerde olabilir.

- a) Elektrik akımındaki değişmelere göre elektrik ve elektronik rölelerin çalıştırılması.
- b) Pnömatik ve hidrolik devrelerdeki valflerin değişik basınçlarda çalıştırılması
- c) Isısal hassas elektrik ünitelerin ışık pulsleriyle

- d) Elektronik devre anahtarlarının elektrik palsleriyle çalıştırılması (en çok bu metod kullanılır)

Sinyaller digital veya analog tornada olabilir. Bilgiler kontrol ünitesine keyboard aracılığı ile doğrudan yada manyetik bant kağıt bant, disket vasıtasıyla yapılır. Doğrudan bilgisayarın bağlanması ile CAD/CAM hattıyla yapılır. Okuyucunun, delikli şerit yada disketten almış olduğu bilgiler, genellikle, kontrol tarafından doğrudan doğruya kullanılamaz. Bu bilgilerin, genel olarak, Şekil 9'da da görüldüğü gibi bir akış şeması içinde işlenmesi gerekir. Yavaş okuyucularla yapılan kontrol, bir sonraki program kademesinde hemen kullanılmak üzere bilgiler önce depo edilir. Takımların gerekli konum ayarlaması veya hareketi için hareket bilgileri öncelikle yüklenir.

Koordinatların sıfır noktasında (orijin) meydana gelebilecek bir yer değiştirme ile takım düzeltmeleri, bilgi işleme dahil edilmeli ve derhal yapılmalıdır.

Bilgi girişinde delikli şeritlerin kullanıldığı eğrisel kesme kontrolde özel bir enterpolasyon bilgisayarı (interpolatör) bulunur. Bu bilgisayar, giriş bilgilerine göre gerekli eğrileri hesaplayarak bütün koordinatlar için gerekli değerleri zamanın bir fonksiyonu olarak verir. Bu bakımdan, delikli şeritler, oluşturulacak eğriler için sadece bir çemberin koordinat merkezi ile yarıçapı gibi kritik değerleri kapsar. Denetim, bu eğri üzerinde takımın geçmesi gereken bütün noktaları teker teker hesaplar. Enterpolasyon yapan cihazların (interpolatör) çoğu, sadece doğrusal ve dairesel enterpolasyon yapacak şekilde donatılmıştır. Böylece, tezgahı doğru çizgi veya dairesel yaylar boyunca hareket ettirebilirler. Tasarımcı veya teknik ressam da, çizimde sadece bir cetvel ve pergel kullandığından bu durum, uygulamaların çok büyük bir çoğunluğu için yeterlidir.

Biçimlendirme takımları (kalıplar) veya fizik kanunlarına göre biçimlendirilmesi gereken türbin kanatları, pervaneler ve diğer aerodinamik elemanların yapımı gibi özel durumlarda oluşturulacak eğriler, programcı tarafından dairesel eğri ve doğru çizgilere dönüştürülmeli hesaplanmalıdır. Diğer bir yolda doğrudan CAD sistemi kullanılara CNC kodları ile parça program diline dönüştürülmesidir.

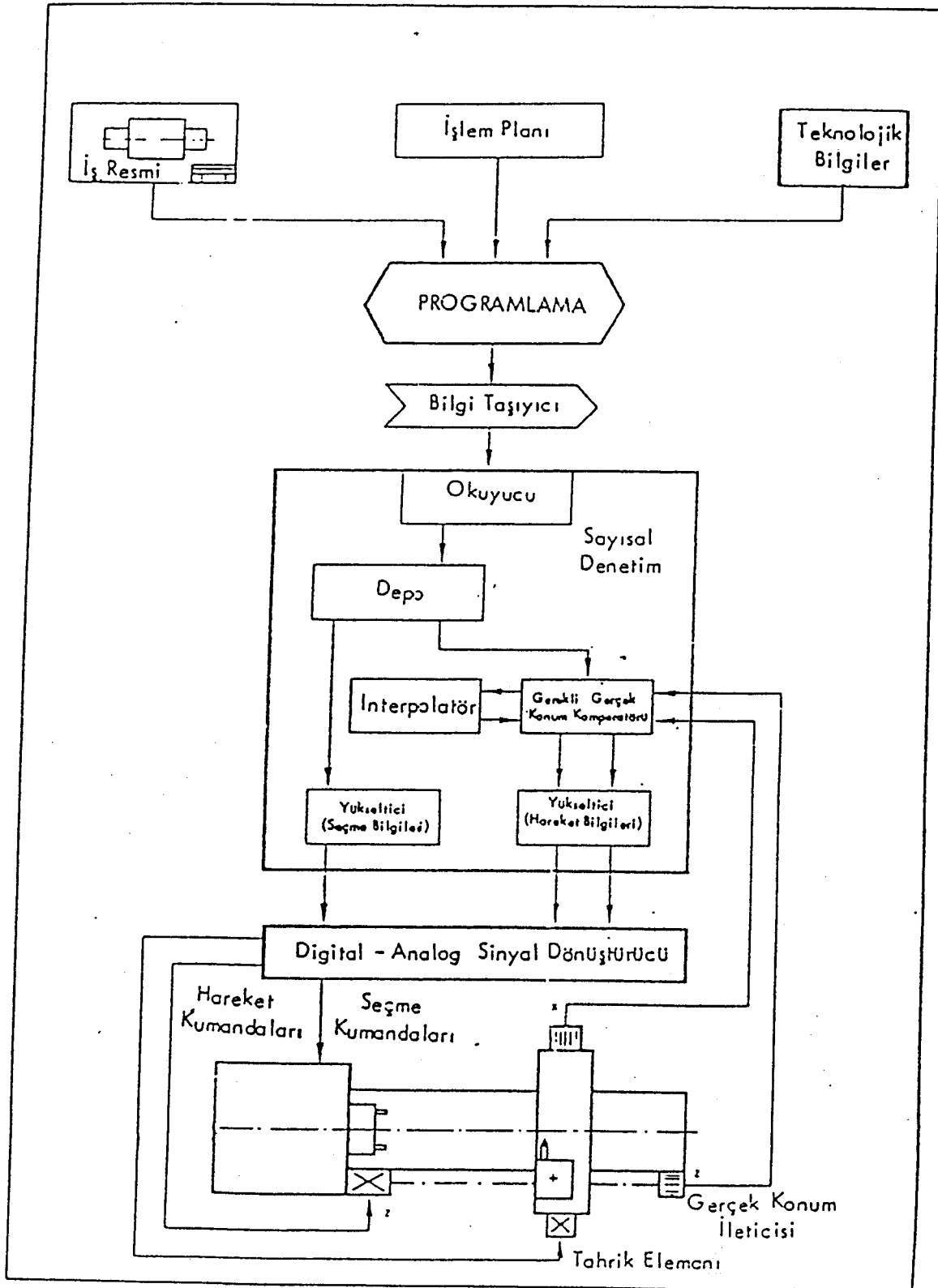
Buraya kadar sadece hareket bilgilerinin işlenmesi üzerinde duruldu.

Halbuki program, aynı zamanda, bir açma-kapama veya değiştirme bilgileri dizisini de kapsamaktadır. Bunlardan bazıları doğrudan doğruya tezgaha iletilirken bazılarının ise önce sayısal denetimde işlenmesi gerekmektedir. Sadece, soğutucunun açılması veya kapanması ya da iş mili devir sayısı ve yönü ile takımların değiştirilmesi vb. gibi komutlar doğrudan doğruya tezgaha iletilir.

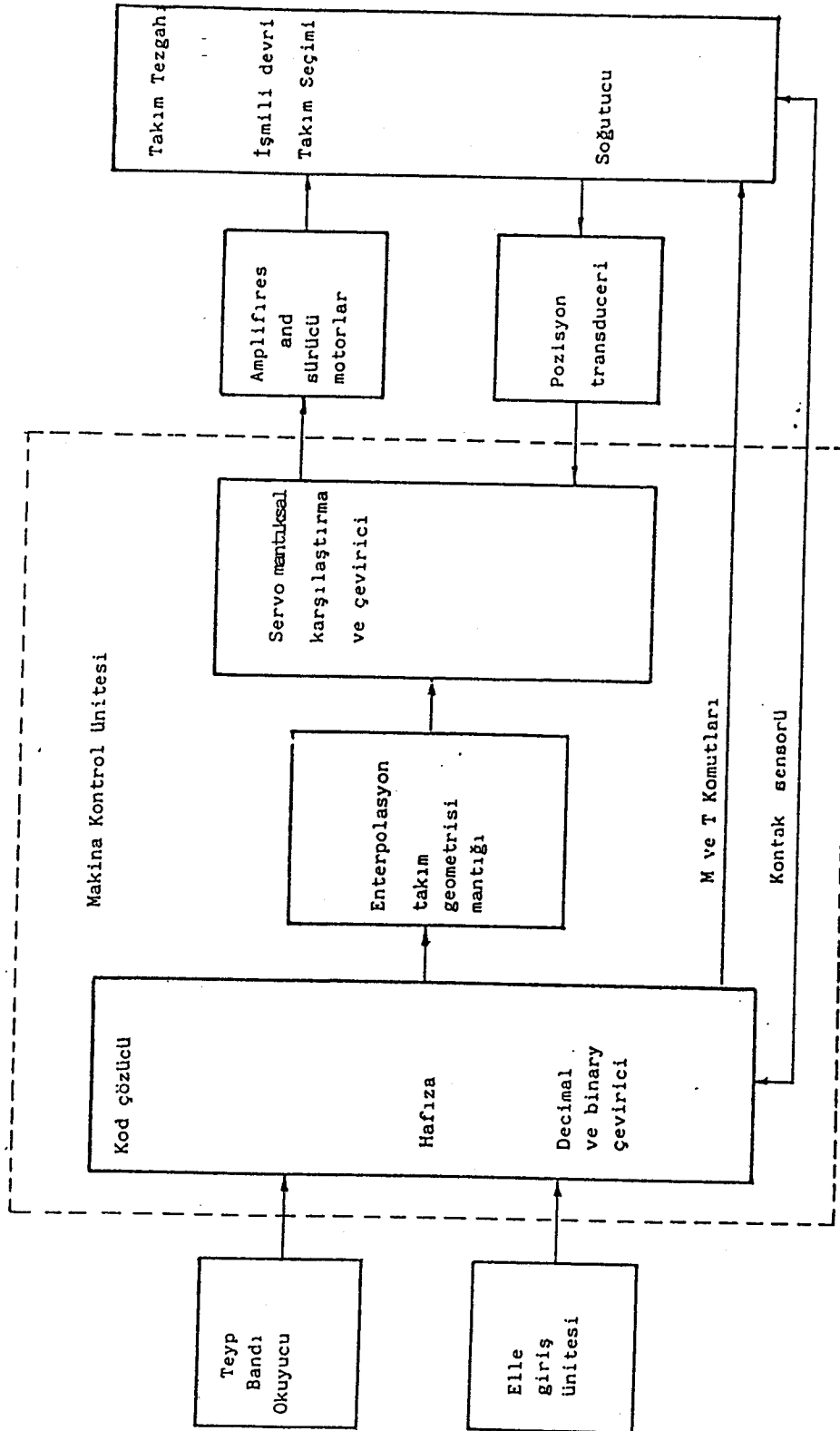
Bu komutlar, uygulamada "SUB-ROUTINE" olarak bilinen ve önceden belirlenmiş tali işlemleri devreye sokarlar. Denetim, daha sonra tezgahtan çağrılmış bir işlemin tamamlandığını bildiren işareti bekler. Arkasından bir sonraki program blok'u okunarak işleme konur. Denetim içindeki, olması gereken ve gerçekleşen değerlerin karşılaştırılmasından farklı olarak sayısal denetimle yönetilmeyen otomatik işlemlerin bir çoğu kam veya anahtar gibi geleneksel elemanlarla yapılır ki bunlara harici karşılaştırmalı işlemler denir.

Harici karşılaştırmalı işlemlere misal olarak takım döner başlığının dönüşü (gevşetme-döndürme-durdurma) ile takım şarjörlerindeki takım değişimi (gevşetme-şarjöre taşıma-yeni takımın şarjörden alınması takımın çalışma konumunda sıkılması) gibi işlemler gösterilebilir.

Özel olarak konulmadığı takdirde, bir açma-kapama işleminde kontrol yapılmaz. Mesela, "Soğutucuyu aç" komutu tezgaha ileildikten hemen sonra bir sonraki komut işleme konur.



Şekil 9. Numerik Kontrollü Üretimde Bilgi İşleme (16)



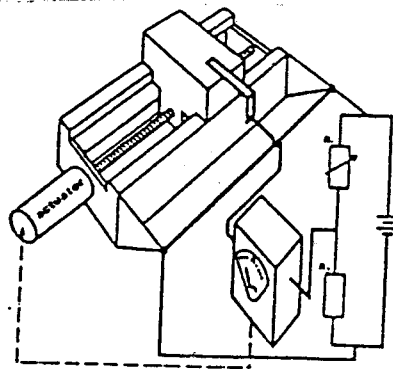
Şekil 10. NC Kontrol Sistemi (13)

2.7 Hareket Ölçme Sistemleri

Kızak konumunun gerçek değerlerini belirlemek için hareket ölçme sistemleri kullanılır. Bu sistemler, çeşitli metodlara göre çalışırlar. Hareket ölçme sistemleri, kızak konumlarını doğrusal bir gösterge (cetvel) ile doğrudan doğruya belirlediği gibi; bilyalı yataklı millerden hareket olan dönel hareketli ileticiler veya ölçme kremayeri ve karşı dişlisi ile dolaylı olarak da belirleyebilirler.

2.7.1 Analog Hareket Ölçümü

Bu tür ölçmede, mesela elektrik voltajı gibi, analog (kademersiz) bir fiziksel büyüklük, kullanılır. Şekil 11'de bu ölçümün ilkeleri şematik olarak görülmektedir. Sistemde, kızak hareket bölgesi boyunca bir direnç teli yerleştirilmiş olup, voltaj değişimi bir kayar bilezik yardımıyla tesbit edilmektedir. Bu voltaj (gerçek değer), köprü devresindeki önceden ayarlanmış voltajla (istenen değer) karşılaştırılır. Şekil 11'de bu işlem, bir ölçü aletiyle gösterilmiştir. İstenen değerle gerçek değer arasındaki fark, kızak veya takım ilerlemesini öyle etkiler ki bu ilerlemede kendisi de giderek küçülür.



Şekil 11. Analog Hareket (6) Ölçme Prensipli

Bu bakımdan, analog ölçümde gerçek değer, teorik olarak kademesiz elektrik voltajını göstermekte veya bunun tersi olarak, her elektrik voltajı belli bir konumu göstermektedir.

Yukarıda, mevcut ölçme sistemlerinde fiziksel büyüklük olarak direnç kullanıldığı söylenmiştir. Bu ifade sistemin anlaşılmasını kolaylaştırmak için kullanılmış olup; aslında konum ölçmelerde direnç, ender olarak kullanılmaktadır. Bunun yerine, daha çok, voltaj veya dalgalı akımın faz konumu tercih edilir.

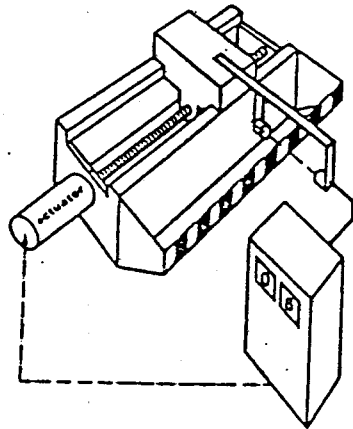
Analog konum ölçme sistemlerinin çoğunda, şekildeki tek kademe yetersiz kaldığından; takım tezgahlarındaki yüksek hassasiyeti karşılayabilmek için üç konumlu (kaba-orta-ince) sistemler daha çok kullanılmaktadır.

2.7.2 Digital-Kademeli Hareket Ölçümü

Dijital hareket ölçümünde ölçülen mesafe, küçük birimlere bölünür (digital kademeler) ve her ölçülen mesafe bunların çarpımı olarak verilir. Bir digital kademenin bölümleri belirtilemez.

Dijital kademeler binary (ikili) sinyallerle gösterilirler mesela bir optik uzunluk göstergesinde açık koyu şeklindeki işaretler kullanılır.

Dijital kademeli göstergede, Şekil 12'de de görüldüğü gibi, ilke olarak, sadece bir hat bulunmaktadır. Kızak üzerinde ise optik bir göstergiyi gözleyen bir lamba ve bir fotosel bulunmaktadır. Optik gösterge saydam ve saydam olmayan bölümlere ayrılmıştır.



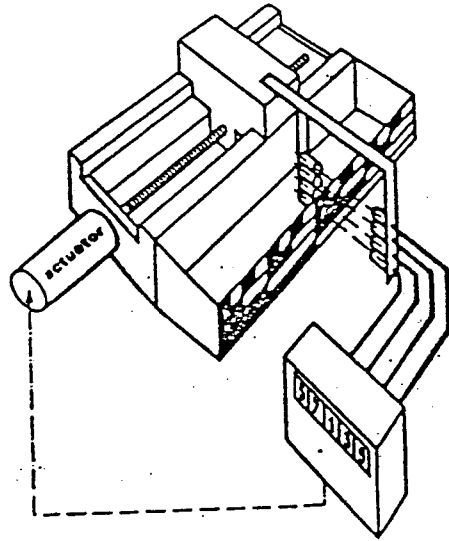
Şekil 12. Digital Normal Hareket Ölçme Prensibi (6)

Kızağın hareketi sırasında digital kademeler elektronik olarak sayılırlar ve sayacın konumu gerçek konum değeri olarak kullanılır.

2.7.3 Digital-Mutlak Hareket Ölçümü

Digital mutlak hareket ölçümünde, kızak yolu da digital kademelere bölünmüştür. Fakat bu kez, hareket ileticisi, sadece her kademe için sayılması gereken bir elektrik darbesi (pulse) yaymakla kalmayıp; aynı zamanda, her kademe için ayrı bir sinyal karışımı gönderir ki bu bileşik sinyaller bir çeşit seri numaralarını temsil eder. Bu seri numaraları, aslında, kızağın mevcut konumunu gösteren bir sayıdır. Bu sayı genel olarak, Şekil 13'de de görüldüğü gibi binary sinyallerinden meydana gelmiştir. Şekilde kızak yolu veya göstergenin digital kademelere bölünüşü şematik olarak gösterilmiştir. Birbirine paralel 4 hat yardımıyla 16 ayrı alan bileşimi elde edilebilir. Sistemin Digital kademeli hareket ölçümüne olan üstünlüğü ise hareket ve gösterim arasındaki ilişkinin sabit olmasıdır.

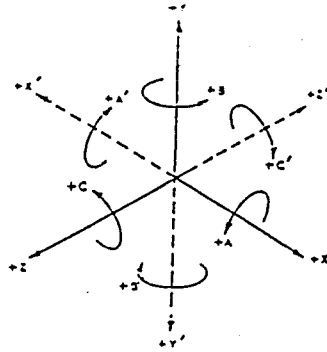
Analog ölçümlerde olduğu gibi bu metotta da belli bir elektrik sinyali belli bir kızak konumu veya bunun aksine, belli bir kızak konumu belli bir elektrik sinyalini ifade etmektedir.



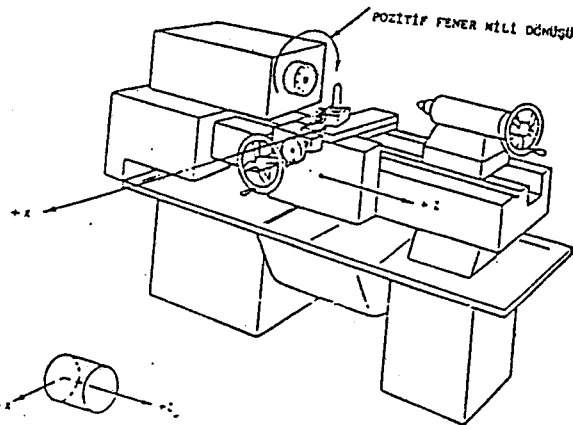
Şekil 13. Digital Mutlak (6) Hareket Ölçme Prensipleri

2.8 Koordinat Sistemi

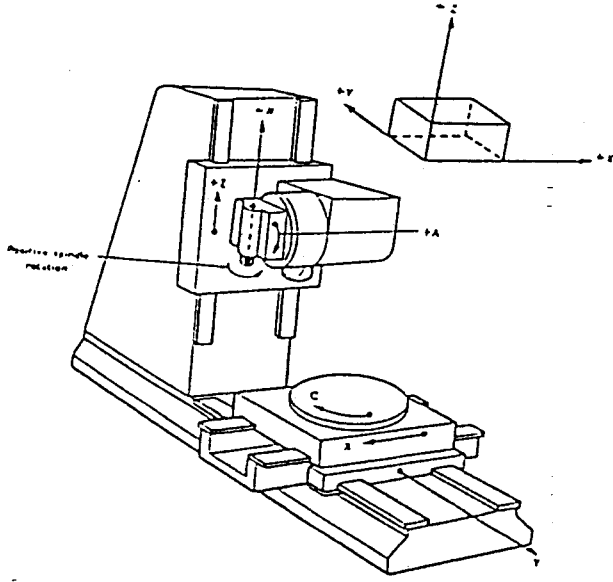
Programcının iş parçasına göre kesicinin hareketlerini planlaması için Electronic Industries Association (EIA) ve ISO standardı getirilmiştir. Kartezyen eksenlerinde tezgahlara göre harflendirme ve dönüş yönlerine göre kesici hareketleri aşağıdaki gibi harflendirilir. Programcı koordinat sisteminin başlangıç noktasına (referans noktası) göre kesicinin pozisyonunu belirlemek zorundadır. CNC tezgahlarda referans noktasını belirlemek için iki metod vardır. Birinci tezgahın kendisinin sabit bir referans noktası vardır ve bu nokta değişmez. İkinci durumda referans noktası programcı tarafından istenen yerde belirlenir. Modern CNC tezgahlarında bu metod kullanılır. Bu referans noktası gezer referans noktası olarak adlandırılır. Tezgah bilgisayar kontrol ünitesi kesicinin hareketlerini referans noktalarına göre x,y,z eksenlerinde belirler.



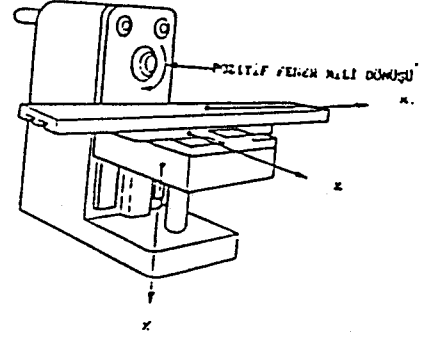
Şekil: 14 İş Parçası ve Kesiciye Göre
Ana Eksen ve Dönüş Yerleri



Şekil:15 Torna Tezgahında



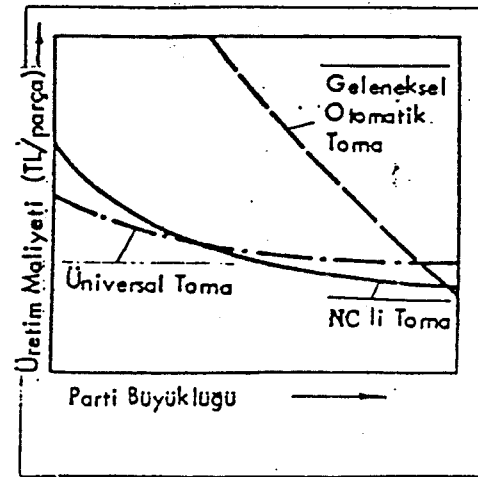
Şekil:16 Borvek Tezgahında



Şekil:17 Universal Frezede

2.9 Uygulama Kısıtları

CNC tezgahlarının uygun bir şekilde seçilmesi ve yerinde kullanılması diğer otomasyon tipleri ve kademeleri ile karşılaştırılarak yapılabilir.



