

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

CNC EĞİTİM SETİ TASARIMI

Selahattin ALAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ EĞİTİMİ

ANA BİLİM DALI

KONYA, 2006

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

CNC EĞİTİM SETİ TASARIMI

Selahattin ALAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİLGİSAYAR SİSTEMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

Bu tez 27 / 04 / 2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

.....
Prof. Dr.
Faruk ÜNSAÇAR
(Danışman)

.....
Prof. Dr.
Süleyman YALDIZ
(Üye)

.....
Doç. Dr.
Hakan IŞIK
(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

CNC EĞİTİM SETİ TASARIMI

Selahattin ALAN

**Selçuk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Ana Bilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Faruk ÜNSAÇAR

2006, 75 sayfa

**Jüri: Prof. Dr. Faruk ÜNSAÇAR
Prof. Dr. Süleyman YALDIZ
Doç. Dr. Hakan IŞIK**

CNC (Bilgisayarlı Sayısal Denetim), takım tezgâhında işlenecek olan bir parçanın nasıl ve hangi ölçülerde işleneceğinin, sayısal kodlarla komut verilen bir bilgisayar tarafından belirlendiği bir sistemdir. Günümüzde, imalat sektöründe birçok ürün CNC tezgâhları kullanılarak üretilmektedir. Bu yüzden CNC tezgâhları, imalat sektörünün vazgeçilmezleri arasına girmiş durumdadır.

İmalat sanayimiz için çok önemli olan CNC tezgâhlarını kullanabilecek operatörlerin yetiştirilebilmesi için eğitim kurumlarımızda tezgâh kullanımı ile ilgili dersler verilmektedir.

Mezun olduktan sonra bu alanda istihdam edilecek öğrencilere, değişik meslek liselerinde, meslek yüksek okullarında veya fakültelerde imalat için önemli ve oldukça hassas olan bu tezgâhların doğru, verimli ve güvenli bir şekilde kullanımı için, temel tezgâh sistemleri bilgisi, tezgâh kullanım bilgisi, tezgâh programlama bilgisi, üç boyutlu düşünme ve parça işleme bilgisi gibi bilgiler verilmektedir. Ancak bu bilgiler uygulamalı olarak verildiği takdirde kalıcı olacaktır ve eğitim amacına ulaşacaktır.

Bu tez çalışması için, CNC eğitimi alan öğrencilerin bireysel olarak kullanabilecekleri düşük maliyetli, tamamıyla Türkçe ve eğitim amaçlı olarak bir eğitim seti tasarlanmış ve imal edilmeye çalışılmıştır.

CNC Eğitim Seti, CNC ile ilgili teorik bilgilerin alınabileceği bir elektronik kitap, CNC' nin kullanımı, yapısı, programlanması vb. konuların anlatıldığı bir multimedya ortamı, programların yazılabileceği bir editör ortamı, yazılan programın

bilgisayarda sonucunun görülebileceği bir simülasyon ortamı, yazılan programların sonunda parçanın alacağı gerçek şeklin görülebileceği bir ortam olan normal tezgâh fonksiyonlarına sahip bir mini CNC tezgâhı gibi farklı ortamların tümünün bir arada kullanılabilmesi şeklinde tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: CNC, Bilgisayarlı Nümerik Kontrol, Eğitim Seti, Torna Tezgâhı, Freze Tezgâhı, CNC Tezgâh Eğitimi

ABSTRACT

Master Thesis

DESIGNING OF A CNC TRAINING SET

Selahattin ALAN

**Selçuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Computer Systems Education Department**

Supervisor: Prof. Dr. Faruk ÜNSAÇAR

2006, 75 pages

**Jury: Prof. Dr. Faruk ÜNSAÇAR
Prof. Dr. Süleyman YALDIZ
Assoc. Prof. Dr. Hakan IŞIK**

Computer Numerical Control (CNC) is a system in where computer numerical control codes determine machining and sizing process of a work piece. Today, most of the products in manufacturing sector are produced by CNC lathes. Therefore, CNC lathes are indispensable parts of the manufacturing sector.

In order to bring up operators who use CNC lathes, related courses are offered in our educational institutes. In different vocational high schools, faculties and vocational college, some knowledge such as basic lathe system, lathe usage, lathe programming, way of thinking three dimensional and work piece machining are offered to students who are candidates of being employed in this sector with the aim of reliable, effective and correct usage of these sensitive lathes that are so important for manufacturing. But, these learnings will be permanent and education will reach the target if and only if theoretical knowledge is followed by practical training session.

In this study a training set that is low-cost, completely prepared in Turkish and educational has been designed and manufactured (produced) for the students who are getting CNC education. Training set consists of an electronics book that includes theoretical knowledge, a multimedia environment that includes usage, programming and structure of CNC, an editor that is used as programming environment, a simulation environment where written program's results can be viewed and a mini CNC lathe which has same functionality of original lathe and has

the capability of processing work piece. Combination of all these materials made up training set and let the student to see the work piece from draft to production.

Keywords: CNC, Computer Based Numerical Control, Training Set, Turning Machine, Milling Machine, CNC Machine Training

ÖNSÖZ

Bu tez yedi bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, CNC tezgâhlarının öneminden bahsedilmiş ve yapılan çalışma hakkında kısa bilgi verilmiştir. İkinci bölümde, genel olarak eğitim ve öğretim kavramı üzerinde durulmuş, ilgili kavramlar tanıtılmış ve açıklamalar yapılmıştır. Üçüncü bölümde, takım tezgâhları ve CNC tezgâhları ile ilgili kavramlar tanıtılmış ve açıklamalar yapılmıştır. Dördüncü bölümde, CNC eğitiminin öneminden ve nasıl yapılması gerektiğinden bahsedilmiştir. Beşinci bölümde, kaynak araştırması sunulmuştur. Altıncı bölümde, çalışmanın yapılmasında kullanılan materyal ve metot ile ilgili bilgi verilmiştir. Ve yedinci bölümde ise sonuç ve öneriler sunulmuştur.

CNC Eğitim Setinin donanım kısmının imalatı için mekanik gövde, elektrik-elektronik devre elemanı, kontrol ünitesi elemanı vb. teçhizat alımı, hizmet alımı, sarf malzeme alımı gibi ihtiyaçlar yüzünden ilk imalat maliyeti yüksek olacaktır. Çünkü ürün sonucunda fiyat/performans oranı bakımından en verimli ürünün ortaya çıkabilmesi için yapılacak denemeler ve ölçümler ilk ürün maliyetini artırmaktadır. Bu maliyetin karşılanabilmesi için, Selçuk Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğüne (BAP) araştırma projesi başvurusunda bulunulmuştur. Maalesef, bu yüksek lisans tezinin tamamlanma süresi içinde proje ile ilgili olumlu ya da olumsuz bir cevap gelmemiştir. Bu yüzden CNC Eğitim Setinin gerçek uygulama bölümünü oluşturan ve özellikle yüksek ilk üretim maliyeti gerektiren mini tezgâh bölümü üretilememiş ancak bu setin diğer kısımları olan ve üretiminden sonra içine yerleştirilerek bilgisayarda çalışacak olan simülasyon, elektronik kitap, multimedya destekli öğretim bölümleri gibi bölümler hazırlanmıştır. Ancak bu proje başvurusundan olumlu cevap gelmesi halinde projenin donanım bölümü de hayata geçirilecektir.

Bu çalışma, S.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Ana Bilim Dalında, S.Ü. Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine Bölüm Başkanı Prof. Dr. Faruk ÜNSAÇAR' ın yönetiminde yürütülmüş ve Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsüne yüksek lisans tezi olarak sunulmuştur.

Tezin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Faruk ÜNSAÇAR' a saygı ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	viii
SEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ	- 1 -
2. EĞİTİM VE ÖĞRETİM KAVRAMI	- 3 -
2.1. Eğitim Nedir?	- 3 -
2.2. Eğitimin Önemi	- 4 -
2.3. Öğrenme Ve Öğretim Nedir?	- 5 -
2.4. Öğrenme İlkeleri	- 6 -
2.5. Bazı Öğrenme Kuramları	- 7 -
2.6. Öğretim İlkeleri	- 9 -
2.7. Öğretim Yöntemleri	- 11 -
2.8. Öğrenmeyi ve Öğretimi Etkileyen Faktörler.....	- 13 -
2.9. Öğrenci Merkezli Öğretim	- 16 -
2.10. Eğitim ve Öğretim Teknolojisi.....	- 20 -
2.11. Bilgisayar Destekli Eğitim	- 23 -
2.11.1. Bilgisayar destekli eğitimin avantajları.....	- 24 -
2.11.2. Bilgisayar destekli eğitimin dezavantajları	- 26 -
3. TAKIM TEZGÂHLARI VE CNC.....	- 29 -
3.1. Takım Tezgâhı Nedir?.....	- 29 -
3.2. Takım Tezgâhlarının Gelişimi	- 30 -
3.3. CNC Tezgâhların Kullanımı Ve Özellikleri	- 34 -
3.4. CNC' nin Yapısal Özellikleri.....	- 34 -
3.5. CNC Tezgâhları İle İlgili Temel Kavramlar	- 37 -
3.6. CNC' nin Endüstrideki Kullanım Alanları	- 39 -
3.7. CNC Takım Tezgâhlarının Avantajları	- 39 -

3.8.	CNC Takım Tezgâhlarının Dezavantajları.....	- 41 -
3.9.	CNC Tezgâhlarının Programlanması	- 42 -
3.10.	CNC Kontrol Paneli ve Kullanılması.....	- 44 -
3.10.1.	Kontrol panelinde bulunan anahtarlar	- 44 -
3.10.2.	Operatör panelinde bulunan anahtarlar	- 46 -
4.	CNC EĞİTİMİ	- 49 -
4.1.	Eğitim Kurumlarında CNC Eğitimi	- 52 -
4.2.	Sanayi Kuruluşlarında CNC Eğitimi.....	- 56 -
5.	KAYNAK ARAŞTIRMASI	- 58 -
6.	MATERYAL VE METOT	- 60 -
6.1.	CNC Eğitim Setinin Tasarım Yönünden İncelenmesi	- 62 -
6.1.1.	Elektronik Kitap Bölümü	- 63 -
6.1.2.	Multimedya Destekli Anlatım Bölümü.....	- 64 -
6.1.3.	Simülasyon Bölümü	- 65 -
6.1.4.	Mini CNC Torna Tezgâhı Bölümü	- 67 -
6.2.	CNC Eğitim Setinden Beklenen Yararlar	- 70 -
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER	- 72 -
	KAYNAKLAR	- 74 -

SEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1: Takım Tezgâhlarının Sınıflandırılması.....	30 -
Şekil 3.2: 1900’lü yıllarda torna ve freze tezgâhları	31 -
Şekil 3.3: Nümerik Kontrollü Takım Tezgâhları a) NC b) CNC.....	32 -
Şekil 3.4: Yıllara Göre Takım Tezgâhlarının Gelişimi.....	33 -
Şekil 3.5: CNC Torna Tezgâhının Kısımları.....	36 -
Şekil 3.6 : CNC Programlama Dili Komut Yapısı.....	42 -
Şekil 3.7: Küçük bir işleme ait program kodları (Komutlar ve Anlamları).....	43 -
Şekil 3.8: CNC Tezgâh Kontrol Panel Görünümü.....	44 -
Şekil 3.9: Operatör Paneli	47 -
Şekil 4.1: Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC) dersi modüler program yapısı.....	53 -
Şekil 6.1: Program Arabirimi.....	62 -
Şekil 6.2: Programın Elektronik Kitap Bölümünün Görüntüsü	63 -
Şekil 6.3: Programın multimedya ortamının görüntüsü.....	64 -
Şekil 6.4: Simülasyon programı ekran görüntüsü	66 -
Şekil 6.5: Simülasyon programı ekran görüntüsü	67 -
Şekil 6.6: Tasarlanan CNC Eğitim Setinin Görünümü	68 -
Şekil 6.7: CNC Eğitim Seti Tasarım Şeması	69 -

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Farklı Öğretim Yaklaşımlarının Karşılaştırılması	- 9 -
Tablo 2.2: Geleneksel ve Öğrenci Merkezi Eğitimin Karşılaştırılması	- 18 -
Tablo 4.1: CNC Bölümü dışında CNC eğitimi verilen bölümler ve dersler	- 54 -
Tablo 4.2: Türkiyede Yükseköğretim düzeyinde CNC eğitimi verilen okullar	- 55 -

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelere paralel olarak kullandığımız çoğu aletlerin ve makinelerin metal aksamları tornalama, frezeleme, delme gibi talaşlı imalat sonucu üretilmektedir. Hayatımızın her alanında bu denli çok ihtiyaç duyduğumuz imalat ürünlerinin üretimi de elbette ki bu sektörü sanayide faaliyet gösteren en önemli sektörlerden biri haline getirmektedir. Ve bu sektör de diğer sektörlerin gelişmesine paralel olarak çağa uydurmak için kendini yenilemek ve ihtiyaca cevap vermek zorundadır.

İmalatta özellikle tornalama, frezeleme ve delme işlemleri oldukça sık kullanılan işlemlerdir. Bu işlemler de, torna tezgâhı, freze tezgâhı, matkap tezgâhı vb. tezgâhlar ile yapılmaktadır. Eskiden bu işlemlerin yapılabilmesi için kullanılan konvansiyonel (geleneksel) tezgâhlar bazı yerlerde halen kullanılmakla birlikte günümüzde bunların yerini daha çok bilgisayar kontrollü tezgâhlar almaktadır. 20. yüzyıldaki gelişmelere paralel olarak nümerik kontrollü(NC - Numerical Control) ve bilgisayarlı nümerik kontrollü(CNC – Computer Numerical Control) tezgâhların kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.

Yüksek kesme ve delme kapasitesi, yüksek hız, hassas ve verimli çalışma, uzun ömür sayesinde CNC tezgâhları sektörün vazgeçilmezleri arasına girmiştir. Ancak bu tezgâhların sanayide daha çok tercih edilir duruma gelmesi bu sektör için yetişmiş eleman ihtiyacını daha çok öne çıkarmaktadır. Çünkü geleneksel tezgâh operatörlüğü için daha önce sadece temel tornacılık ya da frezecilik bilgisi gerekliydi. Bu da usta çırak ilişkisi ile görerek yapılarak öğrenilebilirdi. Ya da operatörlük için daha temel düzeyde bir eğitim yeterli olabilirdi. Ancak günümüzde kullanılan NC ve CNC tezgâhlar için operatörlük, bu temel becerilerin yanında temel bilgisayar bilgisi, CNC kodu okuma, yazma ve yorumlama becerisi, daha karmaşık bir cihazı kullanabilme becerisi gibi beceriler de gerektirmektedir. Ve bu tezgâh ile yapılabilecek işlemlerin çeşitliliği, büyüklüğü, inceliği, tezgâhın yüksek maliyeti gibi durumlar göz önünde bulundurulduğunda, yetişmiş elemanın önemi daha da ortaya çıkmaktadır.

Bu tezgâhları kullanacak operatörlerin tezgâh kullanım bilgi ve becerisini kazanabilecekleri en önemli yerler; lise düzeyinde, Anadolu Teknik Liselerinin, Anadolu Meslek Liselerinin, Endüstri Meslek Liselerinin ve Teknik liselerin CNC bölümleri, yüksek öğretim düzeyinde, Yüksekokullar, Meslek Yüksekokulları ve Teknik Eğitim Fakülteleridir.