Şekil 18.Tornaların Ekonomikliği (40)

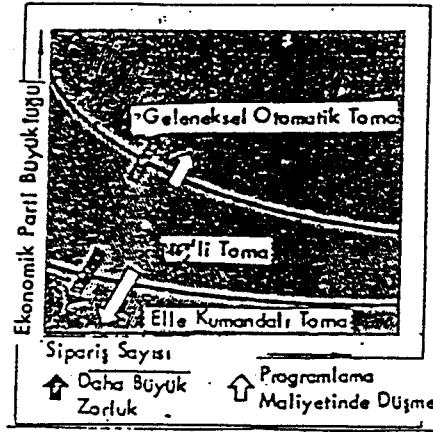
Fabrikalarda ekonomik yarar, üretilen bütün parçaların durumu ve gerekli üretim kapasitesi çerçevesinde incelenmelidir. Buna rağmen, sayısal kontrol ekonominin ispatlayabilmek için yığın üretiminin ne kadar süreceğini ve tezgah işçiliğinin zorluk derecesini gösteren kesin rakamlar verilemez. Fakat Şekil 18'deki diyagramdan, bu konuda yaklaşık değerler elde edilebilir.

Üniversal torna tezgahı ve işçisi NC'li tezgah ile yapılan ve tek parça üretimine dönüşme eğiliminde olan kısa süreli üretimde, ekonomik uygulanabilirlik yönünden NC'li tornalardan daha iyidir. Parça sayısı arttıkça, geleneksel otomatik tornaların kullanımı belli uzunluğu aşan üretimde daha ekonomik olmaktadır. Buna rağmen, aynı parçanın tekrar üretilmesi halinde, iki üretim arasındaki fasılının da hesaba katılması gerekir.

Tekrarlanan sipariş sayısının ekonomikleğe etkisi Şekil 19'da görülmektedir.

Ürüne en uygun fiyat belirlenirken, kararda etkili olacak ekonomik faktörlerin yanı sıra, üretimde önemli rolü olan diğer etkenlerin de unutulmaması gerekir. Bunlar, üretim personelinin eğitim seviyesi ile zamana ve aynı parçanın değişik üretimleri arasındaki fasılaya bağlı olmaksızın bir parçanın farklı zamanlarda aynı güvenilirlikte tekrar üretilmesi gibi konulardır.

NC'li tornaların üretimde kullanılması için yapılan incelemede üretim süresinin kısaltılması ve standartlaştırılması da önemli bir etken olabilir. Tablo 3'de NC'li tornaların en önemli kalite özellikleri özetlenmiş olup, sağ taraftaki sütunlarda bu kalitenin uygulanma yerine göre önemi görülmektedir.



Şekil 19. NC'li Tornaların Kullanım Alanının Genişletilmesi (40)

2.10 NC Tezgahların Avantaj ve Dezavantajları

Sayısal Kontrollü bir tezgaha, bilgiler ucuz olan, kolayca üretilebilen ve hızla değiştirilebilen bir bilgi deposu ile verildiği takdirde (bilgisayarla) az sayıda parça üretiminin ekonomik olarak otomatikleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Bu durum, sayısal denetimli tezgahların tipik bir üstünlüğüdür. Diğer üstünlükleri ise aşağıda verilmiştir:

a) Geleneksel delme kalıbı, kam, şablon vb kullanma yerine; çabucak değiştirilebilen bilgi depolarının kullanılması ile ayar süresinin kısaltılması.

b) Ayarlamalar, ara ölçümleri, vb. gibi elde yapılan bilgi iletimlerinden dolayı meydana gelen tezgah durmalarının önlenmesi.

c) Bir enine kızıağın ani hareketi veya faturanın işlenmesinde olduğu gibi, insanın reaksiyon süresini hesaplamaya gerek duymadan, bütün işlemlerin en uygun hızda ve aralıksız yapılması sonucu, tezgahlardan daha yüksek oranda yararlanılması.

d) İnsan yorgunluğundan etkilenmeksizin tezgahlardan sabit bir derecede yararlanılması.

e) Tezgahın, bütün işlemleri aynı ve daha yüksek hassasiyette yapması.

f) İş parçası muayene maliyetinin düşük olması.

g) İnsanın bilgi iletimindeki hatalarından doğan bozuk parça sayısının azaltılması.

h) Digital bilgi deposu sayesinde pahalıya mal olan delme kalıbı, kam, şablon vb. den tasarruf edilmesi.

i) Delme kalıbı, kam, şablon vb. kullanılmadığı için bunların depolama yerinden tasarruf edilmesi.

j) Delme kalıbı, kam, şablon vb. gibi araçların yapımı söz konusu olmadığı için bunların yapılma sürelerinden tasarruf edilerek siparişlerin daha kısa sürede karşılanması.

k) Delme kalıbı, kam, şablon vb.'nin devreden çıkarılmasıyla üretimde daha büyük bir esneklik sağlanması.

Nümerik kontrolün üstünlükleri yanısıra, digital bilgi girdilerinden doğan sakıncalarının da göz ardı edilmemesi gerekir. Bu sakıncalardan bir kısmı aşağıda verilmiştir:

a) Otomatikleştirilmiş herhangi bir üretim sürecinde olduğu gibi, çok detaylı bir üretim planlamasına gerek duyulması.

b) Sayısal denetime büyük para bağlanması sonucu tezgahın saat başına düşen maliyetinin yüksek olması.

c) Elle kumandalı tezgahların gerektirdiğinden daha çok bakım personeline gerek duyulması.

ÖZELLİK		ÜRETİM BİÇİMİ					
		Bir defalık tek parça üretimi veya kısa süreli üretim	Tekrarlanan tek parça üretimi veya kısa süreli üretim	Bir defalık orta süreli üretim	Tekrarlanan orta süreli üretim	Uzun süreli üretim	Parti büyüklüğünün önemli olmadığı üretim
ÜSTÜNLÜKLERİ	Bilgi ortamının çabucak değiştirilebilmesi	●	●	○	○		
	Bilgi ortamının kolayca hazırlanması, değiştirilmesi, çoğaltılması ve ucuzluğu	●		●			
	Programlama dokümanları ve bilgi ortamlarının küçük yerde ve kolayca depolanması		●		●		
	Bilgi ortamlarının tezgahlar arasında değiştirilebilmesi		●		●		
	Basitleştirilmiş standard takım kullanılması	●	●	●	●		
	Takımların tezgah dışında önceden hazırlanması, ayarlanması ve çabucak değiştirilmesi	●	●	●	●		
	S/D'in üretim esnasındaki takım düzeltmelerini dikkate alması						●
	Parçanın farklı uzunluklarda bağlanmasından doğacak önemli ölçü değişikliklerinin dikkate alınarak başlama koordinatlarının ondalık sinyal anahtarlarıyla ayarlanması						●
	Tezgahın yeniden ayarlanmasının kolay ve çabuk olması	●	●	○	○		
	Değişik işlere uyabilme	●		●			
	Üretimin çabuk değişmesi sonucu parça stoklarının küçük olması		●				
	Bilgi ortamı, kalıp ve özel takımlara daha az para bağlanması		●		●		
	Tezgah çalışma süresinin tezgah işçisinden bağımsız olması ve yorgunluktan çok az etkilenmesi	○	●	●	●	○	
	Bir tezgah işçisinin birkaç tezgaha birden bakmasının mümkün olması	○	○	●	●	●	
	Vasıflı tezgah işçisi sayısının azalması	○	○	●	●		
	Tezgahın boş durma süresinin kısalığı ve yüksek talaş kaldırma kapasitesi dolayısıyla işleme süresinin kısalması	●	●	●	●		
	Parça kalitesinin özdeş ve yüksek olması ve buna karşılık bızuk parça sayısının azalması						●
	Karmaşık eğrisel parçaların şablon, kam vb. kullanmadan daha basit takımlarla işlenebilmesi						●
Önceden ayarlanmış hareketlerle en uygun talaş kaldırma şartlarının hassasiyetle yerine getirilmesi						●	
SAKINCALARI	Parça üretiminin dikkatle planlanması ve planlamada gerekli her işlem basamağı ile ilgili bütün bilgilerin formüle edilmesi	○					
	Bakım personeline duyulan ihtiyacın çok olması						○
	Daha büyük bir yatırımın gerekliliği						○
	Takımların ayarı için özel donatıma ihtiyaç duyulması						○
	İş bağlama ve takım sistemlerinde daha büyük hassasiyetin gerekmesi						○
Etki Derecesi		● Önemli ○ Az Önemli					

Tablo 3 NC'li Tornaların Kullanılma Kıstasları (16)

BÖLÜM 3: CNC PROGRAMLAMA TEKNİĞİ

3.1 NC PARÇA PROGRAMLAMA

NC parça programlama CNC tezgahında yapılacak işlem sırasını planlamayı ve dökümantasyonu kapsar. Planlama talaşlı imalat ve geometri ve trigonometri bilgisi gerektirir. Programlamada dökümantasyon, (MCU) ünitesine bilgi yükleme araçlarını kapsar. Bunlar bir inc genişliğindeki delikli bant, floppy disk yada manyetik bant'dır. Floppy disk veya manyetik bant daha çok kullanılmakta olup başlıca sebebi kapasitelerinin fazla olmasıdır. Ayrıca bilgisayarlardan tezgahın bilgisayarına (DNC) bilgi yüklemesi yapılabilir.

3.1.1 Bilgi Formatı ve Blok Numarası

CNC programları bloklardan meydana gelir. Her blok bir bütün işlemi ifade eder. Blok teknik, geometrik teknolojik ve bunların birleşiminden meydana gelen bir program komutudur.

N 000

N Blok numarasının adresi (ETA-yönergesi RS 274'e göre)

000 Blok numarası

1 ile izin verilen en büyük değer arasında (örneğin, 999)

Blok numarasının adresi N ile gösterilir. Bunu takip eden sayısal değer, 1 ile izin verilen en büyük sayı arasında olabilir. Blok numarası, sadece anlık depolanan bloğun belirlenmesi ile programın özel kısımlarının kolayca bulunması için kullanılır; fakat, programın işlenmesi için gerekli değildir.

Program Metni

Blok Numarası	Soldaki Sıfırlar	Sağdaki sıfırlar
1	N 001	N 1
10	N 01	N 10
100	N 1	N 100
999	N 999	N 999

3.1.2 Çeşitli Fonksiyonlar

M 00

M Çeşitli fonksiyonların adresi

00 Kodlama Listesine uygun fonksiyon türü

Geometik ve teknik gibi diğer talimatlar M adresi altında verilebilir. Sonuç olarak denetim sisteminin başlangıçtaki komut sayısı aralığı büyütülmüş ve verimliliği artırılmış olur. Böylece, makinaya daha iyi uyum sağlama ihtimali açısından uygulama alanı genişletilmiş olur.

Program durdurma

M 00

M 08 Soğutma sıvısı açma

Denetim sistemine, müteakip bloklardaki işlemleri yapmamayı

Bu komut, ancak program başlama komutu ile iptal edilebilir

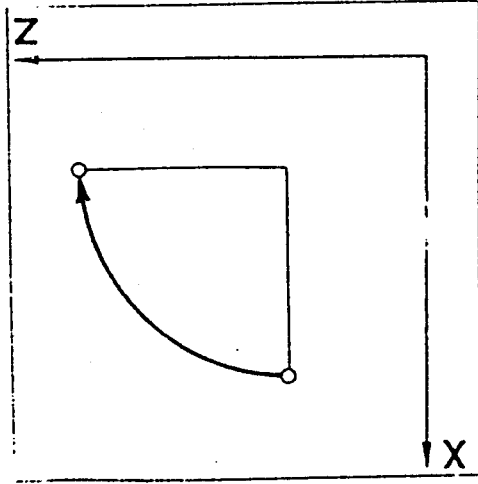
3.1.3 Hazırlık Komutu

G 00

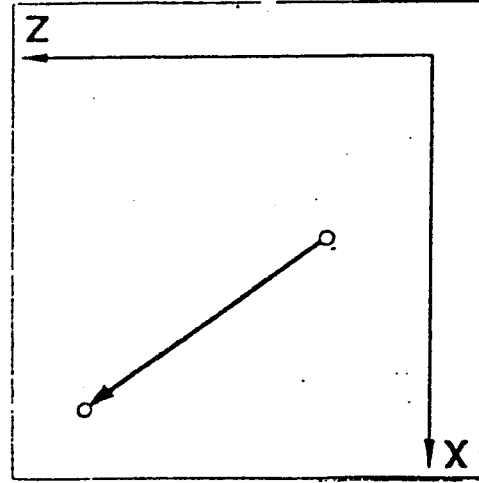
G Hazırlık komutunun adresi

00 Kodlama Listesine uygun anlam

Hazırlık komutu, kızak hareket tipini belirlemeye yarayan bir çapraz hareket komutudur. Bu çapraz hareket, Şekil 20 ve 21'de görüldüğü gibi doğrusal veya dairesel olabilir.



Şekil 20. Doğrusal Çapraz Hareket



Şekil 21. Dairesel Çapraz Hareket

3.1.4. Hareket Komutları

Mutlak Kontrol Sistemleri

Kademeli (Küçük Artışlı) Kontrol Sistemleri

X + 00000

X + 00000

Z + 00000

Z + 00000

X

X Yönünde Hareket Komutunun Adresi

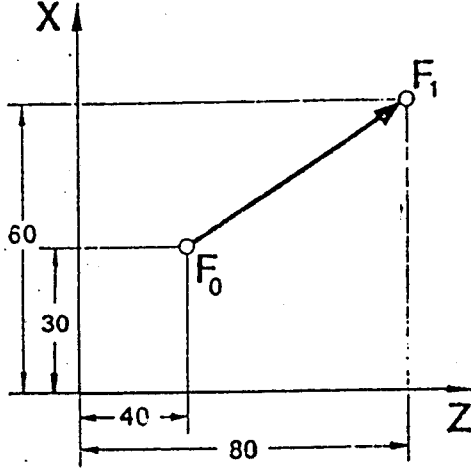
Z

Z Yönünde Hareket Komutunun Adresi

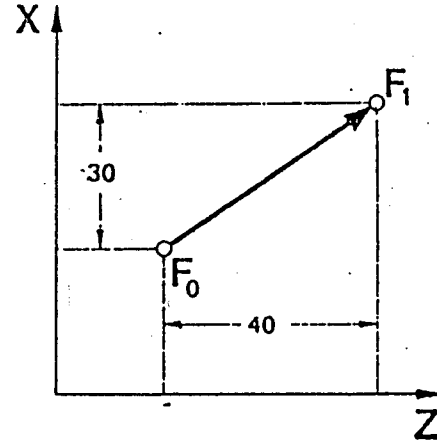
Takım kızağının hedef konumları denetim türüne uygun olarak ya referans ölçülerine (koordinat ölçülerine) veya zincirleme ölçülere (normal ölçülere) göre programlanır. Şekil 22, referans ölçülerine göre, Şekil 23'de ise normal ölçülere göre yapılan programlamayı göstermektedir.

Hareket komutunun sayısal değeri, takım kızağının koordinat eksenlerinde hangi hedef konumuna hareket etmesi gerektiğini belirler.

Sayısal değer, ölçünün programlanabilen en küçük biriminin çarpanıdır. Programlanabilir en küçük birim, en küçük girdi artışı olarak bilinir ve genelde 0,01 mm'dir. Denetim türüne bağlı olarak aşağıdaki veya soldaki sıfırlar konmayabilir.



Şekil 22. Koordinat Ölçülerine Göre Programlama



Şekil 23. Normal Ölçülene Göre Programlama

Ölçü girdisi: 5 basamaklı sayı; en küçük girdi artışı: 0.01 mm

Hareket Komutları	: X+06000	Hareket Komutları	: X+03000
	: Z+08000		: Z+04000
Solda Sıfırlı	: X +06	Solda Sıfırlı	: X+03
	: Z+x8		: Z+04
Sağda sıfırlı	: X+6000	Sağda sıfırlı	: X+3000
	: Z+8000		: Z+4000

3.1.5 Dairesel Hareketler İçin Hareket Komutları

3.1.6 Mutlak Kontrol Sistemleri

Eğer takım kızağı bir yay üzerinde hareket ettirilecekse, hedef

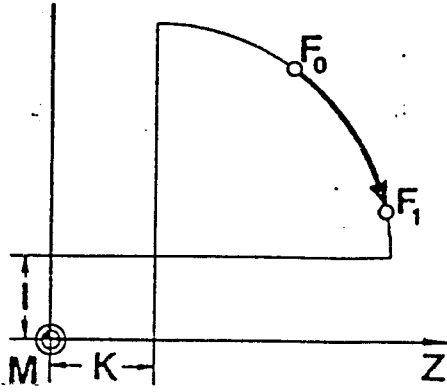
noktasının sadece bir koordinat değerinin verilmesi yeterlidir. Çünkü hedef noktası, hareketin başlangıç noktası, çember yarı çapı ve bir koordinat değeri ile belirlenir.

3.1.7 Kademeli (Küçük Artışlı) Kontrol Sistemleri

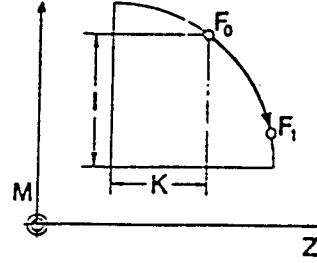
Dairesel hareketler için verilen hareket komutları doğrusal hareketlerdeki gibi verilir.

3.1.8. Yay Merkezi Sapması

I + 0000	I 00000
K + 00000	K 00000
I: X yönünde sapmış yay merkezi adresi	K: Z yönünde sapmış yay merkezi adresi
+ 00000 Çember merkezinin denetim koordinat sistemi içindeki konumu	00000 Çember merkezinin hareketin başlangıç olan uzaklığı
Eğer takım kızıağı bir yay üzerinde hareket edecekse, çember merkezinin X koordinatı I adresiyle, Z koordinatı K adresiyle belirtilir. Denetim sistemi, başlangıç noktasından başlayarak yarıçap ile I ve K değerlerini hesaplar (Şekil 24-a).	Eğer takım kızıağı bir yay üzerinde hareket edecekse yay merkezinin başlangıç noktasına olan yönündeki mutlak uzaklığı I adresiyle ve Z yönündeki mutlak uzaklığı da K adresiyle belirtilir. Denetim sistemi ise I ve K değerleri yardımıyla yarıçapı hesaplar. (Şekil 24-b)



Şekil 24.a. Başlangıç Noktası, I ve K Yardımıyle Yarıçapın Hesaplanması



Şekil 24.b. I ve K Yardımıyle Yarıçapın Hesaplanması

3.1.9 İlerleme Hızı Komutu

F: 00000

F: İlerleme hızı komutunun adresi

00000 İlerleme Hızı

İlerleme hızı aşağıdaki yollarla belirtilir:

- Kod sayısı olarak ilerleme hızı mm/dak
- Kod sayısı olarak ilerleme hızı mm/iş mili dönüşü
- Denetim sistemine bağlı olarak belirli bir

formüle göre hesaplanan ilerleme hızı numarası

Komutun son şekli, denetim sisteminin açıklamasından alınmalıdır.

İlerleme hızı komutu, takım kızağının hedef konumuna doğru ilerleyişi anındaki hızını belirler. Aşağıda görüldüğü gibi;

Gerekli İlerleme Hızı	$s = 0,8 \text{ mm/dev}$
İşmili dönme hızı	$n = 180 \text{ dev/dak}$
Çapraz hareket yolu	$L = 100 \text{ mm}$

İlerleme hız numaralı ilerleme hızı komutu:

İlerleme hızı numarasını belirlemek için formül:

$$\begin{aligned} \text{İlerleme hızı numarası} &= 300.n.s / 100 \\ &= 300. 180.0, 8/100 = 432 \end{aligned}$$

İlerleme hızı komutunun tamamı: F 432

3.1.10 Dönme Hızı Komutu

S 00

S Dönme Hızı Komutunun Adresi

00 Kod listesine uygun dönme hızı

Hız komutu, işmilinin dönme hızını belirler. Dönme yönü, bir çeşitli fonksiyon tarafından belirlenir. Uygun hızlar için yeterli kod sayısı yok ise, hız grupları çeşitli fonksiyonlar yardımı ile meydana getirilir ve seçilir.

Dönme hızı $n= 180$ dev/dak

S 65 olarak programlanır

(DIN 66025'deki kodlamaya göre)

3.1.11 Takım Komutu

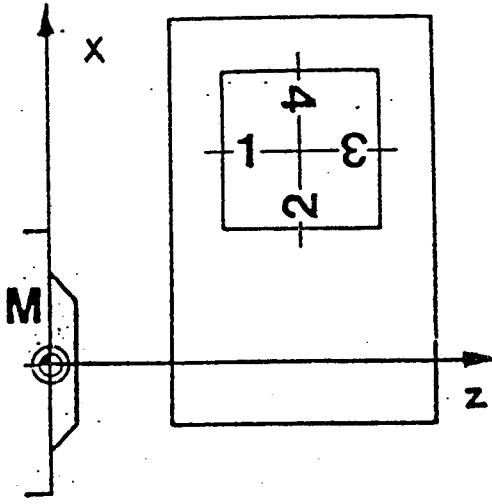
T 00

T Takım komutunun adresi

0. Kod listesinde gösterilen takım

.0 Kod listesinde gösterilen ve X ve Z yönlerindeki takım sapmalarını ayarlayan bir çift düzeltme anahtarı

Takım komutu, kullanılacak takım ve bağlama durumunu kararlaştırır. Yani döner başlığın hangi yüzünün çalışma konumuna sokulacağını veya hangi takımın şarjörden alınıp, takım kızağına bağlanacağını belirler. Aynı zamanda, her takım için gerekli düzeltme anahtar çiftini de seçer. Denetim sisteminde takım komutu için sadece bir basamaklı bir yer varsa dokuzdan fazla takım kullanılması gerektiğinde, fazla takımlar bir çeşitli fonksiyon yardımı ile gruplandırılır ve seçilir (Şekil 25).



Uygulama:

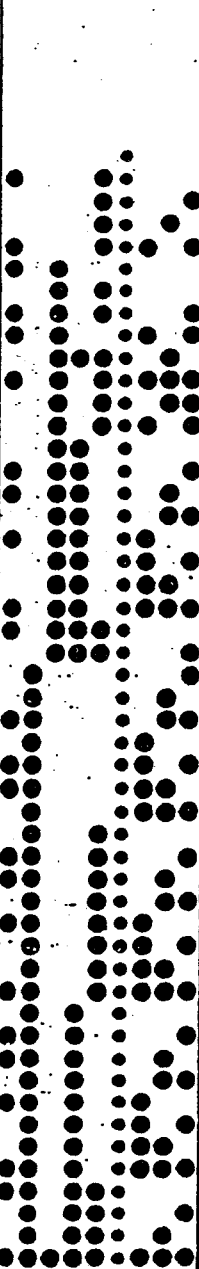
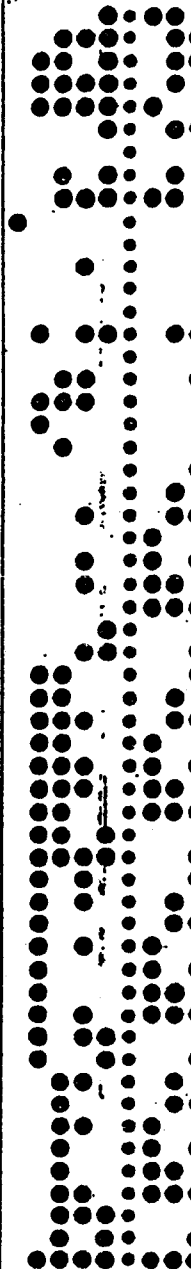
Takım komutu: T 12

Döner başlığın 1 no.'u yüzü, çalışma konumunda 2 no'lu düzeltme anahtar çifti, çalışır durumda

Şekil 25. Takım Komutu

3.2 Standart Karakterler ve Delikli Bant

Tablo 4'de sayısal denetimli tornaların programlanmasında kullanılan standart karakterleri göstermektedir. Şeritlerin delinmesi DIN 66024 (ISO/R 840-1968)'e göre veya EIA-Standart RS 244-A'ya göredir. DIN 66024 (ISO)'ya göre olan karakterler, delikli şeritte çift sayıda delinen delik kombinasyonu şeklinde gösterilir. EIA RS 2440A'da ise şeritte tek sayıda delinen delik kombinasyonu kullanılır.

DIN 66024 (ISO)					AÇIKLAMA	EIA RS 244-A									
Sütun No						Simge	Sütun No								
8	7	6	5	4			3	2	1	8	7	6	5	4	3
					NUL BS HT LF CR SP () % : / + - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z DEL	Kayıt sonu Şerit ilerletme Geri alma (Back space) Tabulatör Satır ilerletme Satır başı Boşluk bırakma Denetimi açma Denetimi kapama Programı başlatma	& LC UC EOR RT TAB <# ZWR % /(Ü) + - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z IRR								
													Artı Eksi	Sayısal Karakterler	
					İlerletme hızı komutu Hazırlık komutu										
					X yönünde yay merkezi sapması Z yönünde yay merkezi sapması										
					Çeşitli fonksiyon Blok numarası										
					İsmili dönme hızı komutu Takım komutu										
					X yönünde hareket komutu Z yönünde hareket komutu Hata										

Şekil 26. NC'li Tornaların Programlanmasında Kullanılan Standart Karakterler (DIN 66024 (ISO) ve EIA 244-A'ya göre)

3.3 Macro ve Sub-Routines

Genellikle standart olmayan fakat bir işletmede çok sık yapılan bir işlem sabit değerlerle yada parametrik değerlerle hafızaya veya ayrı bir macro dosyada saklanır parça işlenirken çağrılır.

3.4 Can/Fixed Sabit Döngüler

Geniş olarak kullanılan standart parça özelliklerini parametrelerle sabit döngüler haline getirilmiştir.

3.5 Programlama Metodları

Programlar elle yapılabilir ancak kompleks geometrik şekle sahip parçaların programlarının elle yapılması oldukça zor ve hataya açıktır. Konu gereği ve en çok kullanılan CAD/CAM kullanılarak programlama üzerinde durulmuştur. Kompleks parçaların işlenmesinde iş parçası geometrisi çizilebilen ve buna göre takım geometrisini otomatik olarak yapan programlama dilleri geliştirilmiştir. Bilgisayar destekli programlama şu aşamalarda yapılır:

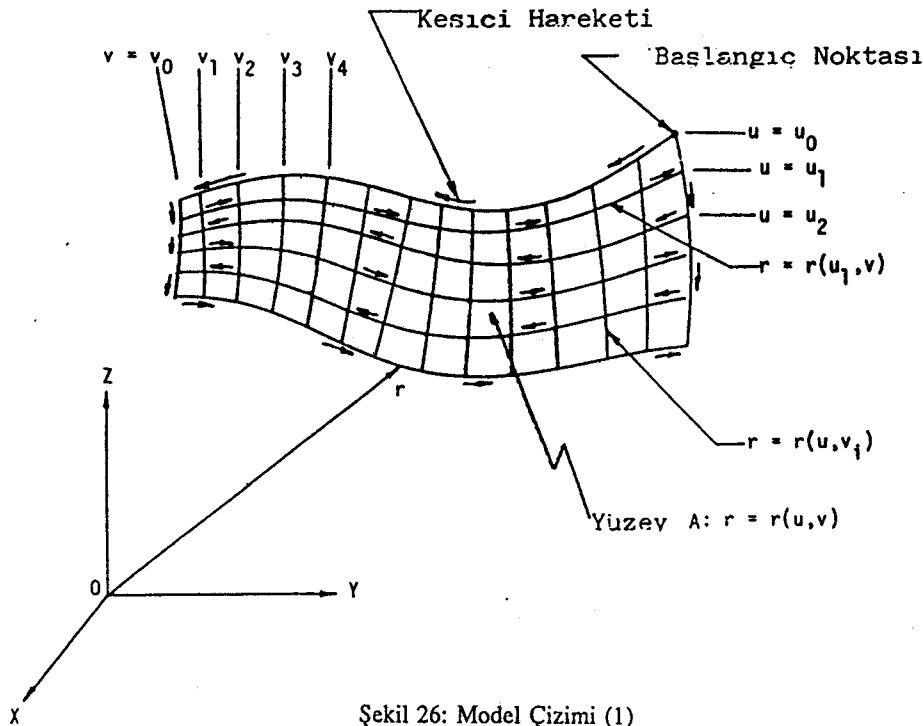
- İş parçası geometrisi tanımı (CAD)
- Kesici takım geometrisi
- Girdi tercümesi (APT) otomatik programlama
- Aritmetik hesaplamalar
(Bilgisayar subroutines programlarla kendisi yapar)
- Kesici takım uzunluklarının ve çapının telafisi
- Son işlem (CLFILE) (APT) post-processör
(Her NC tezgaha göre değişir).

CAD/CAM sistemi bilgisayar hafızasında ortaya çıkartılan fiziksel bir cismin geometrik modeli üzerinde çalışır. Geometrik modeller üç

boyutlu olarak tel-çerçeve, yüzey ve katı modeller olarak üç şekilde ifade edilirler. Daha çok katı (solid) modeller kullanılır. CAD programından üretilen NC programları daima modelin hacmini gözönüne alır. Katı modeller geometrik şekillerin birleştirilmesi işlemi olan Boolean(2) işlemine dayanır. Geometrik şekillerin çizilmesinde matris, denklemler gibi matematiksel modeller kullanılır.

3.6 Bir CAD Modele Dayalı Olarak NC Programı Yapmanın Prensipleri

Bir CAD modelden kesici yolu çıkartmanın çeşitli yolları vardır. Tel çerçeve modelde geometrik elementler noktalar, çizgiler ve eğriler olarak tanımlanabilir. Tel, çerçeve modele dayalı CAD/CAM sistemde eğrisel kesici yolu, çizgiler yada eğriler olarak tanımlanır. APT-AC NC post processordekine benzer bir algoritma, eğrisel kesici yolu hesaplamada, kesicinin izleyeceği rota belirlenerek profil yüzey otomatik olarak çıkarılabilir. Örneğin Şekil 26'da görüldüğü gibi vektörle tanımlanabilir.



Şekil 26: Model Çizimi (1)

$$=r(u,v)$$

(A) yüzeyi için (r) pozisyon vektörü

(u) parametre

(v) s parametre

Eğer parametrelerden biri sabitse $u=u_0$, veya $v=v_0$ yüzeydeki bir eğriyi temsil eder. A yüzeyinin parametrik eğrisi olarak isimlendirilir. Kesici parametrik eğri boyunca ilerler. Eğrinin başlangıç ve bitiş noktaları yüzeyin sınırlarını verir. (u) yada (v) nin artımlı değerleri takım geometrisi tarafından belirlenir. Yüzey ve sınır noktaları tanımlandıktan sonra yüzey profiline göre kesici yolu takım geometrisi, derinlik tolerans otomatik olarak üretilir. Katı modele dayalı CAD/CAM işlemlerinde modelin bir yüzeyi alınır genellikle iki talaş kaldırmada işlem yapılır. Kesici yolu buna göre verilir. Birinci kaba işleme ikinci işlem bitirme işlemidir. Katı Model tekniği gerçek cismin tam bir bilgisayarda temsilini sağlar.

3.7 CAD/CAM Sisteminde Kesici Hareketinin Belirlenmesi

CAD/CAM Sistemlerinin çoğu, kaynak (resources) makinalama programını (örneğin APT dilinde) hazırlamak için CAD modelinin geometrik verilerini kullanır ve sonra NC post-processör kullanarak NC programını üretilir.

3.8 Basit Eğrisel Hareket

Eğrisel hareket parçanın belli bir profilini izlemeli ve kesicinin profilden sapması ancak tolerans içinde olmalıdır. NC eğrisel hareketi bir seri linier enterpolasyon hareketinden oluşur. Tek hareket tanımlamasında iki element vardır. Hareketin mesafesi (boyu) ve hareketin yönüdür. Bunlar kesici ve yüzey profili toleransları tarafından belirlenir. Kontrol yüzeyi, hareketin son adımının belirlenmesi için

kullanılır. APT III ve HAPT-3D processör'ünde kullanılan algoritma tanımı aşağıda tanıtılmıştır.

Kesici T pozisyonunda eğrisel harekete başlamaya hazır. Kesici profili ile iki kontrol yüzeyi arasındaki mesafe S_1 ve S_2 değerleri tolerans değerleri olan (d_1) ve (d_2) den azdır. Lineer enterpolasyon hareketi TN ve N kesici profillerine iletir. N ve N normalleri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

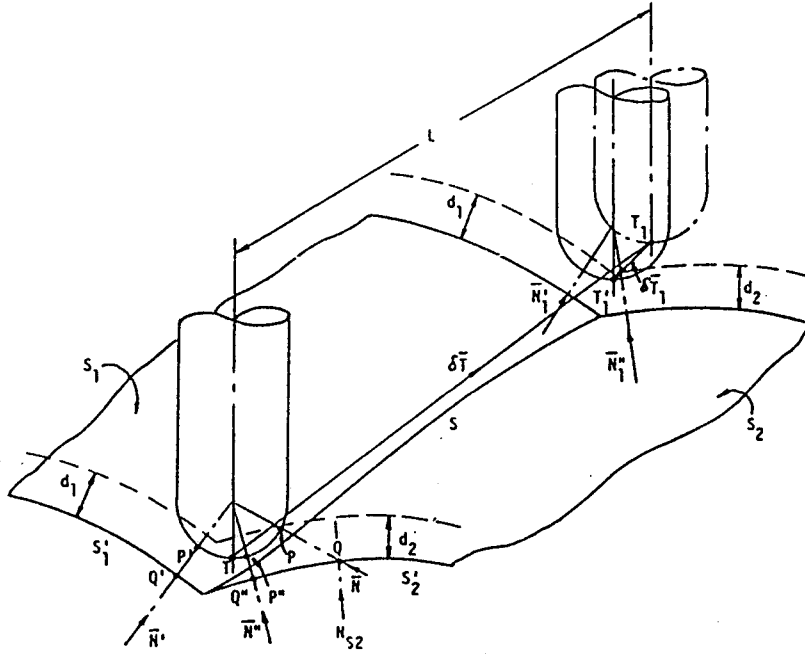
Kesici pozisyonu (T)

Kesici üzerinde seçilmiş geçici nokta (P) S yüzeyi normali (Q)

S yüzeyi ve N kesişme noktaları N N hesaplandı.

N N arasındaki açı hesaplandı (APT 0, 01 raydan)

Hesaplanma Newton-Raphson [(13)] metoduyla yapıldı.



Şekil 27: Linear Enterpolasyon hareketinin belirlenmesi (13)

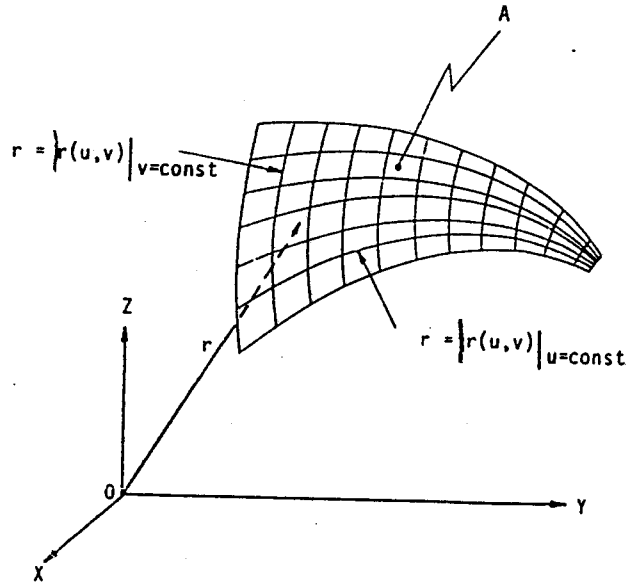
3.9 Profil Yüzey Hareketi

Profil yüzeyi için kesici hareketi belirlenmesinde, kesici iş parçası profil yüzeyinde ile belirlenen tolerans aralığında kalarak ilerleyeceği gözönüne alınır. Kesici, yüzeylerin kesişme noktalarını ve koordinat eksenlerine paralel düzlemleri izleyerek ilerler. Yüzey kontrolü için parametrik eğrileri kullanmak en basit yoldur. Parametrik eğriler tarafından belirlenen kesici hareketi için ana hareket yönü önceden tespit edilmelidir.

Şekil 28: Anaharekete rehberlik eden yüzey parametresi (1)

$$r = r(u,v) \quad v = \text{Const.}$$

APT ifadeleri; kesici profil hareketini tanımlanan yüzeyini, takım geometrisini, başlama noktasını, toleranslar kesme hızını otomatik olarak belirler. Belirlenen bu komutlar kesicinin hareketini tanımlarlar.



Şekil 28: Anaharekete rehberlik eden yüzey parametresi (1)

$$r = r(u,v) | v = \text{Const.}$$

BÖLÜM 4: CAM/CNC TEKNİSYEN EĞİTİMİ

MÜFREDAT PROGRAMI

4.1 Müfredat Programı Hakkında Açıklamalar

Teknik Lise düzeyinde CAM/CNC eğitiminin verilmesi için program geliştirme tekniğine uygun olarak Laboratuvar, Teknoloji ve Pratik Kısımdan meydana gelen kapsamlı bir müfredat programı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu müfredat programında haftada okutulacak ders saati (1 ders=40 dakika) olarak alınmıştır. Program ilk yılı hazırlık sınıfı olmak üzere 4 yıllık bir Teknik Lise düzeyinde düşünülmüştür. Program tamamlandığında CAM/CNC imalat tekniğinin bütün alanlarını kapsayan bir eğitim tamamlanmış olacaktır. Program bir model olarak ve okullarımızdaki mevcut programlar gözönüne alınarak geliştirilmiştir. Doğrudan uygulanabileceği gibi konu uzmanlarınca üzerinde yapılacak bir çalışmayla daha geliştirilebilir. Ayrıca standart sanayi tipi bir bilgisayar yazılım programının genel spesifikasyonları müfredatın sonunda verilmiştir.

PROGRAM: NC VE CNC'Lİ MAKİNELER

4.2 KURS : LABORATUVAR KISIM I

GİRİŞ

Bu ilk yıl Programında, öğrencilere NC/CNC teknolojisi ile uyum halinde ve onu destekleyen bir laboratuvar çalışması yaptırılıp kendilerine her hususta el becerisi kazandıracak uygulama imkanları sağlanacaktır.

Konu, başlıca NC/CNC bilgisayar laboratuvar çalışmalarının öğretimi ile ilgili olup, Endüstri Meslek Lisesi ve Teknik Lise programlarının ikinci yılında;

1. Teknolojik teori
2. NC/CNC uygulaması (pratiği)

Bu dersi tamamlamak için gerekli süre, bütün yıl boyunca haftada 2 saat olacaktır. İş güvenliği konusu, ders boyunca devamlı olarak tekrarlanacaktır.

GENEL AMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin, aşağıdaki hususları bilmeleri ve yapmaları beklenmektedir:

1. Bir bilgisayar laboratuvarındaki araçların genel tertibi ve tanzimini anlar.
2. Bilgisayarların güvenilir olabilmesi için onlara iyi bakmak gerektiğinde doğru dürüst tamir etmek gerektiğini anlar.
3. Klavyenin yapısını kavrar ve klavye kullanma becerisini geliştirir.
4. Çevre cihazların bilgisayardan nasıl kontrol edilebildiklerini kavrar gösterir.
5. Kağıt şeritleri doğru olarak hazırlar.
6. Örnek programları yükler ve onların doğruluğunu ispatlar.
7. Bilgisayar şebekesinin simülasyon imkanlarından faydalanır.

NC/CNC LABORATUVAR KISIM I

ÜNİTE

NO	ÜNİTE	SAAT/HAFTA
1.	ARAÇ VE CİHAZLARIN TANITILMASI	4
2.	BİLGİSAYAR CİHAZLARININ BAKIM VE ONARIMI	4
3.	KLAVYE KULLANMA BECERİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ	12

4. ÇEVRE CİHAZLARININ KONTROLÜ	9
5. BASİT KODLANMIŞ KAĞIT ŞERİTLERİN HAZIRLANMASI	10
6. PROGRAMIN GİRİLİŞİ VE DOĞRULANMASI	10
7. SİMÜLASYON	15

32. HAFTA VE HAFTADA 2 SAAT

TOPLAM	64
--------	----

ÜNİTE 1 ARAÇ VE CİHAZIN TANITILMASI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere bilgisayar sistemi tanıtılacak ve bunun NC/CNC için ne kadar önemli olduğu anlatılacaktır. Öğrenciler, sistemin bütün elemanlarını inceleyip karşılıklı etkileşimlerini öğreneceklerdir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Sistemdeki ana elemanları tanıyıp ayırtedebilir.
2. Sistem yazılımlarını tatminkar bir şekilde yükler.
3. Basit sistem kontrollerini yapar ve cihazları tatmin edici bir şekilde çalıştırır.

ÜNİTE 1 ARAÇ VE CİHAZLARIN TANITILMASI

İÇERİK

BİLGİ

1. Donanım ve kablo bağlantı biçimleri.
2. Flopi disketlerin kullanılış, bakım ve muhafaza teknikleri.
3. Sistemin ilk çalıştırılması.
4. İyi bir işyeri bakımı ve temizliği

ÜNİTE 2 BİLGİSAYAR CİHAZLARININ BAKIM VE ONARIMI AMAÇLAR**GİRİŞ**

Bu ünite, laboratuvar cihazlarının doğru olarak kullanılmasının önemi üzerinde ısrarla durulacak ve böylece hem cihazların güvenliği korunacak hem de bakıma asgari ölçüde ihtiyaç duyulacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Bilgisayar klavyesine kumanda edebilmek için tuşları sadece yeteri kadar bastırılır.
2. Disketleri dikkatle kullanıp; yerlerine doğru bir şekilde sokulmasını sağlar.
3. Klavyenin üzerinde, herhangi birşeyin dökülmemesi için gereken tedbirleri alır.
4. Yazı kağıdını, kalemi ve şeritleri değiştirirken bunların doğru bir şekilde yerleştirilmesine gereken önemi verir.
5. Her kullanımdan sonra sisteme ait disketleri emin bir şekilde yerlerine kaldırır.

ÜNİTE 2 KLAVYE KULLANMA BECERİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ İÇERİK**BİLGİ**

1. Bilgisayar klavyesinin konumları ve tanıtılması
2. Destek araçlarının çalışma karakteristikleri.
3. Araçların ve parçaların itinalı bir şekilde kullanılması gereği.

ÜNİTE 3 KLAVYE KULLANMA BECERİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere klavye kullanırken etkili bir veri girişi için tekniklerini geliştirme kabiliyeti kazandırılacaktır. Ayrıca, veri girişi için bilgisayar kullanma ihtiyacı duyduğunda öğrenciye, doğru bir yaklaşım yapmada yardımcı olunacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Ellerini, parmaklarını ve bilekleri doğru konumlarda kullanır.
2. "Home" klavye tuşlarının ne işe yaradıklarını bilir.
3. Klavye yeterliliğini islah edecek ve geliştirecek ekzersiz dizilerini başarı ile bitirir.

ÜNİTE 3 KLAVYE KULLANMA BECERİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ İÇERİK

BİLGİ

1. Klavyenin harf ve sembollerinin dizilişini ayarlamak
2. Özel anahtarların konumları
3. Dokunarak yazma teknikleri

ÜNİTE 4 ÇEVRE CİHAZLARININ KONTROLÜ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bir bilgisayar laboratuvarında bilgisayarlardan başka diğer araç ve cihazlar da vardır. Bu ünite, öğrencilere, klavye girişi sayesinde çeşitli çevre cihazları üzerinde, muayyen dereceye kadar kontrol kurmaları öğretilmektedir.

T.C.
Marmara Üniversitesi
Kütüphane ve Dokümantasyon Daire
Başkanlığı

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Klavye kumandasından liste halinde "yazılı çıktılar" üretir.
2. Yazıcıyı (Printeri) kullanarak "kendi kendini sınaama" işlemlerini yürütür.
3. X-Y noktalama cihazını ayarlar ve çalıştırır.
4. Klavye kumandası vasıtasıyla, X-Y noktalama cihazında kullanılacak çıktılar üretir.
5. Gerektiğinde, yazıcıya "ekranı" tahsis eder.

ÜNİTE 4 ÇEVRE CİHAZLARININ KONTROLÜ

İÇERİK

BİLGİ

1. Dosyaların daimi kopyalarına niçin ihtiyaç duyulduğunu anlar.
2. X-Y noktalama cihazını ayarlar ve bundan çıktı üretir.
3. Yazıcıyı ayarlar ve bundan çıktı üretir.
4. Ekranda görülenlerin kopyalarını üretir.

ÜNİTE 5 BASİT KODLANMIŞ KAĞIT ŞERİTLERİN HAZIRLANMASI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Programların kağıt şerit kullanılarak CNC'li tezgahlara girilmesinde hala geniş ölçüde kullanılan bir methodur. Bu ünite, öğrencilere bir bilgisayar laboratuvarında, cihazlardan elde edilen şerit çıktıları tanıtılacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonuç olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. EIA ve ISO formatlarına uygun kodlanmış örnek kağıt şerit üretmek için klavye kontrolünü kullanır.

2. Gerek EIA ve gerekse ISO formatlarına uygun kodlanarak üretilmiş olan örnek şeritleri karşılaştırır.

3. Bir takım tezgahında, doğru okunabilmesi için, kağıt şeridin okuyucuya hangi yönde verileceğini bilir.

4. Üretilmiş olan bir kağıt şeridin bilgisayar hafızasındaki ile aynı olduğunu doğrulamak için şerit okuma cihazını kullanır.

ÜNİTE 5 BASİT KODLANMIŞ KAĞIT ŞERİTLERİN HAZIRLANMASI

İÇERİK

BİLGİ

1. Girdi ve çıktı kontrolü için kağıt şerit delme/okuma cihazını kurup ayarlar.

2. Kullanılmış olan kodlar arasındaki farkı ayırteder.

3. Şerit ilerleme yönünü bilir.

4. Şerit doğrulama metodlarını bilir.

ÜNİTE 6 PROGRAMIN GİRİLİŞİ VE DOĞRULANMASI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere, bilgisayar kullanarak programın girilişi ve doğrulanışı öğretilmektedir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Belli hataları içeren basit bir programın bilgisayar hafızasına girişini yapar.

2. Hataları tanımlar ve bunların program veya iş parçası üzerinde yapabileceği olumsuz etkileri açıklar.

3. Programı düzeltir ve hafızaya tekrar yükler.

4. Öğrencinin düzelttiği programı, doğru "ana" program ile karşılaştırmak suretiyle doğruluğunu gösterir.

5. Dosyalamak maksadı ile, düzeltilmiş bir disket ve bir kağıt şerit kopyası üretir.

ÜNİTE 6 PROGRAMIN GİRİLİŞİ VE DOĞRULANMASI

İÇERİK

BİLGİ

1. Klavye Kontrolü
2. Anahtar konumlarının tam olarak bilinmesi
3. Sistemin kullanılışı
4. Doğrulanmadan önce ve sonra hatalı verilerin anlaşılması veya teşhisi
5. Çevre cihazlarının kontrolü

ÜNİTE 7 SİMÜLASYON

AMAÇLAR

GİRİŞ

Simülasyon tekniği başlıca, bir programın tezgaha kullanılmasıdan önce doğru olup olmadığını, kontrol için kullanılan emin bir yoldur. Eğer programlar tam manası ile kanıtlanmamış ise tezgaha ciddi hasarların vuku bulması mümkündür. Bu ünite, öğrencide, NC/CNC makinelerine simülasyonun yardımcı olduğu kavram ve anlayışını geliştirecektir, fakat tam olarak kanıtlanmış programların yerini tutamaz.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Bilgisayar klavyesi vasıtasıyla bir CNC programının girişini yapar.
2. Dahili hafızaya bir programı depolar ve aşırı ilerleme hızı kullanarak simülasyon işlemini başlatır.
3. Kağıt şeritlerin üretimini ve programın yazılışını yapar.