Bu tezde, CNC eğitimi veren eğitim kurumları ile sanayideki kendi personelinin bilgi ve becerisini artırmak için eğitim vermeyi düşünen işyerleri için, eğitimin daha etkili, verimli ve kalıcı olarak yapılabileceği bir CNC Eğitim Setinin tasarımı anlatılacaktır. Eğitim kurumlarında CNC eğitimi amacıyla halen ya sanayi tipi bir CNC tezgâhı ya da yurt dışı menşeli pahalı CNC eğitim setleri kullanılmaktadır. Bu tezgâhlarda kullanıcının yapacağı küçük bir hata tezgâh için çok büyük arızalar doğurabilmekte ve bu da fiyatının pahalı olması sebebiyle zaten ellerinde az miktarda bulundurabilen eğitim kurumlarını bu tezgâhların onarımı ve yeniden yerine konması konusunda çok zor durumda bırakmaktadır.

Hazırlanan CNC Eğitim Seti bünyesinde, tezgâh kullanımı ve programlanması ile ilgili teorik bilgilerin kazanılabileceği bir elektronik kitap ortamı, deneme amaçlı program kodlarının yazılabileceği bir editör ortamı ve yazılan bir programın simülasyonunun görülebileceği bir simülasyon ortamı bulunmaktadır. Maddi imkânsızlıklar nedeniyle parçanın tezgâha bağlanarak ve uygulama yapılarak üretimine imkân tanıyan donanım ortamı imal edilememiştir. Ancak bu tezgâhın üretimi için proje sunulan kuruluşlardan istenen destek geldiği takdirde çalışmalara devam edilecek ve böyle bir ortam sonradan eğitim setine eklenecektir. Türkçe olarak hazırlanan bu set ile eğitim kurumları çok ucuza mal edilmiş, kendi ülkemizde üretilen, kullanışlı, bireysel çalışmaya imkân tanıyan ve gerekli tüm ortamların bir arada bulunduğu komple bir eğitim ortamına sahip olabilme fırsatına kavuşacaktır.

2. EĞİTİM VE ÖĞRETİM KAVRAMI

2.1. Eğitim Nedir?

Ertürk' e (1979) göre eğitim, bireyin davranışlarında kendi yaşantısı yoluyla ve kasıtlı olarak istendik davranış meydana getirme sürecidir. Bu tanıma göre eğitimin üç önemli özelliği vardır. Birincisi, bireyin davranışlarının amaçlanan yönde değişmesi gerektiği, ikincisi, bireyde davranış değişikliğinin kendi yaşantısı yoluyla (düzenlenen bilgi ve çevre iletişimi sonucu) gerçekleştiği, üçüncüsü eğitimin planlı ve programlı bir süreç olduğudur (Özdemir ve Yalın, 1999). Dikkat edilirse eğitimde sürekli üzerinde durulan konu davranış değişikliği'dir. Eğer davranış değişikliği istenilen yönde olursa eğitim başarıya ulaşmış demektir.

Özakınar' a (1988) göre eğitim, “ferdin idraklerinde, kavrayışında, zihniyetinde, tutum ve değerlerinde, kabiliyet ve maharetlerinde bir gelişme ve değişme demektir. Her hakiki öğrenme insanın zihniyetine, meselelere bakışında, değerlendirme tarzında, duygu ve zevklerinde, problemleri görme ve problemleri çözme kapasitesinde bir değişme meydana getirir” şeklinde tanımlanmıştır (Özdemir ve Yalın, 1999).

Fidan' a (1999) göre eğitim, insanoğlunun bugünkü ve yarınki yaşamına bir müdahale, bir uyum sürecidir. Bu süreç ile bireyler hem toplumdaki rollerine hazırlanmakta hem de değişen toplum şartlarına uyumu kolaylaşmaktadır. Bu süreçten geçen insanın kişiliği değişmektedir. Bu değişim de eğitim sürecinde kazanılan bilgi, beceri, tutum ve değerler sayesinde olmaktadır (Koçlu, 2002).

Fındıkçı' ya (2000) göre eğitim, en yalın anlatımıyla hayatın başlangıcı ile başlayan ve hayat boyunca devam eden bilgilenme süreci olarak kabul edilebilir. Geniş anlamıyla bireyi kendisine, yakın çevresine ve topluma uyum sağlaması için gereken bilgi, beceri ve alışkanlıkların kazandırılmasını sağlar (Koçlu, 2002).

Eğitim sadece okulda ve okul dönemlerinde değil hayatımızın her anında ve her alanında devam etmektedir. İnsanın yaşamı boyunca gördüğü, dinlediği, yaptığı

her şey ona bilgi, tecrübe, deneyim, tutum ve davranış değişikliği vb. kazandırmakta olup bu da onun üzerinde davranış değişiklikleri meydana getirmektedir.

Sonuç olarak, eğitim süreci ile bireyde davranış değişikliği meydana getirilebildiğine göre insanın istenilen özellikler doğrultusunda yetiştirilebilmesi için bireyde istenilen özellikleri sağlayacak yaşantıların kazandırılması ve böylece hedeflenen doğrultuda davranış değişikliği meydana getirilmesi gerekmektedir.

2.2. Eğitimin Önemi

Baltaş' a göre eğitimin önemi şu altı madde ile ifade edilmektedir (Koçlu, 2002).

- Eğitim bilgi sağlar; değer sistemini ve inançları etkiler, hayata bakışı belirtir.
- Kişiye hayatı daha iyi anlayacak donatıyı sağlar.
- Bilerek düşünmeye, yaratıcılığa, kişinin kafasındaki kalıpları kırmasına ve dünyaya daha esnek ve geniş bir açıdan bakmasına fırsat verir.
- Kişinin ufkunu genişletir.
- Bağımsız düşünme becerisini geliştirerek, kişiye kendi kaderini kontrol etme ve geleceği üzerinde etkili olma gücünü verir.
- İnsan bildikleriyle düşünür; düşünce ufkunu genişletmek ancak eğitimle mümkündür.

Eğitim bireysel olduğu kadar toplumsal anlamda da önem taşır. Eğitimli insanlardan oluşan bir toplum işgücü yüksek ve ekonomisi daha iyi bir toplum demektir. Eğitimin değişik alanlara uygulanmasıyla biçimlenen toplumda, toplumun hemen her kesimi bir adım daha öne çıkabilmek için eğitime ihtiyaç duyar. Teknik, ekonomik, sosyal ve ticari anlamda rekabete girmek isteyen ve en iyi olmayı hedefleyen kurum ve kuruluşlar için de çalışanlarına yeterli ve kaliteli eğitim vermek artık bir zorunluluk haline gelmiştir.

Eğitimin önemini kavrayan her birey, kurum ve kuruluş artık, sadece teknik bilginin ya da ürünün önemli olduğuna değil aynı zamanda ortaya çıkarılan bu ürünlerin eğitiminin de ne kadar önemli olduğuna ve kendilerine gelir getireceğine

bakmaktadır. Bugün üretilen en güzel makinelerin, yazılımların, teknik cihazların alımında sadece yararlarına ve fonksiyonlarına bakılmamakta, eğitim alma ve kullanmayı öğrenebilme anlamında bu ürünlerin kullanımı konusunda teknik destek alınıp alınamayacağına da bakılmaktadır.

Tüm bu sayılanlar eğitimin ne denli önemli ve gerekli olduğunu göstermektedir.

2.3. Öğrenme Ve Öğretim Nedir?

Brubaker' a (1982) göre, öğrenme, bireyin kendisi, başkaları ve çevresiyle etkileşimleri sonucundaki yaşantıların bireyde oluşturduğu şeylerdir (Senemoğlu, 2004).

Kimble' a (1961) göre öğrenme, pekiştirmenin sonucu olarak davranış ya da potansiyel davranışta oldukça sürekli bir değişme meydana gelmesidir (Senemoğlu, 2004).

Ertürk' e göre öğretim, bir öğretmeler, öğrenmeye dönük faaliyetler manzumesi veya kurumsallaşmış öğretmeler topluluğudur (Büyükkaragöz ve Çivi, 1999).

Büyükkaragöz ve Çivi' ye (1999) göre, öğrenme, bireyin olgunlaşma düzeyine göre çevresiyle etkileşimi sonucu davranışlarında oluşan kalıcı değişmelerdir.

Öğrenim ve öğretim ile ilgili farklı zamanlarda farklı eğitimciler tarafından yapılan bu tanımlarda öğrenme ve öğretim olguları bir birinden bağımsız süreçler gibi görünmektedir. Yalın, (1999), öğrenme ile öğretimin birbiriyle olan süreç bakımından ilişkisini "Öğrenme, daha önce hiç yapmadığımız bir şeyi yapabilmek ve onu tekrar yapabilecek kadar hatırlayabilmektir. Öğrenme, bireyin çevresiyle etkileşimi sonucu bilgi veya davranışlarında meydana gelen kalıcı izli değişmedir şeklinde de tanımlanabilir. Öğretim de, bireyin davranışında kalıcı, izli, davranış değişikliği meydana getirme sürecidir. Başka bir deyişle öğretim, öğrenmenin

sağlanabilmesi için ya da davranış değişikliği meydana getirmek amacıyla çevrenin düzenlenmesidir” şeklinde ifade etmiştir.

Yani öğrenim ve öğretim aslında aynı süreci ifade etmektedir. Olaya davranış değişikliği meydana getirmeye çalışan kişi tarafından bakıldığında yapılan iş öğretim, üzerinde davranış değişikliği meydana getirilmesi istenen kişi ya da kişiler taraftan bakıldığında yapılan iş ise öğrenmedir.

2.4. Öğrenme İlkeleri

Yalın (2004) öğrenme ilkelerini dokuz ana başlık altında toplamıştır.

- 1. Öğrenme motivasyona dayanır:** Hiç kimse öğrenme isteği duymadan öğrenemez. Öğrenme isteği sonuçta öğrencinin kendisinden gelmelidir. Öğrenme istek ya da arzusu, korku, ihtiyaç, merak, hedef, sır, önem, doğuştan gelen bir dürtü veya bir başka motive edici güçten kaynaklanabilir.
- 2. Öğrenme, öğrenme kapasitesine dayanır:** Bireyler düşünceleri, kişilikleri, görünüşleri ve tecrübeleri bakımından birbirinden farklılık gösterirler. Bu farklılıklar zekâ, fiziksel olgunluk, sosyal beceriler, devinsel beceriler, tutumlar, dürtüler, zevkler, korkular ve ümitler gibi başka farklılıkları doğurur. Sonuç olarak, her insan uyarıcılara kendine özgü tepkilerde bulunur. Dolayısıyla, aynı uyarıcıya gösterilen tepkiler de farklı olacaktır.
- 3. Öğrenme geçmiş ve mevcut deneyimlere dayanır:** Öğrenilen her şey doğrudan doğruya öğrencinin tecrübe ve birikimine dayanır. Yeni bir konu, öğrenci tarafından her zaman önceki bilgi ve deneyimlerinin ışığı altında yorumlanır ve onun üstüne eklenir.
- 4. Öğrenme, öğrencinin aktif katılımına dayanır:** Birey, kendi çabalarıyla öğrenir. İnsanlar, yaptıklarını ve gördüklerini, işittiklerinden daha uzun süre hatırlarlar. Yapararak, yaşayarak öğrenme uzun süreli ve tam bir öğrenme sağlar.
- 5. Öğrenme problem çözme ile pekişir :** ‘Problem çözmeye dayalı’ öğretim yaklaşımları öğrenmeyi geliştirir. Önemli olan öğrenme-öğretme sürecinde konu

anlatmak yerine soru sormaya ve araştırmaya öncelik verilmesidir. Bu yaklaşım öğretimi, konu merkezli olmaktan çıkarıp öğrenci merkezli yapar.

- 6. Geri bildirim öğrenme etkinliğini artırır:** Geribildirim, öğrencinin neler olup bittiği ve ne kadar iyi yapabildiğini belirlemesini sağlayan bilgi olarak ele alınmalıdır. Geri bildirim asıl amacı öğrenmeyi teşvik etmek olmalıdır. Öğrenciler, öğrenmede kaydettikleri ilerleme konusunda bilgi sahibi olurlarsa, başarısı bu bilginin olmadığı durumlara oranla daha fazla artar. Pekiştirilen veya ödüllendirilen geri bildirim sonucunda davranışların öğrenilme ihtimali daha fazladır.
- 7. İnfomal bir öğrenme ortamı öğrenmeyi artırır:** Aşırı kurallı yapılanmış bir öğrenme ortamı bazı öğrencileri gerilime sokar. Dolayısıyla, daha az formal olarak yapılanmış bir öğrenme ortamı bazı öğrencilerde gerilimi azaltabilir. Önemli olan öğrencinin istenilen davranışı kazanmasıdır. Bunu farklı yollardan edinebilir. Tek yol bizim bildiğimiz ya da önerdiğimiz yol olamaz.
- 8. Yenilik, çeşitlilik ve risk öğrenmeyi artırır:** Etkili eğitim faaliyetlerinin temelinde öğrencilerin ilgisini çekmek ve bunu sürdürmek yatar. Öğrencilerin, öğrenme durumuna gösterdikleri ilgiyi canlı tutabilmek için yenilik, çeşitlilik ve risk durumlarından en iyi şekilde faydalanmak gerekir.
- 9. Öğrenme, birey kendisinden beklenen yeni davranışın ne olduğunu bilirse artar:** Öğrenciler, sahip olmalarını istediğiniz becerilere sahip olarak doğmuş değillerdir. Eğer öğrenciler, bilmelerini istediklerinizi bilmiyorsa, yapılacak en yararlı şey bunları onlara öğretmektir. Eğitiminin öğrencilere tam olarak ne yapacakları, bunu nasıl yapacakları, sonuçtaki ürünün neye benzemesi gerektiğini göstermesi, öğrencilerin hatalarını anında fark ederek bunları düzeltme yoluna gitmelerine imkân sağlar.

2.5. Bazı Öğrenme Kuramları

Öğrenmenin hangi koşullar altında ve nasıl oluştuğunu açıklayan çok farklı öğretim yaklaşımları bulunmaktadır. Bunlar, klasik koşullanma kuramı, edimsel

koşullanma kuramı, bitişiklik kuramı, bağlaşımcılık kuramı, edimsel koşullanma kuramı, sistematik davranış kuramı, işaret-gelstat kuramı, sosyal bilişsel kuram, gelstat kuramı, bilgiyi işleme kuramı, nörofizyolojik kuram vb. dir. Her bir kuram farklı bir öğretim yöntemiyle daha iyi açıklanabilmektedir. Bu yüzden bunların birini diğerine tercih etmek ve daha iyidir demek mümkün değildir. Fakat bu kuramlardan öne çıkanları, öğretimi uyarıcı-tepki ilişkisi açısından inceleyen davranışsal yaklaşım ve bireyin bilişleri ve bu bilişlerin davranışlara etkisi açısından inceleyen bilişsel yaklaşımdır. Ayrıca, son yıllarda bireyin bilgiyi, kendi başına kurarak ve keşfederek öğrenimini inceleyen yapısalcı yaklaşım da öne çıkan öğretim yaklaşımlarındandır.

Davranışsal (Behaviorist) Yaklaşım: Davranışsal öğrenme yaklaşımına göre öğrenme, birey ile öğrenilecek içerik arasındaki etkileşim sürecinin sonucu olarak bireyin davranışlarında meydana gelen gözlenebilir ve ölçülebilir değişikliklerdir (Şahin ve Yıldırım, 1999). Bireyin gözlenebilir davranışlarının incelenmesi ve bu davranışların sonuçlarına bakılarak, davranışları ortaya çıkaran sebeplerin kökeni üzerine genellemeler yapılması gerektiği esasına dayanır. Özellikle Pavlov' un aç bir köpek ile yaptığı ve Skinner' ın fare ile yaptığı laboratuvar deneyleri bu yaklaşımın daha kolay kabullenilmesini sağlamıştır. Bu yaklaşıma bağlı olarak öğrenciler, önceden belirlenmiş ve kabul görmüş davranışları gösteren bireyler olarak görülmüştür.