4. CNC'li takım tezgahlarına programı yükler.
5. Aşırı ilerleme hızlarının etkilerini inceler ve karşılaştırır.
6. Gerçek talaş kaldırma ile karşılaştırıldığında simülasyonun fayda ve mahzurları hakkında rapor hazırlar.

ÜNİTE 7 SİMÜLASYON

İÇERİK

BİLGİ

1. Klavye maharetinin daha da geliştirilmesi
2. Bilgisayar yapısının temelleri ve literatür bilgisi
3. Simülasyon imkanları ve sınırlılıkları.

PROGRAM : NC VE CNC'Lİ MAKİNELER

4.3 DERS : LABORATUVAR KISIM 2

GİRİŞ

Bu ikinci yıl laboratuvar programı, ikinci yıl teknoloji dersinde ana hatları belirtilen öğretim stratejisini desteklemeye ve takviye etmeye yardımcı olacaktır. Bu ünite, verilerin depolanması, aktarılması, ileri parça programlama ile artan karmaşıklık örnekleri ve programların simülasyonla doğrulanması üzerinde titizlikle durulacaktır.

Bu dersi tamamlamak için gerekli süre bütün yıl boyunca haftada iki saat olup; bu süre zarfında öğrenciye öğretilecek bilgiler ilk yıl programında kazandıklarının üzerine bina edilmiş olacaktır. Meslek Lisesi öğrencileri bu konudaki öğrenimlerini bu seviyede bitirirken Teknik Lise Öğrencileri, CN/CNC laboratuvarı kısım 3'te eğitimlerini bir yıl daha sürdürecektir.

GENEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir.

1. CNC veri depolama ve aktarma ortamlarını ayırt eder ve karşılaştırır.
2. CNC programlarını önceden planlar ve uygun aletlerle iş bağlama tertibatlarını değerlendirilir.
3. Artan karmaşıklığıdaki programları CNC'e girer.
4. Uygun komutlar ile ekseke, hareketleri değerlendirmek için gereken simulasyon işlemlerini yapar.
5. Takım tezgahlarına giriş yapmak için doğru kağıt şeritleri ve destekleyici dokümanları hazırlar.
6. Ana programların depolanması kontrolü için gereken işlemleri kararlaştırır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. EIA kodları ile ISO kod örnekleri arasındaki farkı ayırır.
2. Hasara uğramış veya yırtılmış şeritleri tamir eder.
3. Programın akış yönünü tayin eder.
4. Basit şekilde kodlanmış işlem sıralarını deşifre eder (çözer).
5. Özel kodlama karakterlerini tanıyıp ve anlamlarını izah eder.

ÜNİTE 1 CNC İÇİN KODLAMA

İÇERİK

BİLGİ

1. Eşdeğerlik (Parite) kontrolü ve kontrol rakamları
2. Şeritlerin eklenmesi ve tamiri ile ilgili uygulamalar.
3. İkili (Binary) olarak kodlanmış ondalık
4. Özel kontrol operatörleri.

ÜNİTE 2 ÖN PLANLAMA

AMAÇLAR

GİRİŞ

Öğrencilerin, parça programlarını hazırlamaya başlamadan önce, kendi işlerinin ön planlamasını yapmaları çok önemlidir. Bu ünite, öğrencilerin, gerçek tezgah kodlarını yazmadan önce, atmaları gereken adımlar üzerinde durulacak ve bunların altı çizilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Parçanın boyutları, belli başlı özellikleri, tezgahta işleme sırası gibi pratik faktörlere dayanarak en uygun başlangıç noktasını tayin eder.
2. İşlemlerin öncelik sırasına göre en uygun işlem sırasını hazırlar.
3. Her safha için gerekli bağlama tertibatlarını seçer.
4. Her safha için gerekli kesici takım bağlama tertibatlarını seçer.
5. Temel değerler olarak kabul edilecek ilerleme ve kesme hızlarını seçer.

NC/ CNC LABORATUVAR KISIM 2

ÜNİTE NO.	ÜNİTE	SAAT/HAFTA
1	CNC İÇİN KODLAMA	8
2	ÖN PLANLAMA	12
3	PROGRAMLAMA ÖRNEKLERİ	12

4	SİMÜLASYON (BENZETİM)	12
5	KAĞIT ŞERİTLERİN VE DESTEKLEYİCİ BİLGİLERİN HAZIRLANIŞI	12
6	PROGRAMLARIN KONTROLÜ	8
	32 HAFTA VE HAFTADA 2 SAAT TOPLAM	64

ÜNİTE 1 CNC İÇİN KODLAMA

AMAÇLAR

GİRİŞ

CNC için en çok kullanılan kodlama formları EIA ve ISO formlarıdır. Bu ünite, öğrencilerin kodları birbirinden ayırması ve onları tutminkar bir şekilde okumaları üzerinde durulacaktır.

ÜNİTE 2 ÖN PLANLAMA

İÇERİK

BİLGİ

1. İş parçasının mantıki sırası
2. İş ve takım bağlama sisteminin seçimi, imali veya üzerinde gerekli değişikliğin yapılması.
3. Uygun kesme hızı ve ilerlemenin hesaplanması.

ÜNİTE 3 PROGRAMLAMA ÖRNEKLERİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere karmaşık programlama bilgilerinin derlenip toparlanması ile sabit çevrimlerin ne zaman, nerede ve ne şekilde kullanılması gerektiği hususunda bilgi verilerek onların kabiliyet ve becerileri geliştirilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenir:

1. Basit bir "noktadan noktaya metodu" ile bir dizi delik deler.
2. "Sürekli yol metodu" ile basit bir parçanın çevre profilini işler.
3. Standard bir sabit çevrim kullanarak muayyen sayıda delik deler.
4. Derin dilek çevrimi kullanarak madde 3'ü işler.
5. Çevresel bir oyuğu frezelemek için dairesel enterpolasyon kullanır.
6. Dik dörtgenlerin dış köşelerini yuvarlatmak için dairesel enterpolasyon kullanır.
7. Tornalanmış parçalar üzerinde dairesel enterpolasyon kullanır.
8. Yukarıda sayılanların uygun olanına takım çapı veya yarıçapı telafisini uygular.
9. Paso için kapalı veya açık kontrol halkası kullanarak derin dış profilleri işler.

ÜNİTE 3 PROGRAMLAMA ÖRNEKLERİ

İÇERİK

BİLGİ

1. Noktadan noktaya kontrol
2. Sürekli yol kontrolü
3. Sabit çevrimlerin kullanılma zamanı ve yeri
4. Kesici takımın kontrolü yolu ile çapların telafii
5. Kapalı veya açık kontrol devreleri

ÜNİTE 4 SİMÜLASYON (BENZETİM)**AMAÇLAR****GİRİŞ**

Bu ünite, öğrencilere laboratuvar dersinde öğretilen simülasyon teknikleri üzerine kurulacak bilgiler verilecek ve simülasyonun önemli bir program kanıtama metodu olduğu anlatılacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin bu öğretimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Frezeleme ve tornalama örnekleri için uygun sistem parametreler kullanır.
2. Önceden yazılmış programları bilgisayar hafızasına girer.
3. Simülasyon işlemini kendi menfaatine göre kontrol altına alır.
4. Gerekğinde programları düzeltir ve tezgahı buna göre ayarlar.
5. Son kontrol için simülasyonu tekrarlar.
6. İleride kullanılmak üzere düzeltilmiş nüshaları bir disket üzerinde depolar.

ÜNİTE 4 SİMÜLASYON (BENTEZİM)**İÇERİK****BİLGİ**

1. Yazılımlardaki farklar
2. Program kontrolü
3. Programın yayın işleri
4. Depolama

ÜNİTE 5 KAĞIT ŞERİTLERİN VE DESTEKLEYİCİ BİLGİLERİN AMAÇLAR HAZIRLANIŞI

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere, takım tezgahına aktarılmak üzere özel bir ortama kodlanan bir parça programının kodlanmasında takip edilecek yol anlatılacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu öğretimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir.

1. Kağıt şerit cihazını ayarlayıp bilgisayar hafızasında depolanmış bulunan programı bu şeride geçirir.
2. Programı, veri taşıyıcı cihaza geçirir.
3. Madde 1 ve madde 2'nin fayda ve sınırlılıkları karşılaştırır.
4. Tam olarak dökümanite edilmiş donanım, takım listesi, iş bağlama araçları ve benzerlerine ait özet ile işleme metodlarını talimatı gibi destekleyici dökümantasyonu hazırlar.
5. Bilgisayar yardımı ile tasarım ve çizimin, parça programa simülasyon tekniklerinin bir uzantısı olarak kullanılabileceğini anladığını gösterir.

ÜNİTE 5 KAĞIT ŞERİTLERİN VE DESTEK BİLGİLERİN HAZIRLANIŞI

İÇERİK

BİLGİ

1. Kağıt şerit Delme/Okuma cihazı
2. Katı hal veri taşıyıcı

3. Dökümantasyon gereksinimleri

4. Bilgisayar yardımı ile yapılacak tasarım ve çizimlere giriş.

ÜNİTE 6 PROGRAMLARIN KONTROLÜ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Program ana şeritleri hazırlandığında; öğrencinin, sanayi ortamında kullanılabilecek bir şerit tanıma ve ayırt etme metodunu bilmesi çok önemlidir. Bu bakımdan, bu ünite, öğrencilere, çeşitli şeritlere ayırt etme becerisi kazandırılacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Özel renginden, simülasyonla doğruluğu ispatlanmamış olduğu anlaşılan şeritleri hazırlar.

2. Özel rengi dolayısıyla, doğruluğunun ispatlandığı anlaşılan ve günlük üretimde kullanılmak üzere tasarımılanan değişik renkteki şeriti hazırlar.

3. Takım tezgahında kullanılmayıp özel olarak depolanan bir "ana" program şeriti hazırlar.

4. Programları tezgah hafızasına yükler.

5. Program, tezgahta ispatlandığında bilgi veya çıktılarının ispatını yapar.

ÜNİTE 6 PROGRAMLARIN KONTROLÜ

İÇERİK

BİLGİ

1. Şeritlerin renklerle kodlanması

2. Takım tezgahlarında girdi ve çıktılar.

3. İmalat şeritleri

4. Tezgahtaki hafıza sınırları.

**PROGRAM : NÜMERİK (NC) VE BİLGİSAYAR NÜMERİK
KONTROLLÜ (CNC) MAKİNALAR**

4.4 DERS : LABORATUVAR KISIM 3

GİRİŞ

Bu ders NC/CNC Teknolojisi ve NC/CNC Atelyesi derslerinin 3. kısımlarıyla birlikte, onlara paralel olarak okutulacak ve teknik lise programındaki NC/CNC dersleri böylece tamamlanmış olacaktır.

Öğrencinin bu konudaki bilgileri, daha önceki laboratuvar dersleri üzerine bina edilecek ve genişletilecektir.

Bu derste, NC/CNC Teknolojisi ve NC/CNC Atelyesi derslerinde öğretilen faaliyetler desteklenecek ve tamamlanacaktır. Öğrenciler, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve üretim (CAM) faaliyetlerini birleştirecek olan proje çalışmalarında bilgisayar kullanacaklardır.

Öğrenciler, ayrıca kullandıkları tezgahların kapasitesi içinde kalacak parçalar tasarımılamaya teşvik edilecektir.

Bu ders için gerekli süre, haftada 3 saatten bir yıldır.

GENEL AMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin aşağıdaki hususları bilmeleri ve yapmaları beklenmektedir:

1. Basit ve tipik bir bilgisayar destekli parça programlamada (CAPP) kullanılan komutları anlar.
2. Basit ve tipik bir bilgisayar destekli imalatta (CAM) kullanılan komutları anlar.
3. CAPP ve CAM'ın nasıl bütünleştirilebileceğini ve bundan ne fayda sağlanacağını bilir.
4. Bilgisayar destekli mühendislik (CAE) uygulamalarının daha geniş sonuçlarını anlar.

5. Bir kaç tane iş parçası tasarımlar ve bilgisayardan yararlanarak bunların parça programlarını hazırlar.

6. Parça programının doğruluğunu kontrol için simülasyon tekniklerini kullanır.

NC/CNC LABORATUVARI KISIM 3

ÜNİTE NO.	ÜNİTE	SAAT/HAFTA
1	BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD)	16
2	BİLGİSAYAR DESTEKLİ PARÇA PROGRAMLAMA (CAPP) KOMUTLARI	16
3	CAD VE CAPP'NİN BÜTÜNLEŞTİRİLMESİ	10
4	İŞ PARÇALARININ TASARIMLANMASI	9
5	SİMÜLASYON (BENZETİM)	10
6	PROJE ÇALIŞMALARI	35
	32 HAFTA HAFTADA 3 SAAT TOPLAM	96

ÜNİTE 1 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD) AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilerin, NC/CNC teknolojisi dersinde gördükleri konulara dayanarak ve bu teorik konuları uygulama ile pekiştirecek proje ve parça tasarımlamalarına imkan verilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Doğru tezgah ayarı ve işlem sırası kullanır.
2. Ölçek, resim kağıdı ve anket büyüklüğü, çizgi kalınlığı, yüzey veya parça adı vb. çizim parametrelerini belirler.
3. Yay ve elipsleri de içerecek bilgi listelerini hazırlamak ve kullanmak üzere gerekli ve doğru yazılım komutları kullanır.
4. Gerekğinde lüzumlu taramaları yapar.
5. İyiye istifade edebilmek için kütüphaneyle ilgili bilgileri toplar ve saklar.
6. Çevresi yaylı parçaları işleyebilir.
7. Belirli bir metni tezgaha yeniden konumlar.
8. Gerekli ölçüleri kararlaştırır.
9. Çerçeveleme, yaklaştırma ve planlama komutlarını kullanır.
10. Gereksiz madde ve cisimleri siler.
11. Hazırladığı resimleri çizici veya yazısı cihaza yaptırır.

ÜNİTE 1 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM (CAD) KOMUTLARI İÇERİK BİLGİ

1. Sistemin temel işletme özellikleri.
2. Parametreler.
3. Çizgi çizme komutları.
4. Basit cisimlerin hareket ettirilmesi ve çizimi.
5. Yüzeyler.
6. İmalat resimlerinin hazırlanması ve çizimi
7. Gerekğinde resimlerde değişik yapılması ve resimlerin muhafazası (depolanması).
8. Metnin ve ölçülerin hazırlanması ve tesbiti.
9. CAD'in yararları.

ÜNİTE 2 BİLGİSAYAR DESTEKLİ PARÇA PROGRAMLAMA**(CAPP) KOMUTLARI****AMAÇLAR****GİRİŞ**

El ile programlama, programların, doğrudan doğruya parça programı kodları ile hazırlanmasıdır. Bilgisayar destekli parça programlama (CAPP) ise, parçanın işlenmesi için gerekli parça programı kodlarının bilgisayar tarafından üretilmesinin sağlanmasıdır. Bu ünite, öğrencilere, bilgisayar destekli parça programlamanın bu seviyesinde kullanılan komutlar öğretilmektedir.

ÖZEL AMAÇLAR

1. Parçayı, basit, geometrik cümlelerle tanımlar.
2. CNC'li tezgahı bilgisayar/yazılım kullanarak kapalı duruma programlar.
3. Programın, çizim cihazı kullanarak, doğrulamasını yapar.
4. Genelleştirilmiş takım konumu bilgilerini tezgahın tanıyabileceği kodlara dönüştürür.
5. Hazırlanan programı, dolaysız araçlarla şeride geçirir.
6. Gerekğinde programı yükleyerek gözden geçirir ve düzeltir.

ÜNİTE 2 BİLGİSAYAR DESTEKLİ PARÇA**PROGRAMLAMA (CAPP) KOMUTLARI****İÇERİK****BİLGİ**

1. Nokta, çizgi ve daire komutları.
2. Takım hareketi komutları.
3. Açık metnin kodlanmasıyla ilgili bilgiler.
4. Dolaysız nümerik kontrol (DNC) kavramı.

GİRİŞ

CAD ve CAPP'nin tam olarak bütünleştirilmesi, iş parçalarının sanayi ölçeğinde, tasarımdan imalata kadar bilgisayar desteğiyle üretilmesi anlamına gelmektedir. Bu anlamda bir imalatı sadece büyük kuruluşlar gerçekleştirmektedir. Bu ünite, eldeki imkanlarla böyle bir imalatın küçük çapta gerçekleştirilebilmesi için neler yapılabileceği anlatılacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Torna ve frezede işlenmek üzere basit iş parçalarını tasarımlar ve yardımcı çizgiler, tarama, ölçüler ve metin ile ilgili bilgileri programdan çıkartır (siler).
2. "Alın tornalı" veya "dış çapı (O/D) tornala" vb. gibi basit sistem komutlarını kullanır.
3. Tornalama ve frezeleme için hazırladığı program metinlerini kodlamak üzere bilgisayarın kodlama (postprocessor) ünitesini kullanır.
4. Bu tür bir sistem bütünleştirmenin fayda ve sınırlılıklarını anlatan raporlar hazırlar.

BİLGİ

1. Çizimin yapılışı.
2. Sistem komutları.
3. Bilgisayarın kodlama ünitesinin (postprocessor) çalıştırılması.
4. Basit veri tabanı (database) kavramı.

ÜNİTE 4 İŞ PARÇALARININ TASARIMLANMASI**AMAÇLAR****GİRİŞ**

Bu üniteye öğrencilere, okullarında mevcut CNC'li tezgahların yetenekleri ve kapasitelerini tespit etme ve bu tezgahlar da imal edilmek üzere parçaların tasarımı öğretilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Frezelenmiş ve tornalanmış parçaların biçimine uygun parça resmi hazırlamak üzere CAD sisteminin kullanır.
2. Bazı maddeleri referans bilgisi olarak depolar.
3. Gerekli maddeleri seçer ve resimleri CAPP'da kullanılacak şekilde temizleyerek hazır hale getirir.
4. Bu maddeleri ayrı referans bilgileri olarak tekrar depolar.
5. Resim çizimi ve listesi gibi bazı gerekli dökümantasyonu hazırlar.

ÜNİTE 4 İŞ PARÇALARININ TASARIMLANMASI**İÇERİK****BİLGİ**

1. CAD sistem komutları.
2. Sistemin kullanılışı.
3. Gerekli dökümantasyonunun hazırlanışı

ÜNİTE 5 SİMÜLASYON (BENZETİM)**AMAÇLAR****GİRİŞ**

İş parçalarını CNC'li takım tezgahlarında imal etmeğe başlamadan önce, programın doğruluğunun ispatlanması için baş vurulan yeterli bir metot da simülasyondur. Bu üniteye, öğrencilere, bilgisayarın simülasyon

imkanlarından yararlanarak, parçanın, CAPP'ına göre işlenmesinin simülasyonu öğretilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir. Arşivdeki parçalardan birinin geometrisini yükler veya yeni geometrik biçimler tasarılar.

1. Arşivdeki parçalardan birinin geometrisini yükler veya yeni geometrik biçimler tasarılar.
2. Takım hareketlerini başlatmak için sistem komutlarını kullanır.
3. Parça programını hazırlamak üzere uygun bağlantıyı veya kodlama ünitesini kullanır.
4. CNC'li takım tezgahlarını çalıştırılabilecek bir çıktı dosyası hazırlar.

ÜNİTE 5 SİMÜLASYON (BENZETİM)

İÇERİK

BİLGİ

1. CAP sistem komutları.
2. Sistemin çalıştırılması.
3. Şerit, liste, ekran kopyası ve X-Y noktalaması gibi dökümantasyon hazırlama.

ÜNİTE 6 PROJE ÇALIŞMALARI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, teknik lise öğrencilerine, bugüne kadar öğrendikleri bütün elemanları bir araya getirmek ve onları daha ileri bir görevin başarılması için birleştirmek suretiyle bilgisayar destekli mühendislik anlayışını geliştirme imkanı verilecektir. Bu karada, öğrenciler,

bilgisayarları kendi yararlarına olacak şekilde kullanabilecek ve öğretmenleri tarafından da destekleneceklerdir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. CAD sistemini kullanarak frezeleme ve tornalama yolu ile üretilen parçaların imalat resimlerini hazırlar.
2. CNC'li frezeleme ve tornalama işlemlerini de içerecek imalat metodlarını belirler.
3. Hem el hem de bilgisayar kullanarak çeşitli parça programları hazırlar.
4. Simülasyon yolu ile programların doğruluğunu ispatlar ve programların doğruluğunu ispata yarayan doğru dökümanter kanıtlar hazırlar.
5. Gerektiğinde bütün bilgileri disk üzerine depolar.

PROGRAM : NÜMERİK (NC) VE BİLGİSAYAR NÜMERİK KONTROLLÜ (CNC) MAKİNALAR

4.5. DERS : TEKNOLOJİ KISIM 1

GİRİŞ

Nümerik kontrol ve bilgisayarlı nümerik kontrol sanayide, 1980'li yıllarda giderek yaygınlaşmıştır. Bu yaygınlaşma verimliliği, kaliteyi ve güvenilirliği yükseltmiştir. Kısaca NC/CNC denilen bu kontrol sistemlerinin birçok tipleri, modern üretim atelyelerinde, tornalara frezelere, matkaplara, delme ve delik büyütme tezgahlarına, çok işlemlili takım tezgahlarına ve benzerlerine uygulanmaktadır. Burada, "teknoloji" adı altında verilen ünitelerin büyük bir kısmı, sınıfta ders verme yoluyla öğretilecektir. Teknoloji konusu öğretilecek olan diğer iki konuyla tamamlanacaktır. Bunlar:

1. NC/CNC Laboratuvarı
2. NC/CNC Atelyesi

Bu programın birinci yılında, okullarının birinci sınıfında geleneksel takım tezgahlarında pratik çalışma deneyimi kazanmış olan öğrencilere CN/CNC'nin tanıtılması amaçlanmıştır.

Bu konu, Meslek Lisesi ve Teknik Lise ikinci sınıf öğrencilerine verilecek CN/CNC teknolojisinin tanıtılmasıyla ilgili olacaktır. Bu konunun işlenmesinden sonra, öğrenciler NC/CNC teknolojisinin 2. bölümüne geçeceklerdir. İkinci bölümde daha çok, parça programlamasıyla ilgili örnekler bulunacaktır.

Bu programın tamamlanması için gerekli süre, yıl boyunca ve haftada 2 ders saati olacaktır. Yıl boyunca her fırsatta NC/CNC'li tezgahların iş güvenliği konusuna ağırlık verilmelidir.

GENEL AMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin aşağıdaki hususları bilmeleri ve yapmaları beklenmektedir:

1. NC/CNC kontrol sisteminin gelişme tarihçesini anlamak.
2. Bekli başlı NC/CNC makina tiplerini anlamak.
3. CN/CNC'li makinalar ile ilgili iş güvenliği kurallarını anlamak.
4. CN/CNC'li makinaların bakım ve onarım ihtiyacını anlamak.
5. Geleneksel tezgahlar ile CN/CNC'li tezgahlar arasındaki farkı anlamak.
6. CN/CNC'li makinalarda X,Y ve Z temel eksenlerini tanımlamak.
7. Mutlak ve kademeli hareketleri anlamak.
8. Sabit ve serbest referans noktalarını anlamak.
9. Konum kontrol tiplerini anlamak.