Bilişsel (Cognitivist) Yaklaşım: Öğrencilerin sunulan bilgileri alan durağan bireyler olmadığı, ancak bilgiyi alan, bunu kodlayan, hafızaya kaydeden ve gerektiğinde hafızadan geri çağırıp kullanan bireyler olduğunu savunmuşlardır (Şahin ve Yıldırım, 1999). Daha çok, insanın bilgiyi hafızasına nasıl işlediği ve kaydettiği üzerinde durur. Bu anlayış sahipleri, bireyin öğrenilecek içerik ile davranışları arasındaki etkileşimi incelenmiş ve bu süreç boyunca ortaya çıkan öğretimsel etkinlikleri tanımlanmıştır. Ancak bu anlayış da bireyi, önceden belirlenmiş hedeflere uygun davranış sergileyebilir olarak nitelendirmesi bakımından durağan olarak kabul etmektedir.

Oluşturmacı (Yapısalcı - Constructivist) Yaklaşım: Üretici düşünme, keşfederek öğrenme ve duruma bağlı teorilerin bir araya getirilmesiyle oluşan oldukça yeni bir görüştür. Bireyin aktif olarak gerçek durumlar karşısında veya gerçek problemi çözerken, kendi bilgilerini oluşturması ilkesine dayanır (Şahin ve

Yıldırım, 1999). Bu görüşe göre, yeni bilgiler oluşturulurken, olayı düşünmek ve eski tecrübelerin üzerine inşa etmek gerekir. Her birey, kendi bilgi, beceri ve tecrübelerine göre kendi bilgisini oluşturur.

Değişik öğrenme yaklaşımlarının en önemlilerinden olan bu üç öğrenme yaklaşımı Newby et al (1996) tarafından şöyle karşılaştırılmıştır (Şahin ve Yıldırım, 1999).

Tablo 2.1: Farklı Öğretim Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

	Davranışsal Yaklaşım	Bilişsel Yaklaşım	Oluşturmacı Yaklaşım
Öğrenme	Bir davranışın gösterilme olasılığındaki değişim	Bellekte depolanan bilgide meydana gelen değişim	Yaşantılar sonucu, anlamda meydana gelen değişim
Öğrenme Süreci	Etki-tepki-davranış	Dikkat-kodlama-bellekten geri çağırma	Tekrarlanan grup diyalogları ve katılımcı problem çözme
Öğretmenin Rolü	Dış etkenlerin düzenlenmesi	Bilişsel süreci destekleyen koşulların düzenlenmesi	Örnek olma ve rehberlik sağlama
Öğretmenin Görevleri	<ul style="list-style-type: none">• Hedeflerin belirlenmesi• Öğrenci davranışını yönlendirici ipuçları sağlama• Öğrenci davranışını pekiştirme	<ul style="list-style-type: none">• Yeni bilgiyi organize etme• Yeni bilgiyi mevcut bilgiyle ilişkilendirme• Öğrenci dikkatini, bilgiyi kodlamasını ve hatırlamasını sağlayıcı etkinlikler sunma	<ul style="list-style-type: none">• İyi bir problem durumu yaratma• Grup içinde öğrenme etkinliklerini düzenleme• Bilginin oluşma sürecinde örnek olma ve rehberlik sağlama

2.6. Öğretim İlkeleri

Büyükkaragöz ve Çivi' ye (1999) göre, öğretim ilkeleri şu dokuz madde ile açıklanabilir.

- 1. Çocuğa göre öğretim ilkesi:** Çağdaş eğitimin başlıca özelliklerinden biri öğrenciyi merkeze almasıdır. Buna göre eğitimde bütün dikkatler öğrencinin üzerinde toplanmaktadır ve öğrenci, eğitimin odak noktasında yer almaktadır. Öğretimde her şey öğrenci içindir. Öğrenciler, ilgi, ihtiyaç, özellik ve yeteneklerine uygun bir eğitim programı içinde yetişmelidir.
- 2. Hayatilik ilkesi:** İlerlemecilik eğitim anlayışının temsilcilerine göre okul, öğrencileri hayata hazırlayan bir yer olmaktan çok, hayatın kendisi olmalıdır.

Yani okulda öğrenciye uygun öğretim ortamı hazırlanırken hayatta karşılaşacağı durumlara yer verilmelidir ki, hayata başarıyla ve kolaylıkla uyabilsin. Bu yüzden, ders konuları, konularla ilgili problemler, araçlar, örnekler hayattan alınmalı ve hayati değeri olmalıdır. Konulara mümkün olduğunca hayattaki oluş biçimleri ve oranlarına göre yer verilmelidir.

- 3. Yapararak ve yaşayarak öğrenme ilkesi:** Bu ilke, amaçlı ve planlı ve sürekli bir yönelişle beden ve zihnin birlikte bir şey üretmesini temel almaktadır. Texas Üniversitesinde Phillips tarafından yapılan gözlemler ve araştırma sonuçlarına göre, zaman sabit tutulmak üzere insanlar, okuduklarının %10' unu, işittiklerinin %20' sini, Gördüklerinin %30' unu, hem görüp hem işittiklerinin %50' sini, söylediklerinin %70' ini, yapıp söylediklerinin %90' ını hatırlamaktadırlar. Yapararak ve yaşayarak öğrenme, öğrencinin kendi yeteneklerini anlamasına ve kendini tanımasına yardımcı eder. Öğrenilenler verimli ve kalıcı olur.
- 4. Ekonomiklik ilkesi:** Öğretimin amaçlarına ek kısa sürede, en az araç-gereç, emek ve enerji ile ulaşılmasını esas almaktadır. Bu ilkeye göre öğretimin amaçları en ileri düzeyde gerçekleştirilirken, öğretmen ve öğrencilerin zaman, emek, enerji ve araç-gereci tutumlu kullanmalarını, savurganlığından kaçınmalarını gerektirir.
- 5. Aktüalite(Güncellik) ilkesi:** Bu ilke öğrencilerin yaşadıkları hayatın gerçekleriyle karşı karşıya gelmelerini ve yakın çevre, yurt ve dünya olaylarına karşı ilgi duymalarını sağlamak için ders konularıyla güncel olay ve sorunlar arasında ilişki kurularak dersin işlenmesini öngörmektedir. Öğrencilerin ilerde toplum hayatında karşılaşacakları zorlukları yenmeleri ve topluma daha yararlı olmaları beklenmektedir.
- 6. Açıklık (Ayanilik) ilkesi:** Bu ilke öğretme, öğrenme etkinliklerinde öğretilecek konunun açık ve anlaşılır olmasını ve öğrencinin eşya ve varlıklarla doğrudan doğruya karşı karşıya gelmesini öngörmektedir. Bu bakımdan bu ilkenin iki anlamı bulunmaktadır. Birincisi, derste konuşulan bütün terim ve kelimelerin öğrenciler tarafından kolayca anlaşılacak şekilde açık olmasıdır. Diğeri ise, öğrencinin mümkün olduğu kadar fazla duyu organının hitap edilerek öğretimini kolaylaştırılmasıdır. Yapılan araştırmalarda, beş duyunun öğrenmeye etkileri,

görme %83, işitme %11, koklama %3,5, dokunma %1,5, tatma %1 şeklinde belirlenmiştir.

7. **Somuttan soyuta ilkesi:** Öğretimde önce somut olan eşya, olay ve varlıklardan yararlanılarak konular kavratılmalı daha sonra soyut kavramlara geçilmelidir. Örneğin ders anlatılırken önce deney yapılmalı, deney somut olarak görülüp kavrandıktan sonra, konu formüllerle ifade edilmeli yani soyut kavramlara geçilmelidir.
8. **Bilinenden bilinmeyene ilkesi:** Öğrenci yeni bir şeyi önceden öğrendikleriyle yani bildikleriyle bağlantı kurarak öğrenir. Bu nedenle öğretimde öğrencilerin ne bildiklerinden başlanmalı, daha sonra bilinmeyenlere geçilmelidir. Yeni bir konuya başlarken daha önce bu konuda öğrencilerin öğrendiklerinin ve bildiklerinin ele alınması, yeni konunun öğrenilmesini kolaylaştırır.
9. **Yakından uzağa ilkesi:** Bu ilke öğretimde ele alınarak konuların seçilmesinde ve işlenmesinde bulunulan yerden ve zamandan başlayarak, gittikçe genişleyen bir şekilde uzağa, uzak çevrelere geçilmesini öngörmektedir. Yakın çevre, öğrencinin düşünce ve duyu hayatının kaynağını oluşturur ve öğrenci daha yakındaki olay ve varlıkları daha yakından tanıma ilgi ve isteği duyar. Yakın çevre, daha hayati, daha aktüel, daha somut, daha bilinendir. Bu yüzden öğrenci yakın çevresini daha iyi anlar.

2.7. Öğretim Yöntemleri

Yılmaz ve Sünbül' e (2000) göre öğretim yöntemleri şu şekildedir.

1. Anlatım yöntemi
 - a. Anlatım yönteminde kullanılan teknikler
2. Soru-cevap yöntemi
3. Problem çözme yöntemi
4. Gösteri(Demonstrasyon) yöntemi
5. Örnek olay yöntemi
6. Oyunla öğretim yöntemleri

- a. Rol yapma-Rol oynama tekniği
 - b. Drama
- 7. Tartışma yöntemi**
- a. Küçük grup tartışma tekniği
 - b. Büyük grup tartışma tekniği
 - c. Philips66
 - d. İş grupları tartışma tekniği
 - e. Panel
 - f. Araştırma grupları tartışma tekniği "Buzz Grup"
 - g. Beyin fırtınası
 - h. Münazara
 - i. Sempozyum
 - j. Açık oturum
 - k. Forum
- 8. Benzetim yöntemi (Simülasyon)**
- 9. Sınıf dışı ğretim yöntemleri**
- a. Ödevler
 - b. Sergi
 - c. Gezi
 - d. Proje tekniği
- 10. Bireysel ğretim yöntemleri**
- a. Bilgisayar destekli ğretim
 - b. Programlı ğretim
 - c. Bireysel ğretim tekniği

Bu yöntemler, öğretimin nasıl uygulanacağını ifade eder. Yapacağımız eğitimin ne kadar verimli ve anlaşılır olacağı bu yöntemlerle belirlenir. Öğretim için uygulaması kolay olması bakımından genellikle anlatım yöntemi tercih edilir. Fakat bu yöntem öğrenmenin sağlanabilmesi için çok da doğru ve sürekli olarak kullanılması uygun olan bir yöntem değildir. Bu yöntemler için herhangi birinin, bir diğerine göre üstün olduğu her zaman ve her durumda söylenemez. Çünkü öğretilecek konuya göre farklı ğretim yöntemleri ideal olabilir.

2.8. Öğrenmeyi ve Öğretimi Etkileyen Faktörler

Bir konuyu öğrenciler farklı seviyelerde öğrenirler. Bunun sebebi, bireyden kaynaklanan olgunluk düzeyi, zekâ gelişimi, yetenekleri, psikolojik durumu, motivasyonu gibi farklılıklar, öğretmenden kaynaklanan kişilik, öğretebilme kabiliyeti, konu alanı uzmanlık bilgisi, rehberlik yeteneği, uygun öğretim metodu ve yöntemi uygulama derecesi gibi farklılıklar ve çevrenin özelliklerinden kaynaklanan araç-gereç, ısı, ışık, hava, temizlik gibi fiziki şartlar vb. durumlardaki farklılıklardır. Öğretim sürecinde, bu durum farklılıklarını göz önünde bulundurmamak ve buna göre hareket etmek en doğrusu olacaktır. Mümkün olduğunca öğretme durumları ve öğrenme ortamı durumları iyileştirilmeye çalışılmalıdır. Ancak, bireyler arasında da her zaman bireysel farklılıkların olacağı unutulmamalıdır.

Davranışların değişmesinde öğrenciye etki eden pek çok çevre faktörü vardır. Bunların en önemlilerinin başında öğretmenlerin tutumları, yöntemleri ve yaklaşımları gelir. Öğrenmeyi daha etkili kılan ve verimliliğinin artmasında etkili olan ilkeler, şu şekilde özetlenebilir (Yılmaz ve Sünbül, 2000).

- 1. Hazır bulunuşluk:** Öğrenme ve öğretme kuramlarına ilişkin açıklamalar, öğrencinin öğrenmesinde, iç durumun ve daha önce öğrendiklerin çok önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Öğrenci ile çevresi arasında etkileşim oluşturmak, öğrenci seviyesine uygun öğrenme yaşantıları gerçekleştirerek mümkün olabilmektedir. Bu ilkeye hazır bulunuşluk veya giriş davranışları adı verilir.
- 2. Motivasyon:** Motivasyon okuldaki öğrenci davranışlarının yönünü kararlılığını belirleyen en önemli güç kaynaklarından biridir. Motivasyon hem çekici hem de engelleyici bir özellik taşır. Kişinin yaptığı hemen her şeyin ardında yer aldığı için ilgi çekicidir (Morgan, 1984). Okul ve sınıfta ortaya çıkan öğrenme güçlükleri ile disiplin olaylarının önemli bir kısmının kaynağı motivasyon ile ilgilidir. Öğrencilerin bir kısmının, bazı derslere ve okula karşı geliştirdikleri olumsuz tutumların ve öğrenme faaliyetlerinden zevk almamalarının ardında motivasyonla ilgili faktörler bulunur.
- 3. Katılma:** Öğrenme bireysel bir etkinliktir. Hiç kimse bir başkası için öğrenmeyi gerçekleştiremez. Bu nedenle öğrenmenin başlangıcından sonuna kadar, öğrenen,

öğrenmesinden sorumluluk taşımak ve öğrenme sürecine aktif olarak katılmak zorundadır. İnsan beyni sünger gibi emmez. Öğrencinin kendisine sağlanan uyarıcıları kullanması, onlarla zihnindekileri birleştirmesi ve yeni anlamlar oluşturması beklenir.

- 4. Tekrar:** Öğrencilerin ara sıra üzerinde yeniden çalışması ve öğrendiklerini gözden geçirmesi unutmayı azaltmaktadır. Öğrenmede tekrar, özellikle becerilerin kazanılmasında ve öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanmasında önemli rol oynar. İnsan konuşmayı, bir yabancı dili, melodi çalma ve benzeri becerileri tekrar yapmadan öğrenemez.
- 5. Pekiştirme:** Genel anlamıyla pekiştirme; davranışların tekrar edilme sıklığını artıran uyarıcıların verilmesi işlemidir. Öğrenme psikologlarının pek çoğu, öğretme hizmetinin en önemli öğelerinden birinin pekiştirme olduğu görüşündedirler. Öğretmenler de okulda çok çeşitli pekiştiriciler kullanarak öğrenci davranışlarını şekillendirmeye çalışırlar. Öğrencinin gösterdiği davranıştan sonra öğretmenin “afetin”, “tamam”, “doğru”, “çok güzel”, ifadelerini kullanması, dikkatini öğrenciye vermesi, gülümsemesi, öğrencinin sınıfının onayını alması, pekiştirme örneklerinden bazılarıdır.
- 6. Geri bildirim:** Öğrenmenin doğru davranışın ortaya çıktığı zaman olduğu, gerçekleştiği kabul edilir. Bunun yanında, davranışın doğruluğu veya ne derece doğru olduğu hakkında bir bilginin(geri bildirim) öğrenciye ulaşması gerekir. Bu çoğu halde dıştan olabileceği gibi kişinin içinden de gelebilir. Eğitim bir iletişim sürecidir. İletişim ise bireyler arasında anlamın gönderilmesi ve cevaplanması sürecidir. Bu sürecin en temel kuralı “çift yönlü” olmasıdır. Çift yönlü olmayan, yani gönderilen mesajın cevaplandırılmadığı durumlarda iletişim gerçekleşmiş olmaz. Öğrenme etkileşim ile gerçekleşir. Etkileşim ise iletişimin bir diğer şeklidir ve onun da çift yönlü olması gerekmektedir.
- 7. Transfer:** Bireyde meydana gelen öğrenmeler, yalnız belli bir durum veya sahaya etki etmemektedir. Etkisini başka sahalarda da göstermektedir. En azından böyle olması istenir. Örneğin; ilköğretimde dört işlemi öğrenen bir öğrencinin bunu bakkaldan alışveriş yaparken kullanabilmesini, yazı yazmayı öğrenen bir öğrencinin mektup yazabilmesini beklemek kadar doğal bir şey olamaz. Öğrenmenin de amacı sorun çözmek olduğuna göre, öğrenilenlerin

karşılaşılan sorunların çözümünde kullanılması gerekir. İşte; öğrenmenin belli bir sahaya özgü kalmayarak, başka sahalara yayılmasına, tesir ve etki etmesi olayına “öğrenmede transfer” veya “geçiş” denmektedir.

Öğretim, bir program dâhilinde belirli adımlar izlenerek yapılan bir süreç olduğuna göre öğretimin başarıya ulaşabilmesi için öncelikle kesin ve açık bir amaç seçilmelidir. Hem öğrenci hem de öğretmen ne öğreneceğini ve niçin öğreneceğini bilmelidir. Ayrıca nasıl öğreneceğini yani nasıl bir program dâhilinde, neyi ne zaman öğreneceğini de bilmelidir. Öğrencinin bu programı bilmesi, kendisini programa göre hazırlayarak ve konunun bütün yapısını görerek, dikkatini, algılama gücünü hazırlaması ve konsantre olmaya çalışması bakımından önemlidir.

Öğretimin başarısı için önemli bir diğer nokta da öğrencide ilgi uyandırmaktır. Öğrencinin, ilgisini çekmeyen bir konuyu öğrenmesi çok zordur. Bu yüzden öncelikle öğretilecek konunun, öğrenci için önemli ve anlamlı hale getirilmesi gerekmektedir. Öğrencinin konuyu niçin öğrenmesi gerektiğini bilmesi de konuya olan ilgisini artıracaktır. İlgi çekmek için konunun, güncel konularla bağlantısı kurulabilir, öğrenci için önemli ve ilgi çekici olan başka kişi, olay ya da konularla bağlantısı kurulabilir ya da ilgi çekici materyaller eşliğinde sunulabilir.

Öğretimin başarısında önemli olan başka bir nokta da öğrencinin mümkün olduğunca fazla duyu organından yararlanarak konuyu öğretmektir. Çünkü öğrenci ne kadar çok duyu organını kullanırsa konu öğrencinin yaşantısında o kadar fazla yer edecektir. Öğrenilenler de yaşantı sonucu kazanıldığına göre bu şekilde yapılan öğretim daha kalıcı ve etkili olacaktır.

Öğretimde yeni ve çağdaş metot ve yöntemlerin kullanılması da öğretimin başarısını artıran bir faktördür. Çağdaş öğretim yöntemlerinin, klasik öğretim yöntemlerine olan üstünlüğü birçok araştırma sonucunda dile getirilmiştir. Özellikle öğrencinin pasif kaldığı klasik yöntemler yerine, öğrenciyi aktif tutan, araştırmasını ve arkadaşlarıyla etkileşim içinde olmasını sağlayan çağdaş yöntemlerle öğrenmesi öğrencinin daha iyi öğrenmesini sağlayacaktır. Öğrenci, çeşitli çalışmalara yöneltilerek kendi kendine öğrenmesi sağlanabilir.

Öğretimde öğrencinin özellikleri, psikolojisi, tutumları ve alışkanlıkları göz önünde bulundurularak yapılan bir öğretim de öğretimin etkisini artıracaktır.

Öğretimin başarısı için önemli olan bir diğer faktör de öğretimin adım adım yapılmasıdır. Yeni öğretilecek bilgilerin, eskilerin üzerine inşa edileceğinin ve onlarla ilişkilendirilerek hafızaya alınacağından hareketle öğretim gerçekleştirilmelidir.

Öğretimin başarısını artırıcı bu işlemlerin, öğretimde her zaman göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu faktörler herhangi bir konunun öğretiminde ve gelecek işlemlerin planlanıp uygulanmasında öğretmen için bir rehber olmalıdır.

Özdemir ve Yalın' a (1999) göre, öğretimin etkili olabilmesinin en önemli unsurlarından biri de alıştırma ve uygulama yapmadır. Çünkü alıştırma ve uygulama;

1. Öğrencinin öğrenme sürecine aktif olarak katılımını sağlar
2. Öğrencinin öğrenme eksiklik ve yanlışlıklarını görme ve düzeltmesine imkân sağlar.
3. Öğrenilenlerin hatırlanmasını kolaylaştırır.
4. Öğrenilenlerin daha kalıcı olmasına yardım eder.

2.9. Öğrenci Merkezli Öğretim

Öğrenci merkezli eğitimde sınıf ve laboratuardaki faaliyetlerin merkezinde öğrenci vardır. Öğrenci merkezli bir öğretim için ilk koşul, öğrencilerin özelliklerini iyi tanımak ve bireysel farklılıkların farkına varmaktır. Özdemir ve Yalın' a (1999) göre öğrenciler birçok yönden birbirlerinden farklılık gösterirler. Bunlar;

1. Olguları ve/veya ilişkileri kavrama/hatırlama yeteneği.
2. Fiziksel, duygusal ve sosyal olgunluk.
3. Öğrenme arzusu.
4. Yapacağı şeye konsantre olabilme yeteneği.
5. Bireysel ve/veya grupta çalışma yeteneği.
6. Kas koordinasyonu.
7. Okuma ve dinleme yeteneği.
8. Kendini sözlü ve/veya yazılı ifade etme yeteneği.
9. Fizik veya somut şeylere bağlılık ve/veya soyutlama ve genelleştirme yeteneği.

10. Öğrenme hızı veya kapasitesi.

Bu farklılıkların ortak özelliği, öğrencinin giriş davranışlarını tanımlıyor olmasıdır. Öğretimi etkileyen faktörlerden birçoğu zamanla aşılabilecek faktörlerdir ve bunların tekrar düzenlenmesi ile daha iyi bir öğretim yapılabilir. Fakat bireyden kaynaklanan ve bireyin kendine has olma özelliğini ortaya çıkaran giriş davranışlarını düzenlemek daha zordur ve düzenlenmesi de hemen hemen mümkün değildir. Zaten düzenlenmesi durumunda eğitimi engelleyen etmenlerin en başında gelen ve eğitimi en çok zora sokan etmen çözülmüş olur. Tüm öğrencilere birbirinin aynıymışçasına yapılan bir eğitim oldukça yanlıştır. Elbette ki öğrencilerin ortak özellikleri vardır fakat giriş davranışları açısından hepsi birbirinden farklı bireylerdir.

Değişen eğitim anlayışı ile birlikte, artık öğretmen, bilginin aktarıcısı pozisyonundan çıkıp dersi yöneten ve rehberlik eden pozisyonuna girmiştir. Bu değişime paralel olarak öğrenci de sadece dinleyen değil, grup çalışması yapan, farklı kaynaklardan araştıran, aktif birey haline gelmiştir. Yani artık eğitim sisteminin merkezinde ve odak noktasında olan öğretmen değil öğrencidir.

Öğrenci merkezli öğretimde öğretmenin rolünü biraz daha açacak olursak, problem çözüme ve bilimsel çalışmalarda yol gösterici, değişimin temsilcisi, araştırma yöneticisi, proje yöneticisi, öğrencilerin problemlerinin farkına varmalarını sağlayan rehber kişidir.

Öğrenci merkezli öğretimde öğrenci de yetenek ve ilgi alanlarının farkındadır ve bunları geliştirmeye çalışır. Gelişim için istekli olur. İşbirliği ile çalışma becerisi kazanır ve grupla uyum içinde çalışır. Düşündüklerini rahatça ifade edebilir. Ezberleyici değildir. Problem çözüme ve kendi başına karar verme becerisi kazanır. Eleştirel düşünme alışkanlığı kazanır. Kabullenmiş değildir, sürekli sorgulayıcıdır. İletişim kurma becerisi yüksektir. Bilgi edinme yollarını bilir ve bunları kullanır. Öğrendikleri ile yaşam arasında ilişki kurma becerisi yüksektir. Yaratıcı düşünme ve öğrenme becerilerini geliştirebilir.

Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu, öğrenci merkezli eğitim ile geleneksel eğitim arasındaki farklılıkları şu şekilde ifade eder.

Tablo 2.2: Geleneksel ve Öğrenci Merkezi Eğitimin Karşılaştırılması

	Geleneksel Eğitim	Öğrenci Merkezli Eğitim
Sınıfta etkinlik	Öğretici	Etkileşimli
Öğretmenin rolü	Bilgi verici	Katılımcı, teşvik edici ve güdüleyici
Öğrencinin rolü	Dinleyici, daima öğrenci	Katılımcı, sorumluluk alan, aktif
Ders ağırlığı	Bilgiler	İlişkiler
Bilgi kazanımı	Hatırlama ve ezber Bilginin birikmesi	Sorgulama ve buluş, bilgilerin yeni bilgilere dönüşümü
Başarı göstergesi	Zamana göre, miktar	Sürece göre, performans, kalite
Ölçme-Değerlendirme	Genel, normlara göre	Bireysel, kriterlere ve gelişime göre
Teknoloji kullanımı	Tekrar ve uygulama	İletişim, katılım, bilgiye erişim

Milli Eğitim Bakanlığı, Eğitimi Araştırma Geliştirme Dairesi Başkanlığı tarafından, öğrenci merkezli okulun özellikleri ve öğrenmeyi sağlayan çevresel koşullar açısından öğrenciyi ve öğrenme sürecini tanımlayan öğrenci merkezli eğitimin on iki ilkesi ortaya konmuştur.

1. Öğrenmeyi öğrenmek esastır.
2. Her öğrenci öğrenebilir. Her öğrenci öğrenirken eski ve yeni bilgiler arasında özgün bağlantılar kurar.
4. Düşünmeyi öğrenmek sorgulayıcı ve yaratıcı düşünceyi geliştirir.
5. Başarabilme duygusu içsel güdülenmeyi sağlar.
6. Öğrenme olumsuz deneyimlerle engellendiğinde zorlaşır.
7. Merak yaratıcılık ve karmaşık düşünmeyi harekete geçiren ödevler öğrenciyi daha zorlarını başarabilmeye güdüler.
8. Her öğrenci farklı zamanda farklı türde ve farklı hızda ilerleyerek gelişir.
9. Farklı özelliklerdeki öğrencilerin birbirleri ile etkileşimi öğrenmeyi kolaylaştırır.
10. Öğrenciler arasındaki olumlu ilişkiler öğrenmeyi artırır.
11. Her öğrenci öğrenmeye karşı farklı yetenek ve eğilime sahiptir.

12. Her öğrenci yeni bilgileri kendi kalıplarına göre kavrayıp benzersiz bir anlam yaratır.

Öğretim açısından bakıldığında, öğrenci merkezli öğretimin nasıl ve hangi tekniklerle uygulanacağı da önem taşımaktadır. Özdemir ve Yalın (1999) öğrenci merkezli öğretim yapılması ile ilgili teknikleri şu beş madde ile belirtmişlerdir.

1. **Öğrenci ilgilerinin çekilmesi ve ilgilerinin korunması:** Öğrencilere, ihtiyaçları çerçevesinde dersin önemini ve hedeflerini anlamalarına yardımcı olurken öğrencilerin dersle ilgili olan önceki deneyim ve bilgilerini yeni bilgilerle ilişkilendirmelerine de yardımcı olmak ve. “Bilinenden bilinmeyene doğru” ilkesine göre davranmak gerekir.
2. **Öğrencinin düşünmesini sağlama:** Derste öğrenci katılımını sağlamak için sorular sorulması öğrenciyi derste sürekli aktif tutmaktadır. Çoğunlukla tecrübesiz öğretmenler öğrenciden gelebilecek “öğretmen ol, anlatıcı değil” karşılığını doğrularcasına, öğrencileri derse katacak ve davranışlarını ölçecek sorular sormak yerine sadece konuları anlatırlar.
3. **Öğretim araç-gereçlerini kullanma:** Ders için uygun öğretim araç-gereçleri (görsel işitsel araçlar, örnekler, filmler, referans kitapları, broşürler, tebeşir tahtası, tepegöz saydamları, vs.) kullanılması gerekir. Seçilen öğretim araç-gereçlerinin etkili bir şekilde kullanılması gerekir.
4. **Öğrencilerle etkili iletişim kurma:** Öğrencilere ders ile ilgili verilen yönerge ve açıklamaların anlaşılır olması gerekir. Aksi takdirde öğrenciler söylemek istenilenleri yanlış anlayabilir. Farklı kelime ve fikirlerle yönerge ve açıklamalar daha anlaşılır hale getirilebilir. Yanlış anlamaların farkına, öğrenciler sormadan varılması gerekir.
5. **Sınıfı etkili yönetme ve kişiler arası ilişkilere rehberlik etme:** Sınıftaki etkinliklerin çeşitli ve uygun bir hızda ilerlemesini sağlamak gerekir. Sözlü ve sözsüz ifadeler istedik öğrenci davranışını pekiştirmelidir. Öğrencilere nazik davranılmalıdır. Öğrencilerle ilgilenirken adil ve tarafsız olunmalıdır. Doğru ve yanlış davranışlar için sözlü geri bildirimde bulunulması gerekir. Öğrencilerden beklenen davranışların açıkça belirtilmesi gerekir. Uygun davranış pekiştirilmeli, önemsiz davranış dikkate alınmamalıdır. Uygun olmayan öğrenci

davranışlarına da çabuk ve adil bir şekilde müdahale edilmelidir. Sınıfın tamamı yerine uygun olmayan davranışta bulunan öğrenciler ile ilgilenilmelidir.

- 6. Öğrencilere öğrendiklerini pekiştirme ve uygulama fırsatı verme:** Öğrencilere derste öğrendiklerini uygulama fırsatı tanınmalıdır. Buna “sonuca ulaştırma” da denilebilir. Sonuç, dersin içerik özetinden daha kapsamlı bir durumdur. Öğrencilere, sınıfta anlatılan geçmiş bilgi ile yenisi arasında bağlantı kurmada yardımcı olunmalıdır. Öğrencilere, ihtiyaç duydukları başarı hissi verilmelidir.
- 7. Öğretileni sınamama:** Öğretilen içerik ve değerlendirme soruları arasında bir uyum olmalıdır. Diğer bir anlatımla, öğretim öğrencilerde istenen davranış değişikliklerine yönelik olmalıdır. Değerlendirme teknikleri/maddeleri hem içerik hem de öğrenci performans hedefleriyle uyumlu olmalıdır.

2.10. Eğitim ve Öğretim Teknolojisi

Galbraith (1967) teknoloji kavramını, “bilimsel ya da diğer sistematik bilgilerin pratik alanlara sistemli bir şekilde uygulanması” olarak tanımlar (Yalın, 2004).