NC/CNC'Lİ MAKİNALAR: TEKNOLOJİ KISIM 1

ÜNİTE NO.	ÜNİTE	SAAT/HAFTA SAYISI
1	NC/CNC'Lİ MAKİNALARIN TARİHÇESİ	2
2	NC/CNC'Lİ MAKİNALARIN TİPLERİ	4
3	NC/CNC CİHAZLARINDA GÜVENLİK	4
4	NC/CNC CİHAZLARIN BAKIM VE ONARIMI	4
5	GELENEKSEL TEZGAHLARLA, NC/CNC'Lİ TEZGAHLAR ARASINDAKİ FARKLAR	4
6	X, Y VE Z KEKSENLERİNİN TANIMLANMASI	4
7	MUTLAK VE KADEMELİ HAREKETLER	6
8	SABİT VE SERBEST REFERANS NOKTALARI	4
9	KONUM KONTROL TİPLERİ	8
10	TEZGAHLARIN NC/CNC İLE KONTROLÜ	8
11	NC/CNC TERİMLERİ, KODLARI VE FORMLARI	8
	32 HAFTA HAFTADA 2 DERS	TOPLAM 64

ÜNİTE 1 NC/CNC'Lİ MAKİNALARIN TARİHÇESİ**AMAÇLAR****GİRİŞ**

Bu ünite, 1952'lerden günümüze kadar, geleneksel makinalardan modern CNC'li makinalara nasıl gelindiğini öğrencilere anlatmaya amaçlamaktadır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. 1952'den günümüze kadar olan gelişmenin tarihçesinin anlaşılması.

ÜNİTE 1 NC/CNC'Lİ MAKİNALARIN TARİHÇESİ**İÇERİK****BİLGİ**

1. Delikli kart kullanan basit NC'li makinalar.
2. Kağıt şerit ve manyetik şerit kullanmak ile ilgili gelişmeler.
3. Bilgisayarla donatma, CNC.
4. Gelecekte olabilecek gelişmeler.

ÜNİTE 2 NC/CNC'Lİ MAKİNALARIN TARİHÇESİ**AMAÇLAR****GİRİŞ**

Bu ünite, modern endüstride kullanılmakta olan NC/CNC'li makinaların tipleri hakkında öğrencilere bilgi vermeyi amaçlamaktadır.

BİLGİ

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. NC/CNC'li makinaların talaş kaldırma, press işleri, muayene, montaj, kaynak ve aletle kesme gibi imalat işlemlerinde kullanılmasının gösterilmesi.

2. NC/CNC kullanılarak kontrol edilen çeşitli faaliyet ve fonksiyonların belirtilmesi.

ÜNİTE 2 NC/CNC'Lİ MAKİNALARIN TIPLERİ

İÇERİK

BİLGİ

BECERİ

1. Makina Tipi

Kontrol Edilen Eleman

a) Torna tezgahı	İlerleme hareketi
b) Freze tezgahı	İlerleme hareketi
c) Çok işlemlili tezgahlar	Çeşitli yönde ilerleme
d) Matkap tezgahı	İlerleme hareketi
e) Tel kesme makinası	Tel hareketi
f) Zımbayla delme	Tabanın konumlanması
g) Taşlama tezgahı	Taşlama taşının hareketi
h) Aleyle kesme makinası	Çevre kesme
i) Ölçme makinası	Ölçme noktasının konumlanması
j) Presler	Eğme ve konumlama durumu

2 Sanayide en çok kullanılan NC/CNC makinalarının tipleri

ÜNİTE 3 NC/CNC'Lİ MAKİNALARDA İŞ GÜVENLİĞİ

İÇERİK

GİRİŞ

NC/CNC'li tezgahlarda meydana gelebilecek kazalar ve bunlara karşı dikkatli olma gereği bu ders boyunca tekrar tekrar belirtilmelidir. Her NC/CNC'li makinanın kendine göre bir problemi vardır. Bu bölümde yalnız genel problemler görülecektir. Güvenlik önemleri yalnız

NC/CNC'li modern tezgahları kullananları değil; aynı zamanda çok pahalı olan bu makinaları da kapsamalıdır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Makinanın ayarlanması ve çalışması ile ilgili kazaların belirtilmesi.
2. Makinanın konsoldan kumandası sırasında meydana gelebilecek problemlerin belirtilmesi.
3. Talaş temizleme işlemi sırasında meydana gelebilecek problemlerin belirtilmesi.
4. Acil durum nedeniyle durdurulan NC/CNC'li makinanın yeniden çalıştırılması için takip edilecek sıranın açıklanması.

BİLGİ

1. Makinanın korunması ve mahfaza ile donatılması
2. Programın doğrulanması ve simüle edilmesi
3. Kontrolde dikkat edilecek hususlar
4. Tek takım değiştirme
5. Otomatik takım değiştirme
6. Talaş temizleme problemleri
7. Acil durdurma işlemleri
8. Gözleri koruma
9. Kaza anında durdurma konumları

BECERİ

- Koruma metodlarını karşılaştırınız.
- Makinayı çeşitli kontrol durumuna getiriniz.
- Meydana gelen talaş tiplerini karşılaştırınız.

GİRİŞ

NC/CNC'li takım tezgahları çok pahalıdır. Bu sebeple bunlar özellikle bakım ve onarım sırasında, azami bir dikkati gerektirir. Öğrencinin bakım ve onarımla ilgili iyi bir davranış ve alışkanlık kazanmasına özen gösterilmelidir. Zira, kalınması pahalı olan bu tezgahların arıza durumunda tamiri de pahalıdır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. NC/CNC'li tezgahların normal ve periyodik bakımının açıklanması.
2. Öğrencilerde periyodik bakım ve onarım alışkanlığını geliştirmek.

BİLGİ**BECERİ**

1. Makinaların temizlenmesi
2. Makinaların genel bakımı
3. Periyodik bakım usulleri;
günlük, haftalık, aylık
4. Yağlama sistemleri
5. Rulmanlı vida kayıt ve kızak
gibi bölümlerin korunması
6. Hidrolik ve pnömatik
organların bakımı

- Kullanma sonrası,
makinanın tamamen
temizlenmesi ve şalteri kapatma
Basit periyodik bakımların
yapılması
- Yağ seviye ve
filtrelerin kontrolü

ÜNİTE 5 GELENEKSEL TEZGAHLARLA NC/CNC'Lİ TEZGAHLAR ARASINDAKİ FARKLAR

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite geleneksel tezgahlarla, NC ve CNC'li tezgahlar arasındaki farkları açıklamaktadır. Aynı zamanda, bu makinaların bilgisayar kontrolü ile nasıl geliştiği ve kapasitesinin arttığı da anlatılmaktadır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. NC ve CNC tezgahların geleneksel tezgahlarla karşılaştırarak üstünlüklerinin belirtilmesi.
2. NC/CNC'li tezgahlarla geleneksel tezgahların yapılış farklılıklarının açıklanması.
3. NC (Nümerik Kontrol) ve CNC bilgisayarlı nümerik kontrol) sistemleri arasındaki farkların açıklanması.
4. Geleneksel tezgahlarla, NC ve CNC tezgahlarının kapasitelerinin karşılaştırılması.

ÜNİTE 5 GELENEKSEL TEZGAHLARLA NC VE CNC'Lİ TEZGAHLAR ARASINDAKİ FARKLAR

İÇERİK

BİLGİ

1. Nümerik kontrol (NC)'un izahı
2. Bilgisayarlı nümerik kontrolün (CNC) izahı
3. NC ve CNC'li tezgahlarla geleneksel tezgahlar arasındaki önemli farkların izahı

4. Modern CNC'li tezgahların üstünlükleri; işlemlerin tekrarlanması, seri üretim, sabit doğruluk, artan verimlilik, üretim kalitesinde yükselme, azalan fire, imalat maliyetinin azalması.

ÜNİTE 6 X, Y VE Z TEMEL EKSENLERİNİN TANIMI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite öğrenciye, çeşitli tip NC/CNC'li tezgahlardaki X, Y ve Z temel eksenlerinin tanıtılmasını sağlayacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

Çeşitli tipteki NC/CNC'li tezgahlarda temel X, Y, ve Z eksenlerinin değişik konumlarda kullanımının belirtilmesi.

ÜNİTE 6 X, Y ve Z TEMEL EKSENLERİNİN AÇIKLANMASI

İÇERİK

BİLGİ

BECERİ

1. Tezgah tipleri:

Ana eksenler:

a) Torna tezgahı

b) Düşey freze tezgahı

c) Yatay freze tezgahı

d) Çok işlemlerli tezgahlar

e) Matkap tezgahı

ÜNİTE 7 MUTLAK VE KADEMELİ HAREKETLER

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite öğrencilere, mutlak ve kademeli hareketler ile koordinat sistemine göre ölçülendirme konusunda bilgi verilmektedir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Koordinat sistemine göre ölçülendirmenin esaslarının açıklanması.
2. Mutlak hareket ile kademeli hareket arasındaki farklılıkların açıklanması

ÜNİTE 7 MUTLAK VE KADEMELİ HAREKETLER

İÇERİK

BİLGİ

BECERİ

- | | |
|---|--|
| 1. İmalat resimlerinin,
koordinatlarını tespit
NC/CNC için ölçülendirme | İmalat resminden, mutlak
ve kademeli ölçülerin
koordinatlarını tesbit ediniz |
| 2. NC/CNC için uygun bir referans
noktasının seçimi | |
| 3. Çeşitli referans noktalarına
göre yapılan ölçülendirme
örnekleri | İmalat resmini, NC/CNC'ye
uygulanacak şekilde
yeniden ölçülendiriniz. |
| 4. Parça programına yardımcı
olmak üzere referans konumun
seçilmesi. | |

ÜNİTE 8 SABİT VE SERBEST REFERANS NOKTALARI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, NC/CNC'li tezgahlarda uygulanan, sabit ve serbest referans noktaları arasındaki farkları açıklamaktadır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Sabit ve serbest referans noktaları arasındaki farkların açıklanması.
2. Sabit ve serbest referans noktalarının üstünlüklerinin karşılaştırılmalı olarak açıklanması.

ÜNİTE 8 SABİT VE SERBEST REFERANS NOKTALARI

İÇERİK

BİLGİ

BECERİ

1. Sabit referans konumları
2. Torna ve frezelerde referans noktalarının belirlenmesi.
3. Referans noktasını değiştirme imkanları

1. İşin, sabit referans 2. Serbest referans noktalarının konumları noktasına göre yerleştirilmesi.

ÜNİTE 9 KONUM KONTROL TİPLERİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, NC/CNC'li takım tezgahlarının tezgah tipleri dışında bir sınıflandırmasını açıklamaktadır. Bu sınıflandırma, NC/CNC'li tezgahların kızaklarına uygulanan konum kontrolüne göre yapılmaktadır. Bütün NC/CNC'li tezgahları içine alan belli başlı üç temel tip vardır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Konum kontrollarının üç temel tipinin açıklanması.
2. Her kontrol tipinin yararlarının ve sakıncalarının açıklanması.

ÜNİTE 9 KONUM KONTROL TİPLERİ

İÇERİK

BİLGİ

1. Noktadan noktaya veya konum kontrollü tezgah tipleri
 - a) Matkap tezgahları
 - b) Delik büyütme tezgahları
 - c) Delme presleri
 - d) Nokta kaynak makinaları
2. Noktadan noktaya kontrol sistemi kullanarak A noktasından B noktasına hareket metodları
3. Eksenlere paralel veya doğrusal kontrollü tezgahlar
 - a) Freze tezgahları
 - b) Tornalar
4. Noktadan noktaya ve eksenlere paralel kontrolün sınırlılıkları
5. Sürekli yol veya çevre kontrollü tezgahlar
 - a) Tornalar
 - b) Freze tezgahları
 - c) Çok işlemliler tezgahlar
 - d) Taslama tezgahları
6. Sürekli yol veya çevre kontrollü hareketin yararları.
 - a) Çizgisel enterpolasyon
 - b) Dairesel enterpolasyon
 - c) Parabolik enterpolasyon

ÜNİTE 10 TEZGAHLARIN NC/CNC İLE KONTROLÜ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere üç esas bölüme ayrılan ve NC/CNC'li tezgahlara uygulanan kontrollerin pratik yönlerini açıklamaktadır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. İş mili hızı kontrolünün açıklanması.
2. Kızak ilerlemesi kontrolünün açıklanması.
3. Kızak hızının açıklanması.
4. Açık ve kapalı kontrol (loop) sistemlerinin açıklanması.

ÜNİTE 10 TEZGAHLARIN NC/CNC İLE KONTROLÜ

İÇERİK

BİLGİ

1. İş mili hızının kontrolü
 - a) Mil hızları aralığı
 - b) Kademesiz değiştirilebilen hızlar
 - c) İleri ve geri yönler
 - d) Gerekli güç
 - e) Dolaysız ve dolaylı tahrikler
2. Kızak hareketinin kontrolü
 - a) Kızağın konumsal hareketi.
 - b) Çizgisel enterpolasyon.
4. Açık kontrol (loop) sistemi prensibinin açıklanması.
5. Kapalı kontrol (loop) sistemi prensibinin açıklanması.
6. Kapalı kontrol (loop) sisteminin yararları.

ÜNİTE 11 NC/CNC TERİMLERİ, KODLARI VE FORMLARI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, NC/CNC teknolojisinde kullanılan terimleri, kodları ve formları tanıtır. Kodlama ve formlar dünyanın değişik yerlerine göre

değişmektedir. Bununla beraber ISO harf adres sistemi en çok kullanılanıdır.

Bu derste ISO harf adres sistemi benimsenip daha çok onun üzerinde durulacaktır. Öğrenciler daha çok öğrenip tecrübe kazandıkça, daha çok kodlama ve terim verilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. ISO harf adres formatının detaylı olarak açıklanması.
2. Formlara blok halinde kodlanmış bilgilerin makina tiplerine göre nasıl değişiklik gösterdiğinin açıklanması.

ÜNİTE 11 NC/CNC TERİMLERİ, KODLARI VE FORMLARI

İÇERİK

BİLGİ

1. Çok kullanılan ISO harf adres kodları
 - a) N, işlem sırası numarası
 - b) G, hazırlık fonksiyonları
 - c) X, Y, Z koordinatlarının konum verileri
 - d) F, ilerleme miktarı verileri
 - e) S, isimli hızı verileri
 - f) T, takım verileri
 - g. M. çeşitli fonksiyonlar
2. Veri formları
 - a) Standart veri formları örnekleri
 - b) Solda sıfır ve sağda sıfır kullanılması.

3. Basit çevrimlerin, mesela delme çevriminin, tornalama ve frezelemeye uygulanışı.

4. Çok kullanılan hazırlık fonksiyonları ve çeşitli fonksiyonların açıklanması ve listesi.

5. Frezeleme ve tornalama ile ilgili tipik bilgi bloklarına ait örnekler.

ÜNİTE 12 NC/CNC İÇİN GEREKLİ ÇİZİM VE DİĞER

DÖKÜMANLAR

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, her bir NC/CNC sistemi için gerekli tamamlayıcı ve destekleyici dökümanların neler olduğunu öğrencinin bilmesini sağlayacaktır. Döküman paketleri sistemlere göre değişmekle beraber, paketin kullanılması için sisteme uyması gerekir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. NC/CNC sistemi için gerekli ana döküman formlarının belirtilmesi.

2. Geleneksel tezgahlarda kullanılacak iş resimleri ile NC/CNC işleminde kullanılacak resimler arasındaki farkların saptanması.

3. Bir NC/CNC parça programının dökümanlarla desteklenmesinin avantajlarının belirtilmesi.

ÜNİTE 12 NC/CNC İÇİN GEREKLİ ÇİZİM VE DİĞER

TAMAMLAYICI DÖKÜMANLAR

İÇERİK

BİLGİ

1. Geleneksel çizimlerle NC/CNC için istenen iş resimleri arasındaki esas farklılıklar.

2. Tornalama ve frezeleme için gerekli iş çizimleri.
3. NC/CNC tezgahları ile klasik tezgahların arasındaki iş resimleri farkı
4. Alet ve iş bağlama araçları listesi.
5. Hız ve ilerleme verileri.
6. Tezgah işçisi için müracaat bilgileri.

PROGRAM : NC'Lİ VE CNC'Lİ MAKİNALAR

4.6 KURS : NC/CNC TEKNOLOJİSİ KISIM 2

GİRİŞ

NC/CNC teknolojisinin ikinci kısmında, birinci kısmı öğrenmiş olan öğrencilere daha geniş bilgi verilecektir. Üç yıllık Endüstri Meslek Lisesi öğrencileri bu konuyu Bölüm 2 seviyesinde öğreneceklerdir. Teknik Lise öğrencileri ise bir yıl daha ve NC/CNC teknolojisini üçüncü bölümünü de okuyacaklardır.

Bu bölüm NC/CNC tezgahlarında kullanılan aletleri, iş bağlamayı ve konumla durumunu açıklamaktadır. NC/CNC bilgi ünitesi bilgi depolama, bilgi aktarma ve bilgi biriktirme ile ilgilidir. Parça programlama bölümünde, daha geniş olarak verilen CN/CNC kodları ile, öğrencilerin daha gelişmiş parça programları yapabilmesi mümkün olacaktır. Program doğrulama ile ilgili ileriki konularda, NC/CNC parça programları tezgahlarda gerçek uygulamaya konmadan önce bunlara uygulanacak değişik teknikler bilgi verilecektir. İleri teknoloji ile ilgili bölüm ise NC/CNC teknolojisiyle birlikte kullanılan daha gelişmiş tekniklerin basit izahı olacaktır.

Bu konunun tamamlanması için öğretim yılı boyunca haftada iki ders saati gerekir.

Bu konu, yıl içinde öğretilecek iki ayrı derse de destek olacaktır:

1. NC/CNC Laboratuvarı
2. NC/CNC Atelyesi

GENEL AMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin aşağıdaki hususları bilmeleri ve yapmaları beklenmektedir.

1. Ünitesinde izah edilen güvenlik kurallarını anlamak.
2. NC/CNC tezgahlarında kullanılan aletlerle ilgili bilgilerini göstermek.
3. NC/CNC uygulamalarında kullanılan iş bağlama ve konumlama bilgilerini göstermek.
4. NC/CNC verileriyle ilgili bilgisini geliştirme ihtiyacını anlamak.
5. NC/CNC parça programı yapma bilgisini geliştirme gereğini anlamak.
6. NC/CNC program doğrulama tekniklerini geliştirme gereğini anlamak.
7. NC/CNC teknolojisi ile ilgili yeni teknolojik gelişmeleri anlamak.

NC/CNC'Lİ MAKİNALAR: TEKNOLOJİ BÖLÜM 1

ÜNİTE NO.	ÜNİTE	SAAT/HAFTA SAYISI
1	İŞ GÜVENLİĞİ	4
2	NC/CNC İÇİN GEREKLİ TAKIMLAR	10
3	NC/CNC İÇİN İŞ BAĞLAMA VE KONUMLAMA	8
4	NC/CNC VERİLERİ	12
5	PARÇA PROGRAMLAMA	16

6	PARÇA PROGRAMLARININ DOĞRULANMASI	10
7	İLERİ TEKNOLOJİ	4
	32 HAFTA, HAFTADA 2 DERS	TOPLAM 64

ÜNİTE 1 İŞ GÜVENLİĞİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, NC/CNC tezgahlarının gelişmiş tipleriyle ilgili yeni konular açıklanarak, öğrencilere iş güvenliğiyle ilgili daha geniş bir görüş kazandırılacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Güvenli çalışma bölgelerini tanımlamak.
2. Takım yörünge grafiğinin kullanılması ile, meydana gelebilecek zararların nasıl azaltılabileceğini açıklamak.
3. İşlenecek bir parça için kontrol listesi hazırlamak.
4. Çok büyük talaş vererek çalışırken meydana gelebilecek problemleri kavramak.

ÜNİTE 1 İŞ GÜVENLİĞİ

İÇERİK

BİLGİ

1. Makina çalışma bölgeleri.
 - a) Güvenli bölge.
 - b) İkazlı bölge.
 - c) Tehlikeli bölge.
2. Tornalama ve frezleme için takım yörünge grafikleri.
3. Parçayı işleme başlamadan önce yapılacak ve uyulacak kontrol listesi.

- a) Parçanın doğru bağlanması ve konumlanması.
 - b) İşin ve takımın parça programına uygun olarak yerleştirilmesi.
 - c) Bağlama araçları yüzünden takım yörüngesinin kesintiye uğramaması.
 - d) Tezgah referans noktasının doğru oturtulması.
 - e) Kaçıklık mesafelerinin doğru ayarlanması.
 - f) Programının doğruluğunun tam olarak kontrol edilmesi.
 - g. Tezgahın koruyucu elemanlarının yerli yerinde olması.
 - h. Bütün takım bağlantılarının dikkatlice yapılması.
 - i. Yüksek hızlı çalışmalarda meydana gelebilecek problemler.
4. Yüksek hızlı çalışmalarda meydana gelebilecek problemler.
- a) Gözlerin korunması.
 - b) Gürültü.
 - c) Talaş sıçraması.

ÜNİTE 2 NC/CNC İÇİN GEREKLİ TAKIMLAR

(KESME TAKIMLARI)

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere NC/CNC uygulamaları için gerekli özel takımlar tanıtılacaktır. Aynı zamanda, takımların ayarı ve onarım teknikleri hakkında da açıklama yapılacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitim sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Özel takım ihtiyacını kavramak ve örneklerle açıklamak.
2. Verilen bir parça için uygun takımları seçmek.
3. Ön ayarlı takım ihtiyacını kavramak.

4. NC/CNC takım tezgahı standart iş mili ucu konik yuvaları ve iş bağlama araçları tanımak.

5. Kesici takımları bağlarken, doğru bir çalışma için gerekli dikkati göstermek.

6. Elle takım değiştirmede uyulması gereken teknikleri göstermek.

7. Özellikle iş ve takım çarpma yüksekliğini de dikkate alarak, NC/CNC'li tezgahlarda takım ve tezgah ayarı konusunda geniş bilgi sahibi olmak.

8. Takım döner başlıkları dahil NC/CNC'li çok işlemlili tornalardaki kalemlik ve takım tutucuları hakkında geniş bilgi sahibi olmak.

ÜNİTE 2 NC/CNC İÇİN GEREKLİ TAKIMLAR

(KESME TAKIMLARI)

İÇERİK

BİLGİ

1. Örnekleri ile birlikte, özel uygulamalar için gerekli özel takım sistemi.
2. ISO kodunda açıklandığı gibi, değiştirilebilir sertmetal uç tipleri.
3. Standard takım kullanmanın yararları ve sınırlılıkları.
4. NC/CNC için tipik freze bıçakları.
5. NC/CNC için tipik torna kalemleri.
6. NC/CNC için tipik matkaplar ve ön ayarlı takım kullanmanın sınırlılıkları
7. Ön ayarlı takım kullanmanın yararları ve sınırlılıkları.
8. Takımların ön ayarı için kalıp ve aparatları.
9. "Ayar yüksekliğinin" tanımı.
10. Standard iş mili ucu konik yuvaları ve bağlama metotları.
11. Freze bıçaklarının doğru bağlanma metodları.
12. Frezeleme ve tornalama için gerekli takım kaçıklık uzunluğunun açıklanması.
13. İş parçasının ölçü hassasiyetini sağlamak için aşınma ve ayarı kontrol altına almak üzere takım kaçıklıklarının farkı ölçülerde yapılması.

14. NC/CNC'li tornalar için gerekli takım tutucuları ve kalemlikler.

15. NC/CNC'li tornalar için döner kalemlikler ve başlıklar.

ÜNİTE 3 NC/CNC İÇİN İŞ BAĞLAMA VE KONUMLAMA AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere NC/CNC'li tezgahlarda işlerin bağlanması ve konumlanması prensiplerinin anlaşılmasını sağlayan bilgiler verilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Geleneksel tezgahlardaki iş bağlama tekniklerinin NC/CNC'li tezgahlara uydurulmasını anlamak.
2. NC/CNC'li tezgahları ayarlarken sıfırlama yapılarak ayarlamanın gerekliliğini göstermek.
3. NC/CNC'li tezgahlarda uygulanan iş bağlama araçlarını ve kullanımını bilmek.
4. NC/CNC'li tornalardaki iş bağlama araçlarını değerlendirmek.