Alkan (1987) teknolojiyi; bilim, üretim, hizmet, ulaşım vb. alanlardaki sorunlara uygulanması olarak tanımlamaktadır. Teknoloji kavramı, “makineler, işlemler, yöntemler, süreçler, sistemler, yönetim ve kontrol mekanizmaları gibi çeşitli öğeleri” kapsamaktadır. Teknoloji “bu öğelerin belirli bir düzende bir araya getirilmesiyle oluşan ve bilim ile uygulama arasında köprü görevi yapan bir disiplindir” (Yalın, 2004).

McDermott’ a (1981) göre teknoloji, “Somut ve deneysel anlamda temel olarak teknik yönden yeterli küçük bir grubun örgütlü bir hiyerarşi yardımıyla bütünü geri kalanı (insanlar, olaylar, makineler vb.) üzerinde denetimi sağlamasıdır” (Yıldırım, 2005).

Verilen bu tanımlar incelenip birleştirildiğinde teknolojinin, bilim ile uygulama arasında bir köprü görevi görmekte olduğu ve insanların başa

çıkamadıkları ya da zorlandıkları alanlarda bilimsel yöntemler kullanılarak, sorunlarına çözüm üretilmesi işlemi olduğu ortaya çıkar.

Teknolojik gelişmeler, dünyamızı dün olduğu gibi bugün de çok hızlı bir şekilde değiştirmektedir. Sonu olmayan teknoloji gelişimi için atılan her adım, yeni gelişmeler için birer ön adım niteliğindedir. Teknoloji kendisi zaten bir dinamik olup, her gün yenilik, gelişim ve değişim geçirir. İnsanoğlunun hep "...de olsaydı / ...daha olsaydı." gibi isteklerine karşın da bu süreç devam edecektir.

Eğitim ve öğretim açısından teknoloji kavramı birbirine sıklıkla karıştırılan fakat birbirinden farklı olarak incelenmesi gereken iki terime sahiptir. Bunlar öğretim teknolojisi ve eğitim teknolojisidir.

Öğretim Teknolojisi: Öğretimin, eğimin bir alt kavramı olduğunu anlayışına dayalı olarak ve belirli öğretim disiplinlerinin kendine özgü yönlerini dikkate alarak düzenlenmiş teknoloji ile ilgili bir terimdir (Yalın, 2004).

Commission on Instructional Technology öğretim teknolojilerini iki şekilde tanımlamaktadır (Yıldırım, 2005). Bu tanımlardan birincisi öğretim teknolojilerinin geleneksel yaklaşımını ifade etmekte, ikincisi ise çağdaş yaklaşımı ifade etmektedir.

1. İletişim devrimi ile birlikte şekillenen medyanın, öğretmen, kitap, yazı tahtası ile beraber öğretimsel amaçlar için kullanılmaya başlamasıdır.
2. Belirlenmiş hedefler uyarınca, daha etkili bir öğretim elde etmek için, öğrenme ve iletişim konusundaki araştırmaların ve ayrıca insan kaynakları ve diğer kaynakların beraber kullanılmasıyla tüm öğrenme/öğretme sürecinin sistematik bir yaklaşımla tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesidir.

Öğretim teknolojisinin anlamı üzerinde çalışan David Engler (1972) de iki tanım üzerinde durmuştur: Birinci ve yaygın bilinen anlamıyla öğretim teknolojisi, televizyon, hareketli resimler, kasetler diskler, kitaplar ve yazı tahtası gibi donanımı ifade eden iletişim araçlarını (medya) anlatır. İkinci ve daha dikkat çekici anlamı ise, davranış biliminin bulgularının öğretimsel problemlere uygulanması sürecini ifade eden anlamıdır. Her iki tanımda da ortak olan, öğretim teknolojilerinin bağımsız değişken (objektif) olmasıdır (Yıldırım, 2005).

Erdem (2003) öğretim teknolojisini, "doğrudan öğrencinin yönlendireceği teknolojik ortamlarda gerçekleşecek öğrenmeleri, verimli kılmaya dönük ilkeleri

ortaya koyan ve bunların uygulama sonuçlarıyla ilgilenen bir disiplin” şeklinde açıklamıştır.

Knezevich ve Eye’ e (1970) göre öğretim teknolojisi, “Davranış değişikliği ya da başka herhangi bir öğrenme sonucunu elde etmek için sarf edilen araç kullanarak ya da kullanmadan, hali hazırda var olan veya kazanılacak her türlü çabayı anlatır (Yıldırım, 2005).

Eğitim Teknolojisi: İnsan öğrenmesi olgusunun tüm yönlerini içeren, problemleri sistematik olarak analiz etmek, bunlara çözümler geliştirmek üzere ilgili tüm unsurları (insan gücünü, bilgileri, yöntemleri, teknikleri, araç gereçleri, düzenlemeleri vb.) işe koşarak uygun tasarımlar geliştiren, uygulayan, değerlendiren ve yöneten karmaşık bir süreçtir (Yalın, 2004)

National Academy of Engineering's Instructional Technology Committee on Education, eğitim teknolojisini şöyle tanımlar: "eğitim teknolojisi öğretme/öğrenme biliminin sınıf ortamı aracılığıyla gerçek dünya şartlarına uygulanmasıyla elde edilen bilgiler bütünüdür. Bu süreç içerisinde geliştirilen her türlü yöntem ve araç da bu uygulamaya yardım etmek amacını taşır" (Yıldırım, 2005).

Eğitim teknolojisi öğrenme sürecini geliştirmek için oluşturulan her türlü sistemi, tekniği ve yardımı içerir. Böyle bir yapıda Yıldırım’ a (2005) göre şu dört özellik önemlidir.

- Öğrencinin ulaşması hedeflenen amaçların tanımlanması,
- Öğrenilecek konunun öğretim ilkelerine göre analiz edilip, öğrenilmeye uygun şekilde yapılandırılması;
- Konunun aktarılabilmesi için uygun medyanın seçilip kullanılması;
- Dersin ve derste kullanılan araçların etkililiğini ve öğrencilerin başarı durumlarını değerlendirmek için uygun değerlendirme yöntemlerinin kullanılması.

2.11. Bilgisayar Destekli Eğitim

Bilgisayar destekli eğitim (B.D.E.) öğretimsel içerik ya da faaliyetlerin bilgisayar yoluyla aktarılmasıdır (Hannfin ve Peck, 1989). Bilgisayar destekli eğitim, genellikle sadece bilgisayarın, materyal geliştirmede bir araç olarak kullanılması olarak görülse de gerçekte bilgisayarın, bilgisayar destekli eğitimde rolü oldukça farklıdır. Bilgisayar destekli eğitim, öğrencileri belli konuları öğrenmelerine destek olacak ortamları sağlamaya yönelik olarak kullanılmaktadır. Bilgisayarın, öğrenmenin meydana geldiği bir ortam olarak kullanıldığı, öğretim sürecini ve öğrenci motivasyonunu güçlendiren, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre yararlanabileceği, kendi kendine öğrenme ilkelerinin bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemidir. Öğretim sürecinde öğrencilerin, bilgisayarda programlanan dersler ile etkileşimde bulunduğu, öğretmenin rehber, bilgisayarın ise ortam rolünü üstlendiği etkinlikler olarak tanımlanabilir. B.D.E de bilgisayar genellikle bir öğretici, bir alıştırmayı yaptıran, bir uygulayıcı veya bir olayın benzerini canlandırıcı sistem olarak kullanılır.

Bilgisayar destekli eğitim, “öğrencinin bir bilgisayar ucu başında öğrencilerin gösterebilecekleri türlü tepkiler göz önünde tutularak hazırlanmış bir bilgisayar izlencesi ile etkileşim içinde, kendi öğrenme hızına göre kullanabildiği öğretim türü, bu soruna ilişkin araştırma ve uygulama alanıdır” Köksal (1981).

Alkan' a (1984) göre bilgisayarı eğitimde kullanma gereksinimi; eğitim isteminin yoğun boyutlara ulaşması, öğrenci sayısının hızla artması, bilgi miktarının artması, karmaşıklaşan içeriğin kristalize edilerek öğrenciye kazandırılabilmesi, nitel ve nicel yönden öğretmen yetersizliği ve bireysel farklılıklar gibi etmenler sonucu ortaya çıkmıştır (Yıldırım, 2005)

Günümüzde eğitimin önemi herkes tarafından bilinmektedir. Bu da herkesi daha iyi bir eğitim almaya mecbur bırakmaktadır. Eğitim alacak insan sayısının artması da bazı kısıtlı kaynakların daha çok ortak kullanımını gerektirdiği için eğitimin niteliğinde bozulmalar meydana gelebilmektedir. Çünkü eğitim kaynakları pastasından birey başına düşen pay azalacaktır. Bilimin ürettiği bilgi miktarı gün geçtikçe artmaktadır ve her gün bilgi denizine yeni damlalar eklenmektedir. Bu

bilgilerin gerekli olanlarının süzülerek bireye düzgün ve kalıcı olarak aktarılması işlemi eğitimcilerin üzerinde durdukları ana konudur. Bilgisayar, ilk alım maliyeti yüksek olması sebebiyle eğitim için oldukça maliyetli gibi görünse de, öğrenciyi aktif tutması, öğrenci merkezli eğitimi sağlaması, bilgiyi istenilen formatta sunabilmesi vb. faydalarıyla, elde edilen verim sayesinde uzun vadede hesaplı bir eğitim aracıdır. Bilgisayar destekli öğretimde, bilgisayar ve eğitim amaçlı tasarlanmış özel eğitim yazılımları sayesinde etkili bir öğretimin yapılabilmesi için gerekli olan ilkeler daha kolay bir şekilde uygulanabilmektedir.

Bilgisayar destekli eğitimde bilgisayar, öğretmenin rolünü üstlenici ve onun yerine geçecek bir eğitim aracı olarak değil, öğretime yardımcı, tamamlayıcı, güçlendirici bir materyal olarak görülmelidir. Böylece bilgisayar bir amaç değil, bir araç olarak eğitime hizmet etmiş olur.

2.11.1. Bilgisayar destekli eğitimin avantajları

- 1. Öğrenme hızı:** Bilgisayarlar yapıları gereği kullanıcının verdiği talimatlara göre çalıştığı için, kullanıcıdan işleme devam etmeden önce ilerleme komutu beklerler. Yani bilgisayarlar öğrencinin öğrenme hızına göre yavaş ya da hızlı çalışabilirler. Bu da öğrenciyi daha rahat bir öğrenme ortamı sağlar. Bazı öğrenciler, diğerlerine göre daha yavaş öğreniyor olabilir. Bu öğrenciler bilgisayar destekli eğitimde gerek duydukları takdirde konu anlatımını tekrar tekrar çalıştırabilecekleri için kendi öğrenme hızında öğrenmiş olurlar. Yani bilgisayar hızlı öğrenen ile yavaş öğrenen arasındaki eşitsizliği ortadan kaldırarak, sınıfın öğrenme düzeyinin daha eşit bir düzeyde tutulmasını sağlar.
- 2. Katılımcı öğrenme:** Bilgisayarın ders anında tek muhatabı öğrencidir. Yani ders bilgisayar ile öğrenci arasındaki iletişimle kurulmaktadır. Bilgisayar yönlendirmeleri, konu anlatım sırasını vb. değişkenleri öğrencinin vereceği cevaba göre ayarlayacaktır. Bu yüzden ona sürekli sorular sorar ve böylece öğrenciyi aktif tutar. Aynı zamanda bilgisayar aldığı cevapların doğruluğunu çok

kısa bir süre içinde kontrol ederek öğrenciye geri bildirim verir ve bu duruma göre öğrenciyi tekrar yönlendirir.

3. **Öğretimsel etkinliklerin çeşitliliği:** Bilgisayar ses, video, grafik gibi değişik ortamların kullanılabilmesi zengin bir multimedya ortamı sunmaktadır. Öğretimde farklı ortam öğelerinin kullanılması da öğretimin etkinliğini artırmaktadır.
4. **Öğrenci etkinliklerinin ve performansının izlenebilmesi:** Bir öğrencinin konu üzerinde harcadığı zaman, gösterdiği performans, konudaki kaldığı bölüm vb. bilgiler kolaylıkla bilgisayar hafızasında tutulabilmektedir. Bu bilgiler daha sonra öğretmene öğrencileri hakkında bilgi verir. Öğretmen, hangi konuyu tekrarlayacağını, hangi konunun anlaşılıp hangisinin anlaşılmadığını, hangi öğrencinin hangi konudaki başarısının ne olduğunu vb. bilgileri bilgisayardan alarak bu bilgilere göre öğretimi düzenleyebilmektedir.
5. **Zamandan ve ortamdaki bağımsızlık:** Bilgisayar öğrencilerin, öğrenmek istedikleri konuya ait materyali istedikleri zaman ve istedikleri yerde çalışabilmelerine imkân sağlar. Öğrenciler eğitim materyalinin, istedikleri bölümünü atlayabilir ve istedikleri bölümünü tekrar çalışabilir. Yani öğrenci, konuların öğrenme sırasını ve öğrenme zamanını kendi öğrenme düzeyine göre kendisi ayarlamış olur.
6. **Görsel çekicilik:** Bilgisayarda grafik, animasyon, ses efekti, canlı video görüntüleri vb. farklı ortamların bulunması bilgisayara olan ilgiyi artırmaktadır. Böylece öğrenciler bilgisayara karşı bir ilgi ve merak içinde olmaktadır. Bilgisayarın öğrenciler için çekici olması, öğrencilerin bilgisayarda öğrenmeye karşı ilgilerini de artıracaktır. Bilgisayarın öğrenci için çekici hale gelmesi de öğrenme etkinliğini artıracaktır.
7. **Motivasyon:** Bilgisayarın öğrenciler için cazip bir öğrenme ortamı olması sebebiyle ve öğrencilerin seviyelerine ve konularına uygun olarak hazırlanmış ders materyalleri eşliğinde işlenmesiyle öğrencinin derse karşı olan tutumları olumlu yönde olmasını sağlayarak, motivasyonlarını artıracaktır. Öğrencinin motivasyonunun artması öğrenme etkinliğini artırıcı bir öğedir.
8. **Özel durumlar:** Özel durumu olan öğrenciler için bilgisayar harika bir öğrenme ortamıdır. Çeşitli nedenlerle okula gelemeyen öğrenciler için bilgisayarın bireysel

öğretim avantajından yararlanarak, duyamayan ya da göremeyen öğrenciler için bilgisayarın hem görsel hem işitsel medya öğelerini birlikte destekleyebilmesi sayesinde farklı ortamları bir araya getirme özelliğinden yararlanılarak öğretim yapılabilir. Bu durumda olan öğrenciler daha küçük bir yardımla ya da kendi kendilerine öğrenebilirler.

- 9. Tutarlılık:** Bilgisayar öğretilcek içeriği tüm öğrencilere doğru, güvenilir ve tutarlı bir şekilde sunar. Böylece bir sınıfta anlatılan bir dersin başka bir sınıfta anlatılmaması, bir sınıfta çözülen bir problemin başka bir sınıfta çözülmemesi ya da farklı sınıflarda farklı metotlarla işlenmesi gibi problemler ortadan kalkmış olur. Tüm öğrenciler aynı bilgiyi aynı kaynaktan alma şansına sahip olurlar.
- 10. Etkinlik veya etkililik:** Bilgisayar görsel, işitsel vb. farklı ortamları bir arada bulundurabilmektedir. Bu yüzden öğrencinin birden fazla duyu organına hitap etmektedir. Öğreten, öğrencinin ne kadar çok duyu organına hitap ederse, öğrenme de o oranda fazla gerçekleşecektir. Hem de kriterlerine uygun olarak hazırlanmış bir eğitim materyali ile konular daha kısa sürede daha iyi öğretilmektedir. Böylece daha az zamanda, daha fazla bilgi öğretilerek öğretimin etkinliği artırılmış olmaktadır.
- 11. Bilgi yönetimi:** Bilgisayar, adından da anlaşılacağı üzere bir bilgi bankasıdır. Her türlü bilgiye erişebileceğimiz bir kütüphane gibidir. Günümüzde bilgisayarın bilgi depolama kapasiteleri devasa boyutlara gelmiştir. Ayrıca internet sayesinde dünyadaki her türlü bilgiye erişimimiz hem çok daha kısa zamanda gerçekleşmekte hem de çok daha kolay olmaktadır.

2.11.2. Bilgisayar destekli eğitimin dezavantajları

- 1. Gelişimde fiziksel sınırlama:** Bilgisayar başında uzun süreli kalmak, uzun süreli ekrana bakılmasından dolayı göz problemlerine ve uzun süreli aynı pozisyonda oturmadan dolayı kemik gelişim problemi gibi sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Bilgisayarın bu zararlı etkilerinden kurtulabilmek için öğrenci

ekran filtresi kullanmalı, ekrana çok yakın durmamalı ve bilgisayar başındayken ara sıra kalkıp mola vermelidir.

2. **Gelişimde psikolojik sınırlama:** Bilgisayar başında uzun süreli kalmak fiziksel olduğu kadar psikolojik rahatsızlıklar da ortaya çıkarabilmektedir. Bu durumda öğrenci kendini toplumdan soyutlayarak kendisi ile bilgisayar arasında sanal bir dünya kurabilmektedir. Yani, bilgisayar bireyin sosyalleşmesini engellemektedir. Çevresiyle iletişimini koparabilmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için öğrenci, ebeveyni kontrolü altında olmalı, sosyalleşmesini engelliyici miktarda bilgisayar başında kalmamalıdır.
3. **Kısıtlı ekran görüntüsü:** Her ne kadar bilgisayarlar ses, grafik, video gibi farklı ortamları desteklese de sınırlı bir ekran alanına sahiptirler. Bu yüzden görmek istenilen görüntülerin tamamı aynı anda ekranda olmayabilir. Ekranın kaydırma çubukları vasıtasıyla sağa sola kaydırılması gerekebilmektedir. Bu durum, öğrencinin dikkatini dağıtarak, çalıştığı konuya konsantre olmasını engelleyebilir. Rahatsızlık verici bu durum öğretimin etkinliğini azaltabilir. Kullanılan ders materyallerinin ilkelere uygun olması ve öğrenme verimini maksimumda tutucu olması gerekir.
4. **Fiyat:** Bir eğitim kurumu için bilgisayarın ve gerekli yazılımların alınması, ilk alım maliyetini oldukça yüksek bir değerde tutmaktadır. Ancak maliyet gerektiren bazı dersler düşünüldüğünde, bilgisayarın simülasyona imkân tanınması ve diğer faydaları da göz önünde bulundurulduğunda, uzun vadede karlı bir eğitim aracı olacağı unutulmamalıdır.
5. **Yazılım azlığı:** Piyasada belki çok miktarda eğitim yazılımı olabilir. Ancak bunlardan çok azı istenilen kriterlere, müfredata, materyal tasarım ilkelerine ve hedef kitlesi bizim öğretim yaptığımız hedef kitlesine uygun yazılımlar olacaktır. Bu olumsuz özellikteki yazılımlar da çıkarıldığı zaman istenilen özellikte ve özellikle Türkçe yazılım bulma imkânı oldukça azalmaktadır. Bilgisayarın mevcut olması eğitim için yeterli bir eğitim aracı olmayacaktır. Üzerinde çalıştırılacak uygun bir yazılım da gerekmektedir.
6. **Uyumluluk:** Bir işletim sistemi için yazılan bir eğitim yazılımı başka bir işletim sisteminde kullanılamayabilir. Ya da yazılım güncellemesi, internet bağlantısı gibi ek ücret gerektiren durumlar ortaya çıkabilir. Ya da bilgisayardaki diğer bazı

programlarla çakışarak her bilgisayarda kullanılması mümkün olmayabilir. Bu durum istenilen eğitim yazılımının bulunabilmesi ve kullanılabilmesi ihtimalini azaltmaktadır.

- 7. Kullanım Hakları:** Piyasayadaki yazılımların çoğu kopyalanarak çoğaltılmış yazılımlardır. Kopya yazılım kullanılması ile üreticinin hakkı gasp edilmekte ve bu durum yazılım şirketini zor durumda bırakmaktadır. Yazılımları kopya edilen şirketler de, hakları olan geliri elde edemediği için yeni ve daha gelişmiş eğitim yazılımları geliştirememekte ya da böyle bir çalışmaya girememektedir.
- 8. Sınırlı hedefler:** Eğitim yazılımlarının çoğu, öğrenciye bilgi aktarmaya ya da bilgisini ölçmeye yani bilişsel alana yöneliktir. Fakat öğrencilerin eğitim sonunda istenen davranışları kazanıp kazanmadığı ölçülememektedir. Yani davranışsal ve psikomotor öğrenmelerin sonucu görülememektedir.

3. TAKIM TEZGÂHLARI VE CNC

3.1. Takım Tezgâhı Nedir?

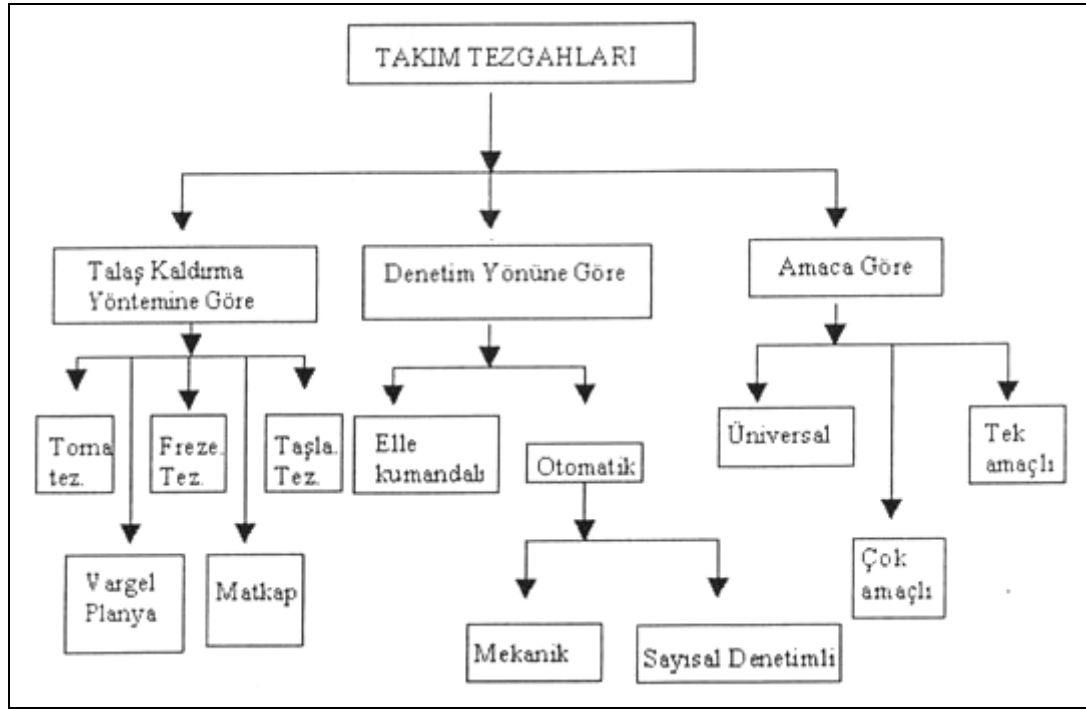
Hammadde halinde bulunan bir malzemeden istenilen şekil, biçim ve görünüşe uygun bir malzeme elde etmek için kullanılan üretim araçlarına takım tezgâhı denir. Takım tezgâhları ile başta metal olmak üzere ağaç, mermer, plastik vb. diğer malzemeler de işlenebilir.

Takım tezgâhına bağlanan hammadde tezgâhın amacına, görevine, fonksiyonlarına uygun ve takım tezgâhının belirli parçalarına verilen hareketler sayesinde bir dizi işlemde geçer. Bu tür tezgâhlarla yapılabilecek imalat, talaşlı ve talaşsız olmak üzere ikiye ayrılır. Talaşlı imalat, iş parçası yüzeyinden talaş (parça) kaldırılmak suretiyle yapıldığı için bu ad verilmiştir. Tornalama, frezeleme, delme, vargelleme, broşlama, taşlama, honlama, lepleme gibi işlemler talaşlı imalat yöntemine girerken döküm, dövme, presleme, haddeleme, çekme, sıvama, bükme, kaynak yapma, yapıştırma, lehimleme gibi işlemler de talaşsız imalat yöntemine girmektedir. Tüm bu işlemlerin ortak özelliği takım, parça ve işlem üçlüsü üzerine kurulmasıdır.

Eskiden daha çok talaşsız imalat yöntemleri kullanılırken günümüzde daha çok talaşlı imalat yöntemleri kullanılmaktadır.

Takım tezgâhları talaş kaldırma yöntemine göre, denetim sistemine göre ve amacına göre olmak üzere üç şekilde sınıflandırılabilir. Talaş kaldırma yöntemine göre tezgâhların, takım ile parçanın hareketleri de göz önünde bulundurularak torna, freze, matkap vb. gibi isimler alır. Denetim sistemine göre tezgâhların, işlenen parçanın kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği gibi teknolojik bilgileri göz önünde bulundurularak, elle kumandalı ya da otomatik (NC, CNC) çeşitleri vardır. Amaçlarına göre tezgâhların, farklı parçaları işleyebilme kabiliyetine göre universal, tek amaçlı ya da çok amaçlı olmak üzere üç çeşidi vardır. Universal tezgâhlarda her çeşit parça işlenebilirken, çok amaçlı tezgâhlarda işlenecek parça çeşidi sınırlıdır. Tek amaçlı tezgâhlarda ise sadece tek çeşit işlem yapılır. Örneğin, çok amaçlı

tezgâhlardan çubuk işleme tezgâhlarında sadece silindirik parçalar işlenirken, tek amaçlı tezgâhlardan vida açma tezgâhında sadece vida açma işlemi yapılır. Aşağıda Akkurt (1991) tarafından oluşturulan takım tezgâhlarına ait sınıflandırma bulunmaktadır.

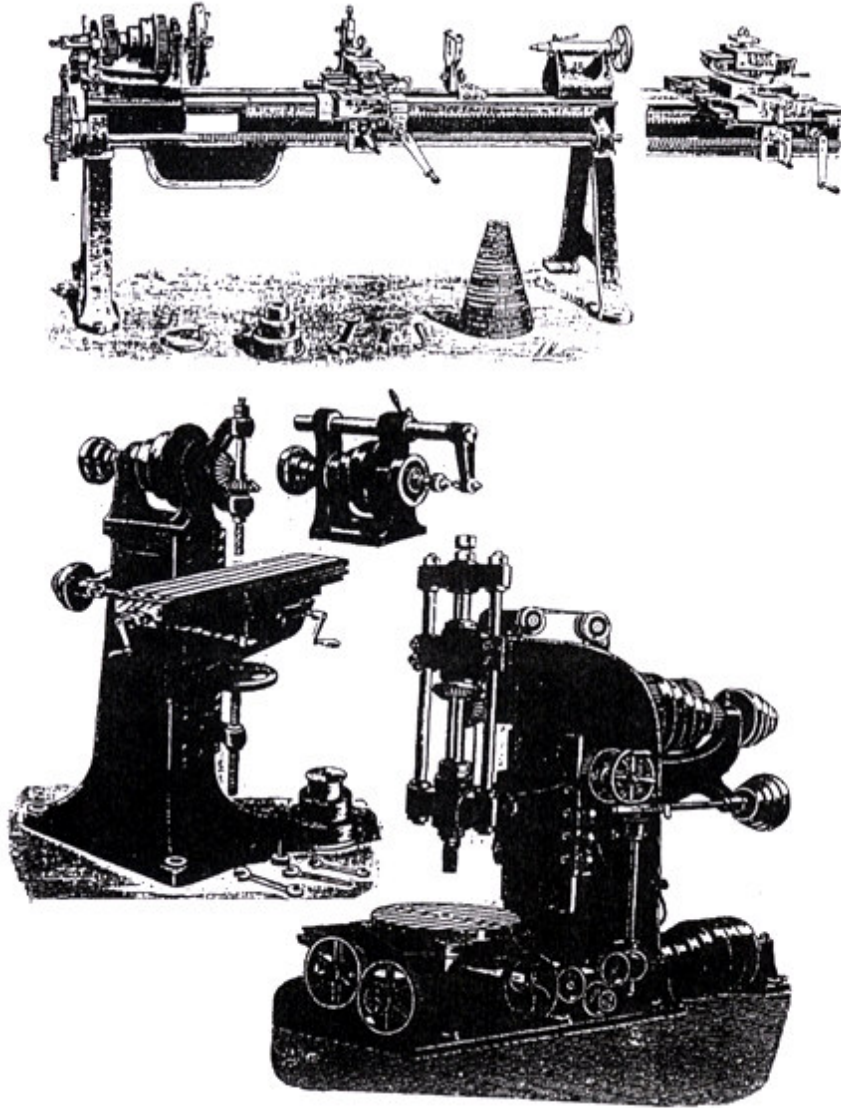


Şekil 3.1: Takım Tezgâhlarının Sınıflandırılması

3.2. Takım Tezgâhlarının Gelişimi

Soysal'ın (1991) aktardığına göre takım tezgâhlarının ilk görünürlüğü 16. yüzyıla kadar gitmektedir. 1540 yılında Torriano isimli bir İtalyan, İspanyol kralı V. Charles' a hediye edilecek saatin imalatında freze tezgâhının ilk örneklerinden birini kullanmıştı. Bu tezgâh ayarlanabilir kesme delikli bir kesici ile döner bir indis tablasından oluşmaktaydı. Modern takım tezgâhlarının ilk atası 1775 yılında John Wilkinson tarafından yapılan yatay delik işleme tezgâhı kabul edilmektedir. İlk torna tezgâhı ise 1780'li yılların ortasında İngiliz Henry Maudstay tarafından yapılmıştır (Özdeveci, 2001).

Aşağıdaki şekilde 1900'lü yıllara ait torna ve freze tezgâhları görülmektedir.



Şekil 3.2: 1900'lü yıllarda torna ve freze tezgâhları

Teknolojik gelişmelere paralel olarak takım tezgâhlarında kaliteyi artırmak, kolay üretilebilirliği sağlamak, düşük maliyet ve işleme koşullarının kolaylıkla değiştirilebilmesini sağlamak amacıyla otomasyona geçilmiştir. Böylece parçanın işlenmesine ait bilgi verilerinin insan tarafından verildiği konvansiyonel tezgâhlardan sonra verilerin tezgâhın anlayabileceği kodlardan oluşmuş program tarafından verildiği nümerik (sayısal) kontrollü takım tezgâhları ortaya çıkmıştır.

Nümerik Kontrol (NC), “Bir hareketi sayısal olarak kontrol etmek veya harekete sayısal olarak kumanda etmektir”. Başka bir tanımla nümerik kontrol, “belirli bir sayı sistemine göre kodlandırılmış giriş sinyallerinin uygun mantık devrelerine bir sistemi kontrol etmek amacıyla uygulanması ve verilen komutlara uygun olarak istenilen çıkışın belirli bir tolerans içerisinde sağlanmasına denir” (Koçlu, 2002).

NC (Numerical Control - Sayısal Kontrol) takım tezgâhlarında üretilmek istenen parçanın özelliklerine ve parçanın şekline bağlı olarak program, tezgâhın kontrol ünitesine yazılır. Tezgâhta okunan bilgiler doğrultusunda hareket komutu tezgâhın hareketli parçalarına gönderilir ve gerekli parçaların hareket etmesi sağlanarak parça işlenir.