ÜNİTE 3 NC/CNC İÇİN İŞ BAĞLAMA VE KONUMLAMA İÇERİK

BİLGİ

1. NC/CNC'li tezgahlara uyabilen geleneksel iş bağlama.
2. Tek parça ve çok sayıdaki parçaların işlenmesi için delikli (ızgara) tabla prensibi
3. Havalı ve hidrolik aynalar
4. Frezeleme işlemleri için bağlama tertibatları
5. Torna bağlama kalıpları ve denge problemleri
6. Manyetik bağlama aparatları.
7. Modülle bağlama sistemleri

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere NC/CNC verilerinin nasıl üretildiği, depolandığı ve aktarıldığı öğretilenektir. Ünite, aynı zamanda, ISO, ASCII ve EIA kodlama sistemlerinin NC/CNC de genel kullanılışı hakkında giriş bilgileri verilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Eşdeğerlik kontrol işaretleri dahil, ISO, ASCII ve EIA çiftli (binary) şerit kodlama sistemlerini ayrıntılarıyla anlatmak.
2. Makina kontrol tipine bağlı olarak, yazılmış bloklardaki kodlanmış bilgilerin nasıl değiştiğini açıklamak.
3. Kelime adres formatlarını ayrıntılarıyla açıklamak.
4. Bilgi giriş formlarının çeşitlerini ayrıntılarıyla açıklamak.
5. Bilgi depolama ve aktarma sistemlerini karşılaştırmak ve tanımak.
6. Bilgi bütünlüğünün sağlanması için bilgi giriş gereçlerinin iyi korunmasına dikkat etmek gerektiğini kavramak.
7. Bilgi girişlerinin ancak düzeltme ve kontrollardan sonra kalıcı kopyasının yapılması gerektiğini kavramak.

ÜNİTE 4 NC/CNC İÇİN İŞ BAĞLAMA VE KONUMLAMA İÇERİK**BİLGİ**

1. Çift (ikili) sistem.
2. Alfanümerik karakterler. ISO kodu, ASCII kodu, EIA kodu.
3. Değişimli blok kelime adresli formatlar.
4. Delikli şeritin üstünlükleri ve sınırlılıkları.

5. Delikli şerit renk kodlaması.
6. Delikli şerit okuyucu ve delicileri.
7. Manyetik şerit ve kasetlerin yararları ve sakıncaları.
8. Flopy disklerin (esnek disk) yararları ve sakıncaları.
9. Elle bilgi girişin yararları ve sakıncaları.
10. Alfanumerik klavye düzeni ve tipik örnekler.
11. Tipik, işletme masası kontrol fonksiyonları ve şeması
12. Görüntü biriminin kullanılması.
13. Makina okuma düzeni ile depolama düzeni arasında uygunluk.
14. Portatif, bilgi taşıyıcısı.
15. RS232 ara birim (interface)
16. Veri bütünleştirme
 - a) Bilgi giriş ortamlarının temiz tutulması ve dikkatle korunması.
 - b) İşlem öncesi kontrol ve programın tekrar kontrol edilme gereği.
 - c) İstenen neticeye varılıp varılamıyacağının kontrolü ile takım ve iş üzerinde meydana gelebilecek hasarı önleme
 - d) Tipik delikli şerit yanlışlıkları, hataları ve bunların etkileri.
 - e) Hızların elle kontrolü ve kalem yolu grafiği dahil programın doğrulanması için gerekli temel kolaylıklar ve araçlar.
 - f) Tezgahın, veri özel bloklarının seçilmesini sağlayan araştırma kolaylıkları.
17. Verilerin muhafazası
 - a) Ana şeritleri
 - b) Elektrik kesilmesine karşı destekleme tedbirleri.
 - c) Batarya ile destekleme kolaylıkları.
 - d) Şeridin, her bakımdan, kontrol ve doğrulanmasından sonra kalıcı kopyasının çıkarılması.

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere, programlama öncesi planlama dahil, bir iş parçasının yapımı için gerekli programlama bilgilerini geliştirmek amacıyla hazırlanmıştır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Tipik parçalar için işlem sırası planının yapılması.
2. Gerekli kesici takımların ve iş tesbit usullerinin belirlenmesi.
3. Frezeleme ve tornalama için gerekli kesici takım yollarının ve kaçıklık uzaklıklarının kararlaştırılması.
4. Kesici takım yolunun koordinatlarının hesaplanması.
5. Uygun kesme ve ilerleme hızının hesaplanması.
6. Tezgahın çalıştırılması ve işin yapılması için gerekli dökümanların açık ve anlaşılır bir biçimde hazırlanması ve anlatılması.
7. Parça programı hazırlamada kullanılan terimler ve bunların anlamlarının belirtilmesi.
8. Değişik veri formatlarının özelliklerinin anlatılması.
9. Parça programı yapmak için kodlama bilgilerinin toplanması.
10. Kapalı çevrimlerin rolü ve bunların kontrollarda ve alt programlarda kullanımının açıklanması.
11. Parça programlarının verimliliğini arttırmak için gerekli tekniklerin anlatılması ve kullanılması.
12. Frezeleme ve tornalama işlemleri, kesici, takımın ölçü telafii için çalışırken yeniden ayarlanması.

GİRİŞ

1. Planlama prensipleri:
 - a) Genel bir referans noktasının kullanılması.
 - b) Benzer işlemlerin gruplandırılması.
 - c) Kaba ve ince talaşla işlenecek kısımların kararlaştırılması.
 - d) Kontrol amaçlı ara vermeler.
 - e) Program uzunluğu ve makinanın hafıza kapasitesi.
2. Frezeleme ve tornalama için gerekli kesici takımlar ve iş bağlama araçları.
3. Kesici takım yörüngesinin planlanması ve önemli noktalar.
4. Kesici takım geçiş yolu için koordinatlar.
5. Frezeleme ve tornalama için gerekli devir sayıları ve ilerleme hızları.
6. Operatörü verilecek dökümanlar:
 - a) İş resmi
 - b) Kalem ve bıçak geçiş yolu çizimi
 - c) İşlem basamaklarını gösteren liste (işlem kartı)
 - d) Kullanılacak takımları gösteren liste (takım kartı)
 - e) İş bağlama için gerekli araçlar
 - f) Koordinat çizelgesi
 - g. Tezgah işçisi için talimatlar
 - h. Parça programının yazılı kopyası
7. Parça programı terimleri
 - a) Karakter
 - b) Kelime
 - c) Veri (veya bilgi) bloku
 - d) Blok adresi

8. Değişik makina tipleri için format örnekleri
9. Girilen bilgilerin formata yanlış işlenmesinden kaynaklanan tipik hatalar.
10. Mutlak ve kademeli programlama örnekleri.
11. Aşağıdaki adres harfler kullanılarak yapılan parça programlamanın prensipleri:
12. Hafızada, önceden belirlenmiş kapalı çevrimin rolü ve kullanılması.
13. Hafızada, olmayan veya kullanıcının belirlediği kapalı çevrimler.
14. Yapurma halkasının uygulanışı ve kullanılış metodları.
15. Alt programının uygulanışı ve kullanılış metodları.
16. Parça programlarının verimi ve bunun geliştirilmesi metodları.
17. Tornalama için kalem ayarının ve iş ölçüsünün telafisiyle ilgili örnekler.
18. Frezeleme için bıçak ayarının ve iş ölçüsünün telafisiyle ilgili örnekler.

ÜNİTE 6 PROGRAMLARININ DOĞRULANMASI AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, yararlanmaların ve makina hasarının en aza indirilmesi için, öğrencilerin önceden yazılmış bir parça programının doğruluğunu nasıl kontrol edeceklerini açıklamaktadır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. NC/CNC program kopyasını gözle muayene tekniğinin gösterilmesi.
2. Parça programının tek basamaklı icra tekniğinin gösterilmesi.

3. Operatöre verilecek dökümanlar:
 - a) İş resmi
 - b) Kalem ve bıçak geçiş yolu çizimi
 - c) İşlem basamaklarını gösteren liste (işlem kartı)
 - d) Kullanılacak takımları gösteren liste (takım kartı)
 - e) İş bağlama için gerekli araçlar
 - f) Koordinat çizelgesi
 - g) Tezgah işçisi için talimatlar
 - h) Parça programının yazılı kopyası
4. Parça programı terimleri
 - a) Karakter
 - b) Kelime
5. Veri (veya bilgi) bloku
6. Blok adresi
7. Değişik makina tipleri için format örnekleri
8. Girilen bilgilerin formata yanlış işlenmesinden kaynaklanan tipik hatalar.
9. Mutlak ve kademeli programlama örnekleri.
10. Aşağıdaki adres harfler kullanılarak yapılan parça programlamanın prensipleri:
 11. Hafızada, önceden belirlenmiş kapalı çevrimin rolü ve kullanılması.
 12. Hafızada olmayan veya kullanıcının belirlediği kapalı çevrimler.
 13. Yaptırma halkasının uygulanışı ve kullanım metodları.
 14. Alt programın uygulanışı ve kullanım metodları.

15. Parça programlarının verimi ve bunun geliştirilmesi metodları.
16. Tornalama için kalem ayarının ve iş ölçüsünün telafiyle ilgili örnekler.
17. Frezeleme için bıçak ayarının ve iş ölçüsünün telafiyle ilgili örnekler.

ÜNİTE 6 PROGRAMLARININ DOĞRULANMASI AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, yararlanmaların ve makina hasarının en aza indirilmesi için, öğrencilerin önceden yazılmış bir parça programının doğruluğunu nasıl kontrol edeceklerini açıklamaktadır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. NC/CNC program kopyasını gözle muayene tekniğinin gösterilmesi.
2. Parça programının tek basamaklı icra tekniğinin gösterilmesi.
3. Programın doğrulanması için, parça bağlanmadan deneme çalıştırması yapma tekniğinin gösterilmesi.
4. Çizimli simulasyon ve bilgisayarlı çizici tekniğinin açıklanması.

ÜNİTE 6 PARÇA PROGRAMLARININ DOĞRULANMASI İÇERİK

BİLGİ

1. Kullanılacak olan parça programı kopyasının gözle muayenesi.
 - a) Program ölçülerinin kontrolü
 - b) Her yöndeki (eksendeki) en büyük hareketin kontrolü
 - c) Es zamanlı hareketlerin, özellikle hızlı çapraz hareketlerin kontrolü

- d) Talas derinliğinin kontrolü
- e) Mutlak ölçülerden kademeli ölçülere, kademeli ölçülerden mutlak ölçülere geçişteki kontrol
- 2. Tek basamaklı icra
 - a) El ile devir sayısı ve ilerleme hızını değiştirmeye yarayan imkanların kullanılması
 - b) Parça bağlanmaksızın kullanma
 - c) Parça bağlı olarak kullanma
 - d) Güvenliğe dikkat etme
- 3. Otomatik olarak deneme çalıştırması
 - a) İş bağlanmaksızın
 - b) İş bağlanarak ve elle talaş verme kumandsını kullanarak
- 4. Makina tipine ve kontrolüne uygun yazılım ile bilgisayar kullanılarak yapılan grafik simülasyon
- 5. X, Y koordinat işaretleyicisi kullanılarak kesici takım yolunun belirlenmesi.

ÜNİTE 7 İLERİ TEKNOLOJİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, NC/CNC teknolojisindeki yeni gelişmelere çok kısa bir göz atma amaçlanmaktadır. Bu ünite, derinlemesine bilgi vermek amaçlanamamakla beraber öğrencinin gelişen teknolojiyi takip ederek gelişmesi istenmektedir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Mevcut teknolojik gelişmeleri tanımlamak.
2. Tipik CAD/CAM bağlantılı çalışmalarını saymak.

BİLGİ

1. Esnek imalat sistemi (FMS)
2. Bilgisayar destekli çizim ve tasarım (CAD)
3. Bilgisayar destekli parça programlama (CAPP)
4. Bilgisayar destekli imalat (CAM)
5. Doğrudan numerik kontrol (DNC)
6. Karşılıklı konuşma (Diyalog) tipli programlama

PROGRAM : NC'li ve CNC'Lİ MAKİNALAR

4.7 DERS : NC/CNC TEKNOLOJİSİ KISIM 3

GİRİŞ

Bu programı, teknik lise programı içindeki NC/CNC teknolojisini tamamlayacaktır.

Bu program, NC/CNC'li tezgaharla imalat prensipleri, bilgisayar esasları, parça programlarıyla ilgili etkili ön planlama ve parça programlarından azami ayda sağlamak için belirli sabit çevrimler parça programlarında kullanılışı hakkında yoğun bilgi vererek öğrencilerin bilgisini genişletmek için hazırlanmıştır.

CAD/CAM (Bilgisayarlı çizim ve tasarım/Bilgisayarlı üretim) sistemi ile ilgili ünite basit iş parçalarının bu sistemle nasıl tasarımı yapıldığı ve imal edildiğini göstermelidir.

Bu hedefe ancak, proje çalışması yapılarak varılabilir. Proje çalışması, gerekli bütün unsurları kafi miktarda kapsıyacağı gibi; öğrencilere, yapacakları geniş kapsamlı bir çalışma fırsatı ile bu konuda ne kadar yararlanabildiklerini anlama fırsatını da verecektir.

Bu program için gerekli süre bir yıl ve haftada iki ders saati olup, son sınıfta okutulan aşağıdaki iki derse de destek olacaktır:

1. NC/NCN Laboratuvarı
2. NC/CNC Atelye Çalışması.

GENELAMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin, aşağıdaki hususları bilmeleri ve yapmaları beklenmektedir.

1. Nümerik kontroun genel çalışma prensiplerini, çeşitli eksenler ve referans noktaları arasındaki ilişkiler ile koordinat eksenlerine göre ölçülendirmeyi anlamak.
2. CNC'de kullanılan bilgisayar tipleri arasındaki farklarla bunların esas elemanları ve hafıza tiplerini tanımak.
3. İyi ve etkili bir program hazırlığı için dikkatli bir ön planlamanın gerektiğini kabul etmek.
4. ISO harf adres formatları ile programlamanın esasını bilmek ve çeşitli makinalar için parça programı yapabilmek.
5. İmalatta, tasarım ve parça programı hazırlanması alanında bilgisayar kullanılması gereken durumları takdir etmek.
6. Otomatik esnek imalat sisteminin esaslarını anlamak ve bu sistem için gerekli takım ve tezgahları tespit etmek.
7. Etkili bir öğrenme meydana gelmesi için, öğretmenlerin, programdaki bilgileri birbirine bağlı işlerin yapılmasına yarayacak tarzda düzenlenmesi gerektiğini anlamak.

NC/CNC TEKNOLOJİSİ KISIM 3

ÜNİTE NUMARASI	ÜNİTE BAŞLIĞI	HAFTA/SAAT
1	CNC İLE ÜRETİM PRENSİPLERİ	3
2	BİLGİSAYAR ESASLARI	4
3	PARÇA PROGRAMI İÇİN ÖN PLANLAMA	
4	PARÇA PROGRAMLAMA	14
5	BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROGRAMLAMA	10
6.	FMS'e (ESNEK İMALAT SİSTEMLERİNE) GİRİŞ	4
7	PROJE ÇALIŞMASI	24
	32 HAFTA VE HAFTADA 2 SAAT TOPLAM	64

ÜNİTE 1 CNC İLE ÜRETİM PRENSİPLERİ AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, nümerik kontrolün çalışma prensipleri açıklanacak ve öğrencilere daha geniş bilgi verilerek konuyu anlamaları sağlanacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Tezgahtaki esas ve tali ilerleme hareketiyle dönme hareketi eksenleri (X, Y, Z; U, V, W; A, B, C) ve bunlar arasındaki bağıntıların açıklanması.

2. Başta tezgah referans noktası olmak üzere, çeşitli referans noktalarına olan ihtiyacın ve bu noktaların belirlenmesi.

3. İş resimleri hazırlanırken yapılan planlama ve hasaplamalarda koodinat notasyonunun önemini göstermek.

ÜNİTE 1 CNC İLE ÜRETİM PRENSİPLERİ

İÇERİK

BİLGİ

1. Bütün eksenlerin artı ve eksi yönleri.
2. Tezgah, iş parçası ve takım referans noktaları arasındaki bağıntılar.
3. Hangi durumda mutlak ve hangi durumda kademeli koordinat ölçülendirmesinin en faydalı şekilde kullanılabileceği.

ÜNİTE 2 BİLGİSAYAR ESASLARI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, bilgisayarı meydana getiren temel kısımlar, nazari olarak değil; bizzat CNC'li tezgahlar üzerinde bil bilfiil gösterilerek öğretilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir.

1. Genel amaçlı ve özel amaçlı bilgisayarlar arasındaki farkı anlamak.
2. Bir bilgisayarın temel elemanlarını açıklamak.
3. Bilgisayarlarla basit öğretim teknolojilerini anlamak.
4. Günlük kullanma sırasında hafıza tiplerini ayırtmak.

ÜNİTE 2 BİLGİSAYAR ESASLARI

İÇERİK

1. Farklı amaçlı iki bilgisayar tipinin sınırlılıkları ve esneklikleri.
2. Yazılım ve Donanım arasındaki farklar.
3. CNC'li makinalarda girdi ve çıktı cihazları

ÜNİTE 3 PARÇA PROGRAMI İÇİN ÖN PLANLAMA AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, CNC kodlamasına başlamadan önce parça programının hazırlanması için gerekli ön planlamanın, parça ve takımın konumlanmasıyla iş sırasının ne kadar önemli olduğu vurgulanmaktadır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Verilmiş iş parçaları için iş sıralarını planlamak.
2. Kesici takımlarla bağlama araçlarını belirlemek.
3. Gerektiğinde kesici takım yörüngesi koordinatlarını hesaplamak.
4. Çeşitli işlem safhaları için devir sayılarını ve ilerlemeleri seçmek.
5. Parça programı tamamlamak için gerekli diğer destek dökümanlarını hazırlamak ve kullanmak.

ÜNİTE 3 PARÇA PROGRAMI İÇİN ÖN PLANLAMA

İÇERİK

BİLGİ

1. Referans noktalarını ve makina işlem gruplarını mantıklı bir düzende seçmek ve en iyi şekilde kullanmak.
2. Mevcut takımlardan haberdar olmak, parçaya ve programa uygun bağlama araçları ile bağlama yerlerini tesbit etmek.

3. İş parçası ve takımların istenmeyen çarpışmalarına meydan vermemek.

4. El ile takım veya iş parçası değiştirmek gerektiğinde tezgah tablası ile işin ve kesici takımın karşılıklı konumlarını kararlaştırmak.

5. Devir sayısı ile ilerleme hızları için doğru notasyon kullanmak.

6. Gerekli hesaplama ve grafiklerin kullanılması.

7. Tezgah işçisiyle yakın işbirliği yapmak.

ÜNİTE 4 PARÇA PROGRAMLAMA

AMAÇLAR

Bu ünite, öğrencilerin parça programlama tecrübelerini daha da arttıracak ve bu konudaki verimlerini yükseltecek bilgiler verilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteye tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. CNC programların üretilmesi için ISO harf adres kodlarını tertipleyeabilmek.
2. Steno notasyonlarını, sıfırın konumu ile ondalık noktalı parça programlama formatlarını tanımak.
3. Gerekli yerlerde, mutlak ve kademeli program yapımı motlarını kullanmak.
4. Harf adresli programada tüm harflerin kullanılmadığını anlamak.
5. Sabit çevrim işlemi ve yapısını açıklamak.
6. Önceden programlayıp kullanıcı tarafından programlanan çevrimlerin işlemi ve yapısını açıklamak.
7. Kullanıcının hazırladığı ve gerektiğinde esas programa ekleyebildiği alt programlar ve halkalar.

ÜNİTE 4 PARÇA PROGRAMLAMA

İÇERİK

BİLGİ

1. Sabit ve değişken ISO blok kodlama formatları.
2. Yanlış notasyon kullanıldığı zaman meydana gelecek hatalar.
3. Mutlak ve kademeli kodlamanın kullanıldığı yerler.
4. Genel olarak kullanılan harf adres kodları (N, X, Y,Z, I, J, K, R/A F S T M).
5. Tornalama ve Frezelemede kullanılacak standartlaştırılmış ISO esas çevrimleri.
6. Kullanıcının hazırladığı alt program komutlarının kullanıldığı yerler.
7. Halka alt program parçalarının esas program içinde kullanıldığı haller.

ÜNİTE 5 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE

BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROGRAMLAMA AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki husulları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Bilgisayar destekli tasarımın geleneksel tasarıma göre üstünlüklerini açıklamak.
2. Sistemden ilk defa yararlanırken tezgah, kontrol ve takımları doğru ayarlamak ve işlem sırasını doğru hazırlamak gerektiğini bilmek.
3. Yazılım, korumanın önemini ve güvenlik metodlarını takdir etme.
4. Bilgisayar destekli programlamanın (CAP) elle programlamaya göre üstünlüklerini açıklamak.
5. Bilgisayar destekli mühendislik (CAE) ve benzeri çalışmalarla ilgili terimleri açıklamak.

ÜNİTE 5 BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM VE BİLGİSAYAR DESTEKLİ PROGRAMLAMA İÇERİK

BİLGİ

1. Verimlilik ve kalitenin yükselmesi ve depolama yerinden tasarruf sağlama.
2. Program yükleme ve kopyalama gibi temel çalıştırma görevleri.
3. Dosyalama ve yazılım koruma metotları.
4. Sisteme giriş ve parola komutları.
5. Sistemin periyodik bakımı.

ÜNİTE 6 FMS'E (ESNEK İMALAT SİSTEMLERİNE) GİRİŞ İÇERİK

GİRİŞ

Biçimleri birbirinin aynı veya büyük ölçü, benzeri olup da ölçüleri farklılık gösteren parça gruplarının imalinde ekonomik olarak uygulanacak metod, bu parçaların esnek imalat sistemleriyle üretilmesidir.

Bu sistemler, son zamanlarda, sayı ve kullanış alanı itibariyle giderek artmaktadır. Gerçi bu sistemler, tesis ve işletme masrafları yüksek olan sistemlerdir ama, sağladıkları faydalar itibariyle uygulanmaya değer.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir.

1. Esnek imalat sistemlerini (FMS) tarif etmek.
2. Esnek imalat sistemlerinin kuruluşuyla ilgili üstünlükleri ve sınırlılıkları tartışmak.
3. İmal edilecek parçaların imalat kolaylığı sağlayacak gruplara ayrılmasının önemini kavramak.

4. "Sanayi Robotu" terimini tarif etmek ve bunu diğer otomatik araçlardan ayırmak.

5. Robotların kullanıldığı altı uygulama alanını saymak.

6. Otomatik bir sistemde takım kırılmasının nasıl izlendiğini ve kırılma halinde, sistemin en az zararla nasıl kurtarıldığını anlatmak.

7. Bir aracın otomatik olarak yürütülmesi ve yölendirilmesini anlatmak.

ÜNİTE 6 FMS'E (ESNEK İMALAT SİSTEMLERİNE)

GİRİŞ

İÇERİK

BİLGİ

1. Grup teknolojisi
2. İnsansız yapılan işlemler
3. İşyerinin işleme veya işe (mâmule) göre düzenlenmesi
4. Parça ve malzemenin otomatik olarak taşınması
5. Takım ayarlarının otomatik olarak değiştirilmesi
6. Robotların biçim özellikler
7. Robotların meydana getirilişi

ÜNİTE 7 PROJE ÇALIŞMASI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, hem parça programı hazırlama işlemindeki önemli hususları ortaya çıkarılacak hem de öğretmene endüstrinin ihtiyacına cevap verebilecek nitelikte ödevler hazırlama imkanı sağlanacaktır.

ÖZELAMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Verilecek ödevler için etkili bir planlama hazırlığı yapmak.
2. Uygun takım ve iş bağlama araçlarını kullanmak.
3. Gerekli hesaplamaları yapmak.
4. Uygun harf adres kodlarını düzenleyerek yeterli ve çalışabilen bir parça programı hazırlamak.
5. Programın doğruluğunu araştırabilmek ve doğrulamak.
6. İstenen nitelikte parça üretmek
7. Yeterli ve anlaşılır dökümantasyon hazırlamak.

ÜNİTE 7 PROJE ÇALIŞMASI

AMAÇLAR

BİLGİ

1. İşlem sıralarının analizi.
2. İşin yapını için gerekli takım ve iş bağlama araçları.
3. Sinüs ve Kosinüs teoremi dahil, yeterli trigonometrik bilgi .
4. Program deneme
5. Programın tekrar, örnek olarak kullanılmak üzere depolanması.
6. Parça imalatı için uygun ölçme aletleri.
7. Metodik olarak hazırlanmış gerekli dökümantasyon.