Yine teknolojik gelişmelerle birlikte, bilgisayarın da hayatımıza girmesiyle birlikte üzerinde program kodlarını depolamayan NC tezgâhların bilgisayar ile entegrasyonu sonucunda CNC (Computer Numerical Control - Bilgisayarlı Nümerik Kontrol) tezgâhlar ortaya çıkmıştır. CNC tezgâhları belirli harf, rakam ve sembollerden oluşan ve belirli bir mantığı olan kodlanmış komutlara bağlı olarak tezgâha bağlanan iş parçasını işleyen makinedir.



Şekil 3.3: Nümerik Kontrollü Takım Tezgâhları a) NC b) CNC

Çeşitli evrelerden geçen metal işleme yöntemlerinde şu anda CNC (Computer Numerical Control - Bilgisayarlı Nümerik Kontrol) tezgâhları ile çalışmak operatöre çok büyük avantajlar sağlamaktadır.

İlk nümerik kontrollü tezgâh, ABD savunma bakanlığının bir siparişi üzerine Massachusetts Institute of Technology(MIT) laboratuvarlarında 1952 yılında, üç eksenli bir freze tezgâhı şeklinde meydana getirilmiştir. Ancak sanayide kullanılmak üzere ilk NC tezgâhı 1956 yılında yapılmış ve 1957 yılından başlayarak fabrikalarda çalışmaya başlamıştır. Bu tarihten sonra, NC ve daha sonra CNC sistemleri teknolojinin gelişmesine paralel olarak gittikçe gelişmiş ve farklı alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde genellikle CNC tezgâhları imal edilmekte ve kullanılmaktadır. Az miktarda da olsa konvansiyonel tezgâhlar bazı yerlerde halen üretilmekte ve kullanılmaktadır.

CNC tezgâhlarında, tezgâh kontrol ünitesinin bilgisayar ile entegrasyonu sayesinde programların hafızada muhafaza edilebilmelerinin yanında parça üretiminin her aşamasında programı durdurma, programda gerekli olabilecek değişiklikleri yapabilme, programa kalınan yerden tekrar devam edebilme ve programı son şekliyle hafızada saklayabilme işlemlerinin yapılabilmesi mümkündür. Bu nedenle programın kontrol ünitesine bir kez yüklenmesi yeterlidir. Programların tezgâha aktarımı direk panel aracılığıyla olabileceği gibi kodların bilgisayarda üretilerek, sayısallaştırılmış bilgilerin bir kablo vasıtasıyla tezgâha aktarımı şeklinde de olabilir (Dinçel, 1999).



Şekil 3.4: Yıllara Göre Takım Tezgâhlarının Gelişimi

Dinçel' e (1999) göre, "CNC, eskiden torna, freze, matkap vb. gibi makinelerle yapılan parça işleme işinin günümüz teknolojisine uyarlanarak bilgisayar

destekli hale gelmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bilgisayar destekli kontrol sayesinde, metal kesme ve talaş kaldırma işlemlerinde yeni bir çağ açılmıştır”.

3.3. CNC Tezgâhların Kullanımı Ve Özellikleri

CNC tezgâhlar da konvansiyonel tezgâhlar gibi hammaddeden işlenmiş ürün elde etmek için kullanılır. Öncelikle parçayı işlemek için hazırlık yapılır. Bu hazırlık;

- 1.Programın kâğıt üzerinde, bilgisayarda ya da direk tezgâh üzerinde oluşturulması,
- 2.Eğer program tezgâh üzerinde oluşturulmamışsa tezgâha aktarılması,
- 3.İşlenecek iş parçasının (hammaddenin) CNC tezgâhına bağlanması,
- 4.Gerekli takımların takım kutusuna(taret, magazin) bağlanması
- 5.CNC tezgâhının referans noktasının ayarlanması işlemlerinden oluşur.

Bu aşamalardan sonra parça verilen program doğrultusunda tezgâh tarafından işlenir. Yani konvansiyonel tezgâhlardan farklı olarak tüm işlemler operatörün verdiği programa göre ve onun kontrolü altında otomatik olarak yapılır.

3.4. CNC' nin Yapısal Özellikleri

Gövde ve Kızaklar: Tezgâhın iskeletini oluşturan metalik kısımdır. Uzun süreli ve ani kesme darbelerine karşı gövdenin oldukça dayanıklı olması gerekir. Kızaklar da uzun süreli çalışmalarda aşınma yapmayacak sert malzemedendir yapılır ve tezgâhın çalışması sırasında bu bölgede yağlama yapılır.

Ayna: İşlenecek parçanın tezgâha monte edildiği bölümdür. Genellikle üç ayaklı aynalar kullanılır. Bazı tezgâhlarda dönme hareketi yaparken bazılarında sabittir.

İş Mili Motoru: İş parçasının bağlandığı aynayı ve iş milini döndüren motordur. Burada kullanılan motorlar servo motordur. Programdan alınan bilgilere göre iş milini dolayısıyla aynayı döndürür, hızını ayarlar ya da durdurur.

Karşı Punta: Parçanın işlenmesi sırasında dengesinin sağlanması için karşıdan destekleyen parçadır. Özellikle uzun iş parçalarının hızla dönerken takımın kesme işlemi sırasında dengesini kaybetmemesini sağlar. Bazı tezgâhlarda bu parça dönebilir ve bu program vasıtasıyla ayarlanabilir. Bazı tezgâhlarda ise bu parça yoktur onun yerine ikinci bir ayna vardır.

Taret: Tezgâhın kesici takımlarını taşıyan kısmıdır. Aynı anda 6–8 ya da 12 takımı üzerinde bulunduran bir takım kutusudur. Parçanın işlenmesi sırasında dönerek istenilen takım kullanım pozisyonuna getirir.

Prob: Takım ölçme tertibatıdır. Kesici takımların, önceden üretici firma tarafından belirlenmiş noktalara göre takım uç koordinatlarını belirler. Tezgâh, ölçüm sonuçlarını kaydeder ve kesme işlemini bu ölçüleri göz önünde bulundurarak yapar.

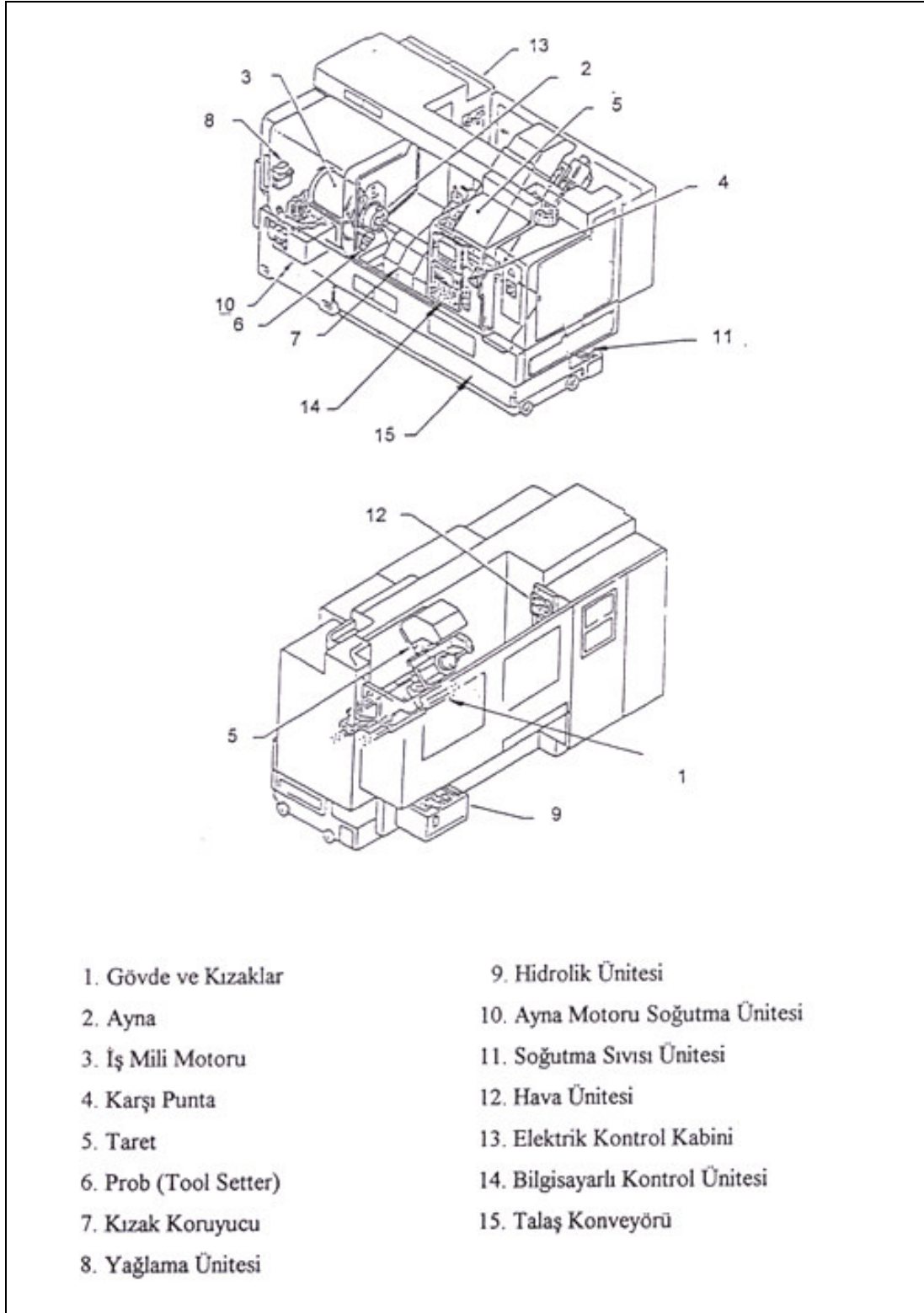
Yağlama Ünitesi: Tüm hareketli parçaların aşınmaya karşı korunması için yağlama işlemini yapar.

Soğutma Ünitesi: İş mili motorunun uzun süreli çalışmalarda dayanıklılığının artması için motorun etrafındaki soğutma kanallarından soğutma sıvısı geçirerek motorun aşırı ısınmasını engeller.

Soğutma Sıvısı Ünitesi: Kesme anında takımın aşırı ısınmasını önlemek için kesme işleminin yapıldığı noktaya soğutma sıvısı püskürtür. Bu işlem ayrıca iş parçasından kopan talaş parçalarının parçadan uzaklaşmasını sağlayarak kesme işleminin daha rahat yapılmasını sağlar.

Bilgisayarlı Kontrol Ünitesi: Ekran tuş takımı, ana işlem kartı, ekran kartı gibi birimlerden oluşur. Tezgâhın kumanda edildiği yerdir.

Talaş Koveyörü: İş parçasından kalkan talaşların, parçadan uzaklaştırılması ve uygun bir şekilde muhafaza edilmesi için talaşları taşıyan birimdir.



Şekil 3.5: CNC Torna Tezgâhının Kısımları

3.5. CNC Tezgâhları İle İlgili Temel Kavramlar

1. Hareket Doğrultuları (Eksenler): CNC tezgâhlar farklı eksenler farklı hareket yönlerine sahiptir. Örneğin, CNC torna, CNC freze, CNC matkap vb. farklı cins tezgâhlar da eksenler farklı yönlerde hareket ederken teknolojinin gelişmesiyle birbirine dik üç eksenin yanında bunların karışımlarını kullanan 5 ya da 6 eksenli tezgâhlar da bulunmaktadır. CNC Programında genellikle X,Y,Z,U,V,W gibi farklı harfler ile isimlendirilirler.

2. Referans Noktaları: CNC tezgâhlar, eksenleri üzerinde başlangıç veya referans pozisyonu olarak önceden tanımlanmış bir konumu referans noktası olarak kullanırlar. Referans noktaları, tezgâh açıldığında tezgâhın bu konumlara gönderilmesi suretiyle tezgâhın mekanik pozisyonu ile kontrol sisteminin pozisyonunun senkronize edilmesinde kullanılır. Bu nokta aynı zamanda; sifıra gönderme pozisyonu, home(ev) pozisyonu ya da ızgara sıfır konumu olarak da bilinir.

3. İş Mili Kontrol Fonksiyonu: CNC programlarında S (Spindle kelimesinin kısaltılmasından oluşur) harfi iş mili devrini belirtmede kullanılır. Örneğin; S1000 komutu iş milinin 1000 devir/dakika hızında döndürüleceğini belirtir. İş milinin saat yönünde döndürülmesi, saat tersi yönünde döndürülmesi ya da durdurulması ilgili M kodları ile kontrol edilir.

4. Otomatik Takım Değişirme Kontrol Fonksiyonu: CNC programlarında T (Tool kelimesinin kısaltılmasından oluşur) harfi ile birlikte kullanılan sayısal değerler ile taretdeki hangi takımın iş miline takılacağı bu takıma ait telafi değerlerinin nereden okunacağı belirlenir.

5. Soğutma Sıvısı Kontrol Fonksiyonu: CNC tezgâhlarda iş milinin aşırı ısınmasını önlemek amacıyla kullanılan soğutma sıvısı açma ve kapama kontrolü ilgili iki M kodu ile kontrol edilir.

6. Otomatik Palet Değişirme Kontrol Fonksiyonu: CNC tezgâhlarda kullanılacak paletin hazırlık bölgesinden çalışma bölgesine alınması için ilgili iki M kodu kullanılır.

7. İnterpolasyon: Takım tek bir eksende hareket ettirilmek istenirse, verilen komuta göre iş mili tam düz bir hat boyunca hareket edecektir. Fakat takım iki eksen üzerinde birlikte hareket ettirilmek istenirse (Örneğin, hem X hem de Y eksenlerinde hareket edecekse) hareketin başladığı noktadan bittiği noktaya kadar olan iki nokta arasını birbirine bağlayan hat boyunca, mümkün olan en küçük hata ile bu doğru üzerinde kalmak suretiyle, ilgili eksenler üzerinde çok küçük artım birimleriyle hareket edecektir. Günümüzde bu artım birimleri 0,001 mm. ya da 0,0001 mm' gibi çok küçük değerlerdedir.

8. Hızlı Hareket (Boşta İlerleme - Pozisyonlama): İşlem sırasında takımın kesme yapmadığı durumlarda işleme zamanını kısaltmak için bir sonraki noktaya konumlanmak için tezgâh imalatçısı tarafından tespit edilen hızda gitmesidir. CNC takım tezgâhlarının programlanmasında boşta ilerleme için G00 kodu kullanılır.

9. Doğrusal Hareket: Takımın tam doğrusal bir hareket yapacak şekilde hareket etmesidir. Genellikle, delik delme, yüzey frezeleme, kanal açma vb. işlemlerde kullanılır.

10. Dairesel Hareket: Takımın dairesel bir yol şeklinde hareket etmesini sağlar. Takım, verilen bir R (Yarıçap komutu) değeri ile saat yönünde ya da saat tersi yönünde ilerleyerek hareket eder.

11. Telafi: Her bir takımın boyunu, enini, çapını vb. bilgilerini bilerek, hassas işleme yaparken bunları göz önünde bulundurmamak yerine bu değerleri önceden, tezgâh hafızasındaki bir bölüme atamak suretiyle parçanın boyunu, kalınlığını, çapını düşünmeden işlem yapabilmemize imkân tanır. Program hafızasında her takımın boy, genişlik, yarıçap gibi şekilsel bilgilerine ait tanımlamalar bulunur. Takım iş miline takıldığı zaman bu bilgiler kullanılarak, belirli bir boyda ya da yarıçapta işlenecek bir parça için takımın boy ya da yarıçap değerlerini bu değerlerden çıkararak hesaplama yapma işleminden kurtarır ve tezgâh bu işlemi otomatik olarak yaparak istenilen uzunlukta ya da çapta ürünler elde edilmesine imkân tanır. Böyle bir sistemde takım aşınmalarından dolayı meydana gelebilecek boy ya da çap değişimleri, takımın tekrar ölçülerek yeni değerlerin girilmesiyle çözülebilmektedir.