PROGRAM : NC VE CNC'Lİ MAKİNELER

4.8 DERS : PRATİK KISIM I

GİRİŞ

Bu ilk yıl programında, geleneksel takım tezgahları üzerinde bazı tecrübeler kazancak olan öğrencilere, NC/CNC'in pratik yönleri

öğretilecektir. Pratik konular, Endüstri Meslek Lisesi ve Teknik Liselerin ikinci sınıflarında NC/CNC teknolojisi ve NC/CNC Laboratuvarı dersleriyle birlikte okutulacaktır. İş güvenliğinin çeşitli yönleri, bu dersin başından sonuna kadar, sürekli bir konu olarak işlenecek ve ders tamamlandıktan sonra öğrenciler, NC/CNC Pratik, Kısım 2'ye geçeceklerdir.

Bu dersi tamamlamak için ihtiyaç duyulan süre, bütün yıl haftada 4 saat olacaktır.

GENELAMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin, aşağıdaki hususları bilmeleleri ve yapmaları beklenmektedir.

1. İş güvenliği ile ilgili kuralları bilir ve bu kurallara daima itaat eder.
2. NC/CNC'li tezgahların etkili ve güvenilir bir şekilde çalışması için bunlara periyodik olarak bakım yapılmasının gerektiğini kavrar ve takdir eder.
3. CNC'li tezgahları inceler ve CNC'li tezgahları geleneksel takım tezgahlarından farklı kılan temel karakteristikleri kavrar.
4. Mutlak ve kademeli kızak hareketlerini anlar.
5. Referans noktalarının doğru olarak tespiti ve ayarlanmasının önemini kavrar.
6. CNC programının, tezgaha çeşitli yollarla girilebileceğini anlar.
7. Uygun ilerlem ve devir sayısı kullanılarak "Talaş kontrolüne" ihtiyaç olduğunu idrak eder.
8. Basit parçaları üretmek için para programları yapar ve uygular.

NC/CNC PRATİK KISIM I

ÜNİTE NO	ÜNİTE	HAFTA/SAAT
1	İŞ GÜVENLİĞİ	8
2	BAKIM VE ONARIM	8
3	TEMEL YAPISAL ÖZELLİKLER	8
4	MUTLAK VE KADEMELİ FORMATLAR	8
5	REFERANS NOKTASININ SEÇİMİ VE AYARLANMASI	8
6	BİLGİLERİN GİRİŞİ	16
7	TALAŞ KONTROLÜ	8
8	PARÇA ÜRETİMİ	64
	32 HAFTA HAFTADA 4 SAAT TOPLAM	128

ÜNİTE 1 İŞ GÜVENLİĞİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, muhtemel tehlike ifade eden bir çevrede çalışanlar için, şahsen ve diğerlerine karşı iş güvenliği kurallarına uyulmasının önemi üzerinde ısrarla durulacaktır.

GENEL AMAÇLAR

B üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Tezgahın herhangi bir çalışma konumunda acil "durdurma kontrolünü" çalıştırabilmek için kontrolü en uygun yere yerleştirir.
2. Tezgaha, kesici takımın veya işparçasının kesme hareketini sınırlayana öyle bir kontrol sistemi yerleştirir ve çalıştırır bu sayede onların konumlarının belirli sınırlar dışına çıkmasını önler. Böylece iş parçasına veya çalışan personele bir zarar gelmez.
3. Herhangi bir ikaz veya alarm ışığının anlamını bilir.
4. İki konumun hangisinde olursa olsun, anahtarını doğru olarak çalıştırır.
5. Güç kaynağını açıp kapayan her türlü anahtarı tanır.
6. Tezgah mahfazalarının yerinden çıkartılıp uzaklaştırılmasının ne gibi tehlikeler doğuracağını açıklar.
7. Açıkça kalmış elektrikli devreler veya elektrik tellerine akım varken dokunmanın ne gibi tehlikeler doğuracağını açıklar.
8. İzolatör çalışır durumda iken, tezgahı ayarlama veya hareketli parçalara karşı kendi konumunu tayin esnasında ne gibi tehlikelerin mevcut olduğunu kavrar ve izah eder.

ÜNİTE 1 İŞ GÜVENLİĞİ

İÇERİK

PRATİK

1. Tezgahların çalıştırılması ve durdurulması.
2. Tezgahların izolasyonu.
3. İkaz şartlarını anlama
4. Tezgahların muhafaza ile korunma prensipleri.
5. Haberleşme.

GİRİŞ

Bu ünite, pahalı tezgahların koruma ve bakıma çok ihtiyacı olduğu üzerinde ısrarla durulacaktır. Öğrencilerin, (a) tezgahların maliyeti, (b) ihtiyaç anında çalışır durumda bulundurulma gereği ve (c) bunların kendi malları olmayıp devlet malı olduğu konularında dikkatleri çekilerek öğrencilerde koruma ve bakıma özen gösterme duygusu geliştirilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir.

1. Bütün bağlantıların, kullanım, esnasında kırılmış, aşınmış veya hasara uğramış olup olmadığını periyodik olarak kontrol eder ve sonuçları amirine bildirir.
2. Bütün yağ ve soğutma sıvısı seviyelerini periyodik olarak kontrol eder ve eksilenleri istenilen seviyeye tamamlar.
3. Makinenin herhangi parçasının hatalı olduğunu veya tamire ihtiyaç gösterdiğini fark ettiğinde durumu amirine bildirir.
4. Bütün kesici aletlerin, kullanılmaları esnasında keskin olmalarını ve bu alet ile kesilecek malzemenin doğru olarak teminini sağlar.
5. İşin bağlandığı torna aynası, çene ve tezgah mengenelerinin iyi durumda ve beklenen şekilde çalışıp çalışmadıklarını kontrol eder.
6. İş bitiminde tezgahı baştan sona temizler ve talaşları dikkatle uzaklaştırır.
7. Kullandıktan sonra bütün takım ve malzemeyi iade eder.
8. Bütün tezgahların ertesi güne emniyetli şartlar altında devrini sağlar.

ÜNİTE 2 BAKIM VE ONARIM**İÇERİK****PRATİK**

1. İyi durumda olan bir takım veya tezgah ile tamire muhtaç ve kötü durumda olan arasındaki farklar.
2. Günlük tekrarlanan görevler
3. Haberleşme maharet ve kabiliyetleri
4. İyi işyeri bakım ve tanzimi uygulamaları
5. Mal ve mülke karşı iyi davranışlar.

ÜNİTE 3 TEMEL YAPISAL ÖZELLİKLER**AMAÇLAR****GİRİŞ**

Geleneksel tezgahlarla yapılan imalat, büyük ölçüde, tezgah kontrollerini elle yöneten tezgah işçisinin becerisine bağlıdır. Buna karşılık, CNC'li tezgahlarda bütün eksenlerin kontrolü ve en uygun kesme şartları otomatik olarak sağlanır. Bu ünite de CNC'li tezgahların geleneksel tezgahlardan farklı olan yönleri belirtilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. Ana liniyer eksenleri tanırlar ve blok diyagramları çizer.
2. Tezgah referans noktalarını belirtir.
3. Tezgahın elemanlarını, bu arada tezgahın genel yapısı, kızak ve kayıtları ile bilyalı vida ve somunu inceler.
4. Geleneksel takım tezgahları ile CNC'li takım tezgahları arasındaki farkları karşılaştırır.

ÜNİTE 3 TEMEL YAPISAL ÖZELLİKLER**İÇERİK****PRATİK**

1. X, Y, Z, eksenleri
2. Referans noktaları arasındaki farklar
3. CNC'li tezgah konstrüksiyonunun ana konuları
4. Bilgisayar entegrasyonu

ÜNİTE 4 MUTLAK VE KADEMELİ FORMATLAR AMAÇLAR**GİRİŞ**

Bu üniteye, öğrencilere, mutlak veya kademeli programlanmış hareketleri ne zaman ve nerede kullanabileceklerini seçme yeteneği sağlanacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. Kabul edilmiş dört bölge notasyon prensiplerini açıklar.
2. Bir dizi mutlak ilerleme hareketini ve tezgah ekranında beliren değerlere dikkat eder.
3. Bir dizi kademeli ilerleme hareketini ve bunların sonucu olarak tezgah ekranında beliren değerlere dikkat eder.
4. Mutlak ve kademeli kontroller için ISO kodlamalarını anlar.
5. Kullanılan her metodun fayda ve sınırlılıklarını açıklar.
6. Mutlak formatta örnek bir programın girişini yapar ve doğruluk derecesini kontrol eder.
7. Mutlak ve kademeli formatta örnek bir programın girişini yapar ve doğruluk derecesini kontrol eder.

ÜNİTE 4 MUTLAK VE KADEMELİ FORMATLAR İÇERİK

ÖZEL AMAÇLAR

1. ++, -, +-, -- değerleri.

Bir imalat resmi koordinatlarının gerek mutlak ve gerekse kademeli formatlarda çizelge haline getirilmesi.

2. ISO kodlama formatları.

NC/CNC uygulamasına uydurmak için, imalat resimlerinin boyutlarının tekrar tanzimi.

3. Karteziyen koordinatları.

4. Programın girişi ve doğruluğunun kontrolü.

5. Mutlak veya artımsal programlama metodlarının ne zaman ve nerede kullanılacağı.

ÜNİTE 5 REFERANS NOKTASININ SEÇİMİ VE AYARLANMASI AMAÇLAR (DATUM)

GİRİŞ

İş referans noktası, detaylı imalat resimlerinin hazırlanmasında temel bir kavramdır. Bu bakımdan, olabildiğince, NC programlarında daima aynı nokta kullanılmalıdır. Bu mümkün değil ise, seçilecek referans noktası, parçanın imalatına zarar verememelidir. Bu ünite, bu husus üzerinde durulacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. Tezgah referans noktası veya "sıfır" noktasının konumunu açıklar.

2. Takımları ve iş parçasını istenen konuma getirmek için tezgah kızaklarını istenen yönde kaydırır.

3. İş referans noktasını doğru bir şekilde yerleştirmek için test çubuklarını veya takımlarını kullanır.

4. CNC kontrol cihazını, madde 3'te verilen koordinat değerine göre ayarlar.

5. Tezgahı kendi referans noktasına göre ayarlar veya takım referans konumu yada takım değiştirme konumuna göre konumlar.

6. Referans noktasını değiştirmek veya onu daha uygun bir konuma getirmek için gereken işlemleri yapar.

ÜNİTE 5 REFERANS NOKTASININ SEÇİMİ VE AYARLANMASI İÇERİK PRATİK

1. Tezgah ve iş referans noktaları

ÜNİTE 6 BİLGİLERİN GİRİLİŞİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Sayısal kontrol bilgileri, tezgaha çeşitli yollarda girilebilir. Bu ünite, hahihazırda kullanılan metodları izah edilecek ve öğrencinin her metodunun bağlı değerlerini kavraması sağlanacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :>

1. Bir CNC programını, elle giriş (MDI) formatı halinde tezgaha yükler.
2. Kağıt şerit okuma cihazını ayarlayarak CNC programını yükler.
3. Katı bilgi taşıyıcısı kullanarak CNC programını yükler.
4. CNC programını doğrudan doğruya bir dış bilgisayarlardan yükler.
5. Bir programı mini kasetlerden yükler.

ÜNİTE 6 BİLGİLERİN GİRİŞİ**İÇERİK****PRATİK**

1. CNC kontrol cihazı klavyesinin el ile işletilmesi.
2. Baud hızı uygunluğu.
3. Haberleşme uygunluğu.
4. Kullanılmakta olan bilgisayarların yükleme kapasiteleri.

ÜNİTE 7 TALAŞ KONTROLU**AMAÇLAR****GİRİŞ**

CNC'li tezgahlar, fazla miktarda talaş kaldırmaya elverişlidir. Bu ünite, öğrencilerin, tezgahtan el ile kolayca uzaklaştırılabilen ve en uygun ömrünü sağlayan çeşitli biçimlerdeki talaşları tanıması sağlanacaktır.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. Doğru kalitede ve biçimde sertmetal uçları seçer.
2. İş parçalarının çeşit ve hacmine göre uygun kesme ve ilerleme hızlarını tayin eder.
3. Gerek mekanik ve gerekse sinterize edilmiş talaş kırıcıları inceler ve uygun tipleri seçer.
4. Çeşitli devir ve ilerleme şartlarında, tipik sertmetal uçlar ve talaş kırıcılar ile kaldırılmış talaşları inceler ve bulduğu sonuçları yorumlar.
5. Talaşlarla çalışırken doğru ve gerekli güvenlik tedbirlerini alır.

ÜNİTE 7 TALAŞ KONTROLU

İÇERİK

PRATİK

1. Talaş kırıcıların biçimleri
2. Devir sayıları ve ilerlemeler
3. Sertmetal uç kaliteleri ve biçimleri
4. Takım, alet-edevat seçimi
5. İş güvenliği

ÜNİTE 8 PARÇA ÜRETİMİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

İlk ayarlama ve programın doğruluğunun belirlenmesinden sonra, CNC'li tezgahlar çok verimli parça üreticisi haline gelir. Bu ünite, parçaları üretime sokmak için gerekli bilgi ve uygulamalar incelenmektedir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. İşe başlamadan önce, makineyi kontrol eder, güvenli bir şekilde çalışıp çalışmayacağına karar verir.
2. Elle çalışma tarzını seçer.
3. İş bağlama araçlarını tezgaha yerleştirir ve güvenli bir şekilde bağlar.
4. Parçayı bağlama aracına yerleştirir ve sıkar.
5. Kullanılacak bütün takımların doğru olarak yerleştirilmesini ve sıkılmasını sağlar.
6. İş parçası referans noktasını tezgah referans noktasına göre ayarlar ve bu konumu tesbit eder.
7. Gerekli alet kaymalarını ayarlar.
8. Programı, tezgah hafızasına yükler.

9. Yeteri kadar soğutma sıvısı bulundurur ve bunun kullanılabilir durumda olmasına sağlar.
10. Parça programının provasını tek kademe tarzında yapar.
11. İş parçasını çeşitli safhalarda ölçü aletleriyle kontrol eder.
12. Gerektiğinde programda değişiklik yapar.

ÜNİTE 8 PARÇA ÜRETİMİ

İÇERİK

PRATİK

1. İş bağlama aracının sıkma kuvveti.
2. Takım sıkma kuvveti.
3. İşin sökülüp alınması.
4. Ayar teknikleri.
5. Ölçme teknikleri.
6. Tezgah bakımı.
7. Kesme şartları.
8. Program ve tezgahın kullanılması.

PROGRAM : NC VE CNC'li MAKİNELER

4.9 DERS : PRATİK KISIM 2

GİRİŞ

Bu ders, "CN/CNC Pratik Kısım 1" dersinin öğrenilmesiyle bilgi ve pratik tecrübeler üzerine inşa edilecektir. Bu derste, esas olarak, kazanılmış bir kabiliyetin seviyesini değerlendirmeye yarayacak olan küçük iş parçalarının ve sınav işlerinin üretilmesi ile ilgilenecektir. Buna karşılık öğrenciler de kendi bilgilerine ilaveten modern alet kullanma ve iş bağlama metodları ile ilgili anlayış ve kavramları geliştirecek ve bunları ders sırasında mümkün olan yerlerde kullanılacaklardır. Üç yıllık meslek lisesi öğrencileri, bu konudaki eğitimlerini, bu seviyede tamamlayacaklardır. Teknik lise öğrencileri

ise eğitimlerine 1 yıl daha devam edecekler ve NC/CNC pratik Kısım 3'ü alacaklardır.

Bu dersi tamamlamak için gerekli süre bir yıl olup haftada dört saattir. Bu ders, aynı zamanda, NC/CNC teknolojisi kısım 2 ile NC/CNC Laboratuvarı kısım 2 konularına paralel olarak öğretilenektir. Bu derslerin kapsamına giren diğer pratik kısımlarda olduğu gibi, iş güvenliği konusuna devamlı olarak önem verilecektir.

GENEL AMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları bilmeleri yapmaları beklenmektedir :

1. Geleneksel bağlama tertibatlarını NC/CNC'nin uygulandığı durumlara uydurabileceğini bilgi ve beceri olarak gösterir.
2. CNC'li takım tezgahlarını ayarlarken sıfır sapmalı takım veya referans noktası kullanılmasına ihtiyaç olduğunu takdir eder ve gösterir.
3. Verilen bir iş parçası için uygun alet ve takımları seçer.
4. Takma uçlu kesici takımların kullanılması ve bakımı ile ilgili problemleri anlar ve bu anlayışını gösterir.
5. Geleneksel kesici takımların CNC'ye uyumunu yapacak bir anlayış ve kavrayışa sahip olduğunu gösterir.
6. Takım geometrisi değişimi ile bu değişimin etkilerini anlar ve kontrol eder.
7. Ön ayarlı takımların fayda ve sınırlılıklarını kavrar ve anlatır.
8. CNC programlarının yüklenmesi ve çalıştırılmasında bir çok şeye dikkat edilmesi gerektiğini takdir eder.
9. Kesme şartlarını inceler uygun değişiklikleri yapar.

NC/CNC PRATİK KISIM 2

ÜNİTE NO	ÜNİTE	SAAT/HAFTA
1	İŞ BAĞLAMA TERTİBATLARI	15
2	REFERANS NOKTASININ AYARLANMASI	10
3	TAKIM SEÇİMİ	25
4	ÖN AYARLI TAKIMLAR	15
5	PROGRAMLARIN ÇALIŞTIRILMASI	32
6.	KESME ŞARTLARI	31
	32 HAFTA VE HAFTADA 4 SAAT TOPLAM	128

ÜNİTE 1 İŞ BAĞLAMA TERTİBATLARI AMAÇLAR

GİRİŞ

Esas olarak, kesmede takımlar, program şeritleri tarafından yönetildiğinden pahalı delme ve bağlantı kalıplarına artık ihtiyaç duyulmamaktadır. Genellikle, basit bir bağlama aracı olarak, torna aynasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ünite, öğrencilere, daha önce hazırlanmış programların ışığında CNC'li takım tezgahlarında kullanılacak bağlama tertibatlarını inceleme imkanı verilmektedir.

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. Verilen bir iş parçasının tezgaha konumlanması ve bağlanması için gerekli basit tertibatın tasarımını yapar.
2. Tutucu, bağlayıcı cihazları imal eder.
3. Mevcut, iş bağlama cihaz ve tertibatlarını kendi ihtiyaçlarına uydurur.
4. Torna aynası ayaklarını verilen bir parçayı sıkmak üzere içten taşlar.

5. Modüler iş bağlama sistemlerini araştırır.

6. Hassas iş parçalarını bağlamak için hava ve hidrolikle çalışan tertibatların nasıl kullanılacağını araştırır.

ÜNİTE 1 İŞ BAĞLAMA TERTİBATLARI

İÇERİK

BİLGİ

1. İş bağlama kalıbı tasarımı
2. İş bağlama kalıb imali
3. Modüler iş bağlama kalıpları ile çalışma şartları
4. Modern tespit ve bağlama metodları

ÜNİTE 2 REFERANS NOKTASININ AYARLANMASI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilere, CNC'li tezgahlarda sıfır kayma ve datum referans noktasını değiştirme imkanlarının bulunmasının önemi öğretilenektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. CNC'li tezgahlarda "Kızak Referans" işlemini yapar.
2. Kızakların tezgah referans noktasına vardığını farkeder.
3. Kızakları el ile hareket ettirip kontrol ederek, işparçası referans noktası yerine kesici takımı veya deney çubuğunu, tezgah referans noktasına göre istenen konuma getirir.
4. Referans noktasının kayma miktarını kontrolün hafızasına işler.
5. Tezgahın güç kaynağı kapatıldığında, kaydırılan referans noktasının devam ettirilemeyeceğini bilir.

ÜNİTE 2 REFERANS NOKTASININ AYARLANMASI PRATİK

İÇERİK

1. Bilgisayar ile kızak konumu arasındaki bağlantı
2. İş parçası referans noktasının uygun konumu
3. Kontrol bilgilerinin girilişi
4. Hızlı yaklaşma yüksekliği
5. Takım kaçıklıklarının tayini.

ÜNİTE 3 TAKIM SEÇİMİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

İş parçalarının, en etkili biçimde üretimi için doğru ve gerekli takımların seçimi, CNC'li tezgahlarla üretimin temelini teşkil eder. Bu ünite, takım hazırlama ve bakım konuları incelenecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. Geleneksel takımların CNC ile kullanımını için bunlarda gerekli değişiklikleri yapar. Meselâ, standart matkap uç açısının 120°'den 90°'ye değiştirilmesi gibi.
2. CNC'li tezgahlarda kullanılan özel takımları tanımlar ve kullanılmalarını gösterir.
3. Özel işler için imalatçı kataloglarına atıf yaparak takımları seçer ve dener.
4. Değiştirilebilir, takma, sertmelat uçlu takımların kullanılması ile ilgili özel problemleri kavrar ve gerekeni yapar.
5. Mümkün olan yerlerde kesici takım geometrisini kontrol eder, değiştirir ve takımı tekrar ayarlar.
6. Çeşitli takım değiştirme metodlarının fayda ve mahzurlarına göre referans kaynakları karşılaştırır.
7. Takım tezgahında takım uzunluğu ve çap kaçıklıklarını ayarlar.
8. Yüzey hissedici cihazlar ile onların çalışmasını ve ayarını gözden geçirir.

ÜNİTE 3 TAKIM SEÇİMİ

İÇERİK

PRATİK

1. Punta deliği işlemine gerek kalmayışı.
2. Modern özel takımlarla ilgili araştırma yapılması.
3. Takma uçlu takım tutucularının (katerlerinin) standartları.
4. Sertmetal uçların biçim ve kalite standartları.
5. Takımlar üzerinde yapılan değişiklikler.
6. Takım değiştirme - elile/otomatik olarak.
7. Yüzey ve ayar cihazları.

ÜNİTE 4 ÖN AYARLI TAKIMLAR

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrenciler, ön ayarlı kullanmanın, Endüstriyel işlerde çok faydalı olabileceği hususu vurgulanıp bilgi verilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu öğrenimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Kalifiye, yarı kalifiye ve kalifiye olamayan takımlar arasındaki farkları açıklar.
2. Takımların ayarında kullanılan bağlama tertibatlarının çalışmasını anlatır.
3. Çok sayıda takımın, tutucu veya tertibatında ayarını yapar ve belli koordinat değerleri ile üretimde, onların birbiriyle çabucak değiştirebileceğini gösterir.
4. Ön ayarlı sistemlerin benimsenmesinin fayda ve sınırlılıklarını izah eder.

ÜNİTE 4 ÖN AYARLI TAKIMLAR

İÇERİK

PRATİK

1. B, F ve Q Standart gösterilişler.
2. Mekanik, optik ve bilgisayarlı ayar cihazları.
3. Takımlar ve tutucuları daima olarak birlikte listelenmesi.

ÜNİTE 5 PROGRAMLARIN ÇALIŞTIRILMASI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, doğruluğu ispatlanmış ve önceden hazırlanmış programların çalıştırılması ile ilgili hususları kapsamaktadır. Hedef, öğrencilere, endüstride kullanılan metodları ve mantıki bir şekilde ilerlemeyi öğretmektedir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. İş parçaları, sertmetal uçlar ölçü aletleri, operatör dökümantasyonu vb. gibi ekipmanların el altında bulundurulmasını ve bunlara kolayca erişilmesini sağlar.
2. Programı tezgahın hafızasına yükler.
3. İş parçası gerekli konumda iken tek basamaklı tarzda programın doğruluğunu kontrol eder.
4. Soğutucu çalışır halde ve tek basamaklı tarzda parçayı işlemeye başlayarak ihtiyaç halinde, ilerleme ve kesme hızında yapılacak değişikliğe karar verir.
5. Gerekirse madde 3'e uygun olarak programı düzeltir.
6. Parçayı, otomatik olarak işler.
7. Parçayı, boyutlarının doğruluğu bakımından kontrol eder.
8. Takım uzunluğu ve çap sapmalarına göre ayarlamaları yapar.

9. Sapmalar düzeltildiğinde diğer bir parçayı işler.
10. Parçayı boyutların doğruluğu bakımından tekrar kontrol eder.
11. Parçalar doğru oluncaya kadar 7 ve 8. maddelerini tekrar eder.
12. Parçaları bitirene kadar çalışmaya devam eder.

ÜNİTE 5 PROGRAMLARIN ÇALIŞTIRILMASI İÇERİK

PRATİK

1. Uygulamanın görev için yeterliliği
2. Üretime mantiki yaklaşım
3. Programın çalıştırılması
4. Denetleme
5. Parça üretimi kavramı

ÜNİTE 6 KESME ŞARTLARI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bir parça program parçayı imalat resmindeki ölçülerinde imal edinceye kadar doğru olarak kabul edilmez. Bu bakımdan işlenecek parçalar bu biçimi alacak şekilde işlenmelidir. Ayrıca, programın doğru olduğu beyan edilmeden önce, parça, biçim ve boyut yönünden doğruluk kontrolüne tabi tutulmalıdır. Bu ünite program doğrulamanın pratik yönlerine değinilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. Bir programın doğruluğunu ispatlamak için mum, tahta veya kompozit malzeme kullanarak karmaşık parçaları makinede imal eder.

2. İş parçasını soğutma sıvısı kullanarak veya soğutma sıvısı kullanmadan işler ve ikisini karşılaştırarak ; iş parçası, takım ve aşınma biçimi yönünden bulunduğu özellikleri kaydederek yorumlar.
3. Belli bir parçanın boyutlarının ne sıklıkta ölçülmesi gerektiğini tesbit eder.
4. Resim toleransları içerisinde kalabilmek için takım sapmalarının nerede ve ne zaman değiştirilmesi gerektiğine karar verir.
5. Kalem kesme bölgesine yakın herhangi bir yerde aşırı talaş yapışmasına izin vermez.
6. Mastar ve ölçü aletlerinin, herhangi bir işi kaynağından uzak ve emin bir yere yerleştirilmelerini sağlar.
7. Farklı malzeme özelliklerine sahip parçaları işler.
8. Bitmiş parçaları, işlenmemişlerden uzak, emniyetli bir yerde depolayıp muhafaza eder.

ÜNİTE 6 KESME ŞARTLARI

İÇERİK

PRATİK

1. Farklı malzemeler üzerindeki kesme şartlarının mukayesesi,
2. Soğutucunun ne zaman kullanılıp kullanılmayacağı,
3. Takım, ömrü,
4. Ölçme sıklığı,
5. Boyut ayarlamaları
6. İşyeri temizliği ve tertibine verilen önem.

**PROGRAM : NUMERİK KONTROLLU (NC) VE BİLGİSAYAR
NUMERİK KONTROLLU (CNC) MAKİNALAR**

4.10 DERS : PRATİK KISIM 3

GİRİŞ

Bu ders, teknik lise programında, NC/CNC ile ilgili son ders olup; haftada 4 saat'den bir yıl süre ile programdaki NC/CCN

teknolojisi 3'e NC/CNC Atelyesi 3'e paralel olarak öğretilecektir. Bu derste, öğrencilere, daha önce okudukları labratuvar dersinde tasarımılanmış olan iş parçalarını işleme imkanı ile daha gelişmiş CNC'li takım tezgahlarının yeni özellikleri hakkında bilgi verilecektir. Daha önce sözü edilen proje çalışmaları, bu derste tamamlanacaktır. Ayrıca, öğrencilere konu hakkındaki bilgi ve görgülerini artırmak için, mümkünse, çevrede konuyla ilgili sanayi kuruluşlarını görme imkanı verilmelidir. Daha önceki atelye derslerinde olduğu gibi, bu derste de en büyük önem iş güvenliği konusuna verilmelidir.

GENEL AMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin aşağıdaki hususları bilmeleri ve yapmaları beklenmektedir.

1. Çeşitli programlama özellikleri taşıyan parçaları imal eder.
2. Gerektiğinde sub-routine ve macro'ları (çeşitli alt programları) kullanır.
3. Biçimleri aynı, fakat boyutları farklı bir parça grubunu işlerken farklı değişkenleri kullanır.
4. Dördüncü ekseni gerektiren işlerde bu eksenin etkilerini dikkate alır.
5. Parçaları işlerken yarıçap ve takım çapını telafi edecek teknikleri kullanır.
6. CNC'Li imalata yardımcı olacak tasarım özelliklerini anlar ve açıklar.
7. Bilgisayar destekli parça programlarıyla üretilecek projeleri üstlenir ve parçaları üretir.

teknolojisi 3'e NC/CNC Atelyesi 3'e paralel olarak öğretilecektir. Bu derste, öğrencilere, daha önce okudukları laboratuvar dersinde tasarımılanmış olan iş parçalarını işleme imkanı ile daha gelişmiş CNC'li takım tezgahlarının yeni özellikleri hakkında bilgi verilecektir. Daha önce sözü edilen proje çalışmaları, bu derste tamamlanacaktır. Ayrıca, öğrencilere konu hakkındaki bilgi ve görgülerini artırmak için, mümkünse, çevrede konuyla ilgili sanayi kuruluşlarını görme imkanı verilmelidir. Daha önceki atelye derslerinde olduğu gibi, bu derste de en büyük önem iş güvenliği konusuna verilmelidir.

GENEL AMAÇLAR

Bu dersi tamamlayan öğrencilerin aşağıdaki hususları bilmeleri ve yapmaları beklenmektedir.

1. Çeşitli programlama özellikleri taşıyan parçaları imal eder.
2. Gerektiğinde sub-routine ve macro'ları (çeşitli alt programları) kullanır.
3. Biçimleri aynı, fakat boyutları farklı bir parça grubunu işlerken farklı değişkenleri kullanır.
4. Dördüncü eksen gerektiren işlerde bu eksenin etkilerini dikkate alır.
5. Parçaları işlerken yarıçap ve takım çapını telafi edecek teknikleri kullanır.
6. CNC'Li imalata yardımcı olacak tasarım özelliklerini anlar ve açıklar.
7. Bilgisayar destekli parça programlarıyla üretilecek projeleri üstlenir ve parçaları üretir.

NC/CNC ATELYESİ

ÜNİTE NO	ÜNİTE	HAFTA/SAAT SAYISI
1	KARMAŞIK PROGRAMLAMA VE PARÇA İMALATI	25
2	ALT PROGRAMLARIN KULLANIŞI	16
3.	PROGRAM DEĞİŞKENLERİ	16
4	TAKIM/YARIÇAP TELAFİ	16
5	TASARIM ÖZELLİKLERİ VE SONUÇLARI	15
6	PROJE ÇALIŞMALARI	40
	32 HAFTA	
	HAFTADA 4 SAAT TOPLAM	128

ÜNİTE 1 KARMAŞIK PROGRAMLAMA VE PARÇA İMALATI AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, öğrencilerin, kendi tasarımı parçaları üretmedeki yeterliliği üzerinde durulacaktır. Ayrıca, öğrencilerin, hazırladıkları programlarda çeşitli program özelliklerini başarı ile kullanabilmeleri gözlenecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. Bir parça programını takım tezgahına el, kağıt şerit, bilgi aktarma cihazları ve doğrudan yükleme araçları gibi araçların kullanıldığı çeşitli metodlarla yükler.
2. Parçayı tezgaha yerleştirir ve bağlar.
3. Gereğine göre referans noktasını belirler ve ayarlar.
4. Programı, uygun tezgah durumunda doğrular.
5. Bitmiş parçayı imalat resminde gösterilen toleranslara ve standartlara uygunluğu yönünden kontrol eder.
6. Küçük bir parti parçayı otomatik olarak üretir.
7. Doğruluğu ispatlanmış ana programı tezgah kontrol cihazı hafızasından çıkarır ve tezgahı serbestleştirir.

ÜNİTE 1 KARMAŞIK PROGRAMLAMA VE PARÇA İMALATI İÇERİK

PRATİK UYGULAMA

1. Tezgaha alışkanlık ve onu tanıma
2. Doğru seçilmiş takım ve bağlama tertibatlarının kullanışı.
3. Kesme şartlarının gözlenmesi
4. İmalat için gerekli şartlar.
5. Kalite kontrol için gerekli şartlar.

ÜNİTE 2 ALTPROGRAMLARIN KULLANIŞI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu ünite, programlama işlemlerini daha verimli hale getirmede kullanılacak bazı program özellikleri açıklanmaktadır. Öğretim sırasında öğrencilerin, normal olarak, bu özellikleri kullanmaları teşvik edilecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

1. İçinde, tekrarlanan program özellikleri bulunan parça örneklerini kullanır.
2. Tekrarlanan özellikleri programdan çıkarır ve bir alt program (ayrı bir küçük program) hazırlar.
3. Alt-program, takım tezgahının hafızasına yükler.
4. Esas program içinde, gerektiğinde, alt programı çağırmak için uygun çağırma komutları kullanır.

ÜNİTE 2 ALT PROGRAMLARIN KULLANIŞI

İÇERİK

ÖZEL AMAÇLAR

1. İş parçalarının analizi.
2. Tekrarlanan kısımların tesbiti.
3. Macro, Subroutine ve Looping gibi alt programların tanımlanmasında kullanılan terimler.
4. İş parçalarının imali.

ÜNİTE 3 PROGRAM DEĞİŞKENLERİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Birbirine çok yakın benzer özellikteki parça grupları üretileceğinde çeşitli değişkenleri ihtiva eden bir programa ihtiyaç duyulur. Böyle durumlarda öğrencilerin çeşitli program değişkenlerini kullanması istenir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir.

1. Değişik ihtiyaçlar için kullanılacak parametreleri tanımlar.
2. Değişkenleri ve değişik parametreleri olan programlarla işlenecek basit bir parça grubunu seçer.
3. Değişkenlerle programlanmış parçaları üretir.
4. Bu tip bir programın normal programa göre üstünlüklerini veya sınırlılıklarını özetler.

ÜNİTE 3 PROGRAM DEĞİŞKENLERİ

İÇERİK

PRATİK UYGULAMA

1. Uygun iş parçalarının seçimi.
2. Uygun parametrelerin seçimi.
3. Değişken değerlerin doğru seçilmesi.
4. Kararlaştırılan imalat işlem sıralarının gözden geçirilmesi.
5. İş parçalarının üretilmesi.

ÜNİTE 4 TAKIM / YARIÇAP TELAFİ

AMAÇLAR

GİRİŞ

Programlamada önemli bir hususda programlanmış bir eksene dik düzeltmeleri yapabilme kabiliyetinin geliştirilmesidir. Böyle bir düzeltmenin yapılışı, programlanan takımın merkezine bağlıdır. Bununla beraber, programlanandan farklı ölçüde bir takım kullanılması gerektiğinde, işlenen parçanın istenen ölçüden büyük veya küçük olması için, takım geçiş yolunun telafi edilmesi gerekir. Bu ünite, öğrencilere, takım çapı veya kalem uç yarı çapının telafi edilmesi öğretilmektedir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. Sağa veya sola doğru
2. İhtiyaç kalmadığı anda telafi işlemini iptal eder.
3. Farklı çaplarda takım ve bunların için gerekli kodları kullanarak aynı ölçülerdeki parçaları işler.
4. Takım kaçıklığı ile takım çapı telafii arasındaki farkı açıklar.

5. Takım kaçıklığı ve takım çapı telafii verileri ile çalışıldığında ; çalışma sonunda sıfır noktasına dönmeyi unutmaz.

6. Küçük bir parti parçayı, imalat resmindeki toleranslara göre doğru olarak üretir.

ÜNİTE 4 TAKIM/YARIÇAPI TELAFİİ

İÇERİK

PRATİK UYGULAMA

1. G40, G41 ve G42 kodlarının tanınması ve anlaşılması.
2. Gerektiğinde farklı takımlarla aynı işin yapılması.
3. Takım kaçıklığı ile takım çapı telafii arasındaki fark.
4. İş güvenliği ve atelye düzeni.
5. İmalat ve kalite.

ÜNİTE 5 TASARIM ÖZELLİKLERİ VE SONUÇLARI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Tasarım faktörlerinin öğrenilmesi, öğrenciye. tasarım personeliyle etkili bir fikir alış verişi imkanı verdiği gibi, onların tasarımlarının CNC'li tezgahlarda verimli bir şekilde üretilmeye elverişli hale getirilmesini sağlar.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir :

1. İmalatta problem yaratacak tasarım özelliklerinden kaçınır.
2. Sadece parça için gerekli olan toleransları kullanır.
3. Tasarımda, iş parçasının konumlanmasını bağlantısını kolaylaştıracak özelliklerden yararlanır.
4. Bütün ölçülerin uygun bir referans konumundan alınmasını sağlar.
5. Parçaların, kaliteyi yükseltici ve kalite kontrole yardımcı olacak özellikler taşımasına dikkat eder.

ÜNİTE 5 TASARIM ÖZELLİKLERİ VE SONUÇLARI İÇERİK

PRATİK UYGULAMA

1. İmalat amacıyla tasarımı.
2. CNC'li imalata yardımcı unsurlar.
3. Doğru ölçülendirme teknikleri.
4. Kalite kontrolden haberdar olma ve önem verme.

ÜNİTE 6 PROJE ÇALIŞMALARI

AMAÇLAR

GİRİŞ

Bu üniteye öğrencilere yaptırılacak proje çalışmalarının teorik pratik yönleri üzerinde, karşılıklı olarak durulacaktır. Bu çalışmalar sırasında öğrencilerin, özellikle, çeşitli iş parçalarını başarı ile üretmeleri ve üretim sırasında kullandıkları CNC'li tezgahın kesme şartlarını kontrol altına alabilmesi ve parça programlarını tezgaha elle veya bilgisayarla girebilmesi istenecektir.

ÖZEL AMAÇLAR

Bu üniteyi tamamlayan öğrencilerin, bu eğitimin sonucu olarak, aşağıdaki hususları yerine getirmesi beklenmektedir:

ÜNİTE 6 PROJE ÇALIŞMALARI

İÇERİK

PRATİK UYGULAMA

1. Takım tezgahının tanıtılması.
2. Programın doğrulanması.
3. Kesme şartları.
4. Kalite.
5. İmalat.
6. Atelye düzeni.

**SANAYİ TİPİ STANDART BİR CAM YAZILIMI İÇİN
GENEL SPESİFİKASYONLAR**

1. MS DOS uyumlu
2. MB RAM, Hard Disk Üzerine Yazabilen
3. Hazır Menü
4. Standart Meni İfadeleri Olmalı
5. Prompt'laristeğe Göre Kolayca Değişmeli
6. Yazı ve Grafikleri 1 Yada 2 Ekranda Gösterme
7. Üç Boytlı Kesici Telafisi, Sağ Yan, Sol Yan Merkez Uçlu Kalemleri Dikkate Alan
8. 255 Katmanlı
9. 16 Renkli
10. Dahili Cad Yetenekleri Üç Boyutlu Bilgiye Dayalı Çift Hassasiyet
11. Çizim Nokta, Çizgi + Açı, Elips, Diktörtgen, Harf, Köşe, Yarlama, Fatura, Havşa + Vida.
12. Geometri Değişirme Kıırma + Birleştirme + Tarama
13. Geometri Taşıma Ayna, Çevirme, Büyültme, Küçültme + Taşıma
14. CAD Tercüme Edici ASCII, CADL, DXF, IGES, NFL, AND VDA
15. Kesici Takım Yolu Zincir Veya Pencere Yoluyla Tanımlanır.
16. Çevre Çevre Profili TAKİP
17. CEP Boşaltılacak Bir Dikdörtgen, Daire İçi

18. Yüzey Oluşturma Solid, Tel Veya Tek Boyutlu
19. Kesici Yolu Görüntüsü Kodlamadan Önce Gözden Geçirip Gerekirse Yeniden Elle Makinada Kodu Girilir
20. Dikişli Otomatik Dişli Helisi
21. Dahili Cam Yetenekleri Olmalı
22. Yüzeylerde Kabartma ve Çökertme
23. Kesici Telafisi Program Kabul Edilmeden Önce
24. Tornalamada ve Frezelemede Kaba İşleme
25. Tornalamada ve Frezelemede İnce İşleme
26. Delme (CAN/FIXED Modunda Olabilir)
27. Vida Çekme ve Kanal Açma
28. Kesici Takım Dosyası
29. Kesici Gösterimi Ekranda
30. Takım İş Parçası Çarpışma Görüntüsü
31. İlerleme, Kesme ve Dönme Hızı Hesaplanması
32. Nümerik Kontrol Kodlama İç Yazı Editörü İle
33. Hızlı Kesme İşleminde Kesici Geometri İş Parçası Görüntüsü Üç Boyutlu Olarak
34. Spesifik CNC Makinalar İçin Post Processor Kütüphanesi
35. 20 Tane Değişik Makina İçin Post Pcessor Kütüphanesi
36. Üniversal Kullanıcı Tarafından Değiştirilebilir Freze - Torna - Delme Post Processörü

37. En Çok Kullanılan Ploter, Printirlere Uygun Çıkış
38. Video Teyp, Uygulama El Kitabı ve Ekstra El Kitapları
39. Dinamik Görüntü
40. Profil Yüzeylerin Kontrolü

BÖLÜM 5 : SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Öneriler :

Bugünkü dünyanın hergün değişen şartları içerisinde bir ülkenin tek başına kendi kendine yeterli olması düşünülemez. Dünya ile bütünleşmek için ise kültürel ve teknolojik gelişmelere açık olmak gerekir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin gelişmiş dünya ülkeleri ile aralarındaki farkı kapatmanın tek yolu yüksek teknolojiye uyumda gösterecekleri gelişme hızına bağlıdır. Gelişmenin yolu ise araştırmaya önem verip kendi tasarım ürünlerini ortaya koymaya çalışmalı veya teknolojideki yeni gelişmeleri teknikleri hızlı bir şekilde kendi mevcut şartlarına adapte etmekten geçer. 1960 yıllarda başlatılan CAD/CAM 1980'li yıllarda Amerika ve Avrupada yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde ise ancak 1980 yıllarda yalnız büyük birkaç kuruluşta hayata geçirilebilmiştir. Günümüzde imalat sektörünün önemi açıktır. CAD/CAM sistemleriyle imalat miktarındaki büyük artış, kalitedeki yükselme maliyette düşüş rekabet şartlarında büyüklü küçüklü bütün şirketleri imalat tekniklerinde yeni teknoloji ürünlerini kullanmaya zorlamıştır.

CAD/CAM sistemlerinin kullanılmasında en büyük sıkıntı bu konuda eğitim görmüş eleman bulunmasından kaynaklanmaktadır. Teknolojik toplumlarda teknik eğitimin önemi açıktır.

Geleneksel usulde imalat sistemleriyle CAD/CAM imalat sistemleri arasındaki avantaj ve dez avantajlar tez konusu içerisinde verilmiştir. Ayrıca CAD/CAM tanımı ve sistemi bir bütün olarak programlama ağırlıklı olarak sunulmuştur. CAD/CAM imalat sistemlerinin uygulanması ve kullanımı için usta, teknisyen, programcı, mühendis seviyelerinde eğitim verilmesi gereklidir. Üniversitelerimizde mühendislik düzeyinde CAD/CAM eğitim verilmektedir. Ancak,

CAD/CAM konusunda endüstride ihtiyaç duyulan ara insan gücü (teknisyen) eğitime henüz verilememektedir. Ara eleman ihtiyacını karşılamak için Meslek Yüksek Okulları ve Teknik Liselerde uygulanacak eğitimi uygun bir CAD/CAM programı geliştirilmiş ve Bölüm:4 de verilmiştir. Ayrıca bu müfredatın uygulanması için gerekli CAD/CAM paketi yazılım programının teknik özellikleri verilmiştir.

Ülkemizde CAD/CAM eğitim sistemine bir an önce geçilmesi piyasa konuda duyulan vasıflı işgücü açığını kapatma, imalat maliyetinde büyük düşme, kalitede yükselme dolayısıyla ülkemiz ekonomisine büyük girdiler sağlayacağı gibi ülkemizin dış pazarlardaki rekabet şansında çok yükseltecektir.

REFERANSLAR

- 1 - P. Groover Mikell E.W. Zimmers Jr. CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing New Jersey 1984.
- 2 - P. Groover Mikell Automotion Production Systems and Computer Inte grated Manufacturing.
- 3 - Milner D.A. Computer Aided Engineering for Manufacture London, 1986.
- 4 - Gimms David An Introduction to CNC Manufacturing Norwich 1984.
- 5 - Gibbs David CNC Part Programming A practical Guide Wolderslade 1987.
- 6 - Thyer G.E. Computer Numerical Control of Machine Tools OXFORD 1987.
- 7 - Howkes Barry The CAD/CA Prosess London 1988.
- 8 - M. Morris Noel Computer Graphics and CAD Fundamentals London 1986.
- 9 - Engineering Industry Training Board Training Elements
- 10 - Dönmez M. Alkan A General Methodology for Machine Tool Accuracy Engancement Theory Application and Implementation Pude PhD Thesis.
- 11 - CHO-HWA CHANG, M.A. Melkanaff NC Machine Programming and Software Desing.
- 12 - HsJ. Warnecke R. Steinhilper Flexible Manufacturing Systems New York 1987.
- 13 - Modern Machine Shop 1987 NC/CIM Guidebook Cincinnati Ohio Gardner 1987.
- 14 - Leatham-Jones B. Introduction to Computer Numerical Controlled Machine Tools Oxford 1986.
- 15 - Koren Y. Computer Control of Manufacturing Systems New York 1983.
- 16 - Pressman R and Williams J. Numerical Control and Computer Aided Manufacturing Wiley 1977.
- 17 - Wick C. Advances in Machining Centers "Manufacturing Engineering 1987.
- 18 - Drayton D.E. Automotacilly Programmed Tools Numerical Control Programming Languages 1969 Amsterdam.

- 19 - Cincinatti Milacron Programme Book New Jersey 1985.
- 20 - MAZAK CAM-CNC System Japonya 1983.
- 21 - Master Cam Applications Manuels Los-Angeles 1991.
- 22 - ISO Standart 841-1974 Axis and Motion Nomenclature for numerically Controlled Machines Washington DC. 1983.
- 23 - Childs J.T. Principle of Nmerical Control New York 1982.
- 24 - FANUC System 6T Operator's Manuel General Numeric Corp.
- 25 - Wilch A.NC Verification Using Computer Simulation CASA/SME 1980.
- 26 - ISO Standart (ISO6983/1) Numerical Control of Machines Geneva 1982.
- 27 - EAI Standart RS-244-B Character Code for Numerical Machine Control forated Tape Washingto D.C. 1976.
- 28 - Shah R. NC Guide Numerical Control Handbook Zurich 1979.
- 29 - Crossley T.R.A. Decade of Direct Numerical Control CIRP 1978.
- 30 - Bullinger H.J. Decade of Direct Numerical Control CIRP 1978.
- 31 - Spur G.Wentz W. A System for Direct Numerical Control of Machine Tools Manchester 1971.
- 32 - Holland T. Flexibility attracts more manufacturers Metal Working 1987.
- 33 - Bachelor B.G. Automated Visual Inspection Bedford 1985.
- 34 - Shighlay J.E. Mechanical Engineering Design Mc.Graw Hill 1977.
- 35 - Cole R. Computer Communication Macmillan 1982.
- 36 - Tulip S. Integrated Manufacturing now areality production Engineering 1984.
- 37 - Krouse J.K. CAD/CAM Bridging the gap from design to production Machine Design 1980.
- 38 - Illinois Institute of Technology Research Institute APT Part.
- 39 - Programming McGraw Hill New York 1967.
- 40 - Ercan Fevzi Doç. Dr. Ders Notları 1988 Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- 41 - Whetnam W.S "Low Cost Adaptive Control Unit Manufacturing "Methods" Technical Report AFML-TR-73-263 Air-Force lab. 1973.