3.6. CNC' nin Endüstrideki Kullanım Alanları

Günümüzde CNC daha çok endüstrinin talaşlı imalat adı verilen bölümünde kullanılmaktadır. Bugünkü CNC' nin doğmasına da bu alanda karşılaşılan problemlerin sebep olduğu yukarıda açıklanmıştı. Üç eksenli bir freze tezgâhı ilk kez 1952 yılında çalıştırıldığında bu tezgâh o günkü bazı imalat problemlerinin çözümünü sağladığı için çok mükemmeldi. Freze tezgâhlarına uygulanan bu sistemler daha sonra torna, taşlama vb. takım tezgâhlarına da uygulandı. Günümüzde imalatın yapıldığı hemen hemen her alanda CNC kullanılmaktadır (Dinçel, 1999). CNC teknolojisinin kullanıldığı bazı alanlar şu şekildedir.

- Her cins torna tezgâhı
- Her cins freze tezgâhı
- Matkaplar
- Taşlama tezgâhları
- Ölçme makine ve aletleri
- Eğme-bükme makineleri
- Boru eğme makineleri
- Şekillendirme makineleri
- Kaynak makineleri
- Boyama makineleri
- Ahşap işleme makineleri
- Çizim makineleri

3.7. CNC Takım Tezgâhlarının Avantajları

CNC takım tezgâhlarının tamamının sağladığı en büyük ve birincil fayda otomasyona imkân tanınmasıdır. CNC tezgâhlarının kullanılması suretiyle iş parçalarının imalatı esnasında operatörün müdahalesi en aza indirilmekte veya tamamı ile ortadan kaldırılabilir. Çoğu CNC takım tezgâhları parça işlemesi

esnasında dışarıdan bir müdahale olmadan çalışabilmekte, böylece operatörün yapacağı diğer işler için zaman bulmasına imkân tanımaktadır. Bu durum CNC tezgâh sahibine operatör hatalarının azaltılması, insan hatasından kaynaklanan hataların en aza indirilmesi, işleme zamanının önceden ve tam olarak tespit edilmesi gibi faydalar sağlamaktadır. Tezgâh program kontrolü altında çalışıyor olacağından, konvansiyonel takım tezgâhında aynı parçaları imal eden bir usta ile kıyaslandığında, CNC operatörünün temel işleme tecrübesi ile ilgili olan beceri seviyesi oldukça azaltılmaktadır (Mamur, 2005).

CNC teknolojisinin ikinci temel faydası, iş parçalarının hassas ve devamlı aynı ölçüde çıkmasıdır. Günümüzün CNC takım tezgâhları inanılması güç olan tekrarlama ve pozisyonlama hassasiyeti değerlerine sahiptir. Bu durum program kontrol edildikten sonra iki, on veya bin adet iş parçasının da aynı hassasiyet ve ölçü tamlığında elde edilebilmesini sağlamaktadır (Mamur, 2005).

Ayrıca diğer tezgâhlara göre programların kaydedilebiliyor olması ve yazılan programların sürekli (elektrik gitse bile bundan etkilenmeyecektir) tezgâh hafızasında saklanabilmesi sayesinde programlar istenilen zamanda geri çağrılıp kullanılabilir. Bu tezgâhlarda programların düzenlenmesi ve yeni bilgiler eklenmesi işlemi oldukça kolaydır. Alt programlar sayesinde sık kullanılan programlar hemen el altında olmaktadır. Telafi değerleri hesaplama işleminin tezgâh tarafından otomatik olarak yapılıyor olması da kullanım açısından oldukça büyük avantajlar sağlamaktadır.

Programa ait simülasyonun ekranda görünüyor olması sayesinde kullanıcı tezgâhta yapılan işlemler hakkında anlık olarak bilgi sahibi olabilmektedir. Tezgâhlarda arıza bulmak için tezgâhın kontrol ünitesine test ettirilebilmesi özelliği yine bu tezgâhları oldukça kullanışlı hale getirmektedir. Otomatik değişen kesiciler kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Tezgâh hafızasının harici bir bilgisayar ile ulaşılabilir olması sayesinde kullanıcılar programları tezgâha göndererek ya da tezgâhtaki programı alıp başka bir bilgisayara götürebilme imkânı kazanmaktadır.

Diñel (1999) CNC takım tezgâhlarının sağladığı diğer avantajları şu şekilde sıralamıştır.

1. Konvansiyonel tezgâhlarda kullanılan bazı bağlama kalıp, master vb. elemanlarla kıyaslandığı zaman tezgâhın ayarlama zamanı çok kısadır.

2. Ayarlama, ölçü kontrolü, manüel hareket vb. nedenlerle oluşan zaman kayıpları ortadan kalkmıştır.
3. İnsan faktörünün imalatta fazla etkili olmamasından dolayı seri ve hassas imalat mümkündür.
4. Tezgâh operasyonları yüksek bir hassasiyete sahiptir.
5. Tezgâhın çalışma temposu her zaman yüksek ve aynıdır.
6. Her türlü sarfiyat (elektrik, emek, malzeme vb.) en aza indirgenmiştir.
7. İmalatta operatörden kaynaklanacak her türlü kişisel hatalar ortadan kalkmıştır.
8. Kalıp, master, şablon vb. pahalı elemanlardan faydalanılmadığı için sistem daha ucuzdur.
9. Depolamada daha az yere gerek vardır.
10. Parça imalatına geçiş daha süratlidir.
11. Parça üzerinde yapılacak değişiklikler sadece programın ilgili bölümünde ve tamamı değiştirilmeden seri olarak yapılır. Bu nedenle CNC takım tezgâhlarıyla yapılan imalat büyük bir esnekliğe sahiptir.

3.8. CNC Takım Tezgâhlarının Dezavantajları

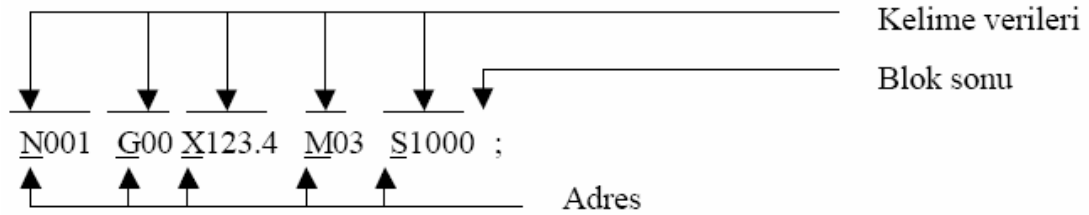
Her sistemde olduğu gibi CNC tezgâh ve sistemlerinin de avantajları yanında bazı dezavantajları mevcuttur. Dinçel (1999) bu dezavantajları şu şekilde belirtir.

1. Detaylı bir imalat planı gereklidir.
2. Pahalı bir yatırımı gerektirir.
3. Konvansiyonel tezgâhlarla kıyaslandığında daha titiz kullanım ve bakım isterler.
4. Kesme hızları yüksek ve kaliteli kesicilerin kullanılması gerekir.
5. Periyodik bakımları uzman ve yetkili kişiler tarafından düzenli olarak yapılmalıdır.

3.9. CNC Tezgâhlarının Programlanması

CNC Programı, bir parçanın işlenmesi için tezgâha verilen komutlar toplamıdır. Programdaki komutların sırasına göre takımlar hareket eder parçayı işler. Programı oluşturan komutlar ISO(International Standartization Organization – Uluslar arası Standartlar Organizasyonu) standartlarına göre düzenlenmiştir.

Bir komut, bir adres(G, F, S, M gibi harflerden oluşur) ve bunu takip eden sayısal değerlerden oluşur. Böylece G01, M03, Z-25 gibi ifadeler meydana gelir ki bunların her birine komut adı verilir. Programın bir satırındaki komutlar bir araya gelerek blokları (Komut bloğu - Kelime) oluştururlar. Bloklar, EOB(End Of Block) komutu (“ ; ” işareti ile gösterilir) ile bitirilir.



Şekil 3.6 : CNC Programlama Dili Komut Yapısı

Genel olarak kullanılan program komutları ve anlamları şu şekildedir:

- N** : Blok satır numarası
- G** : Hazırlık fonksiyonları
- X,Y,Z** : Pozisyon komutları
- M** : Yardımcı fonksiyonlar
- S** : Devir(Kesme hızı) fonksiyonu
- T** : Kesici takım fonksiyonu
- F** : İlerleme fonksiyonu
- ;** : Blok sonu işareti

Bir CNC programının en başında genellikle koordinat sisteminin, ölçülendirme sisteminin ve kesici takımın hazırlanması, referans noktasının

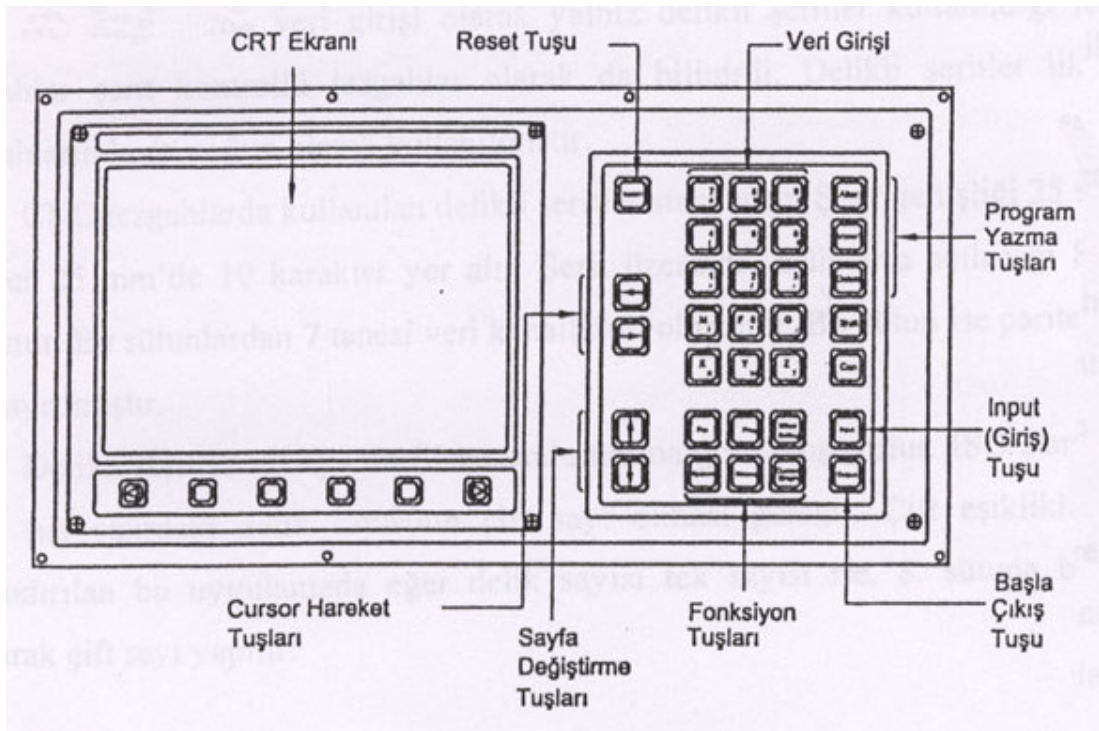
düzenlenmesi, iş milinin döndürülmesi ve soğutma sıvısının açılması gibi hazırlık komutları bulunur. Programın ana bölümünde parçanın işlenmesi için gerekli olan tüm komutlar ve programın bitiş bölümünde de milin durdurulması, soğutma sıvısının kapatılması vb. bitirme ve işlem sonlandırma komutları bulunur. Programdaki komutlar verilen sıra ile icra edilir. İlk olarak programdaki ilk satır okunur, yorumlanır ve icra edilir. Daha sonra diğer satırlar okunur, yorumlanır ve icra edilir. Tüm satırların okunup, yorumlanması ve icra edilmesiyle program sonlanır. Aşağıda bu şekilde hazırlanmış küçük bir parça işleme programı bulunmaktadır.

KOMUT	ANLAMI
Ø006;	Program numarası
N10 G91 G28 Z0;	Z ekseninde referans noktasına git
N20 G91 G28 X0 Y0;	X ve Y eksenlerinde referans noktasına git
N30 G92 X250 Y125 Z75;	Parça koordinatlarının girilmesi
N40 T18;	18 numaralı takım kullanmak için otomatik takım değiştiricisini çağırır.
N50 T19 M06;	18 numaralı takım ile parça işlenirken, 19 numaralı takım hazır halde bekletir.
N60 G90 G21 G43 G00 Z100 H18;	Metrik koordinat sisteminin kullanılmasını(G21), mutlak koordinat sisteminin kullanılmasını(G90) ve takım uzunluğunun sağa telafi edilerek(G43) Z100 koordinatına kesme işlemi yapmadan takımın hızlı yaklaşmasını (G00) sağlar.
N70 G00 X0 Y0;	X=0 ve Y=0 noktalarına takım hızlı bir şekilde yaklaşır.
N80 S2000 M03;	Aynanın dönüş hızının ayarlanması (S2000) ve aynanın saat yönünde döndürülmesinin sağlanması (M03).
N90	
N100	
"	
"	
"	Program satırları
N190	
N200	
N210 G91 G28 Z0	Z ekseninde referans noktasına git
N220 G91 G28 X0 Y0;	X ve Y eksenlerinde referans noktasına git
N230 M05;	Aynanın durdurulması
N240 M30;	Program sonu
N250 %;	Şeride yazımın sonlandırılması

Şekil 3.7: Küçük bir işleme ait program kodları (Komutlar ve Anlamları)

3.10. CNC Kontrol Paneli ve Kullanılması

CNC tezgâhlarda biri operatörün(kullanıcı) gösterge ekranı vasıtasıyla verileri düzenlemede kullandığı bir klavye ve ekrandan oluşan kontrol paneli, diğeri de makinenin nasıl davranacağını fiziksel olarak ayarlandığı operatör paneli olmak üzere iki çeşit panel vardır.



Şekil 3.8: CNC Tezgâhı Kontrol Panelinin Görünümü

3.10.1. Kontrol panelinde bulunan anahtarlar

Tipik bir bilgisayarda olduğu gibi genel olarak programın yazıldığı, düzenlendiği, üzerinde tezgâh kontrolü için tuşların bulunduğu bir paneldir.

- 1. Tezgâhı Açma Butonları:** Ani gerilim değişmelerine karşı tezgâhı korumak için kullanılan butondur. Biri kontrol sistemine güç vermek için diğeri de tezgâh motoruna güç vermek için kullanılan iki çeşidi vardır.
- 2. Gösterge Ekranı Kontrol Tuşları:** Tezgâhın hangi fonksiyonu icra edeceğini ve bu fonksiyonla ilgili gösterge ekranını görüntüleyen anahtardır. Ekrandaki değişik sayfalarda değişik butonlara değişik görevler verilmektedir. Buton görevleri yazılımla belirlendiği için bu butonlara soft butonlar da denir.
- 3. Pozisyon Tuşları:** Operatöre tezgâhın belirli parçalarının konumunu göstermeye yarayan butondur.
- 4. Program Tuşu:** Bellekte aktif olan programı gösterir. CNC programlarının yazılması ve yürütülecek programın gösterilmesi için kullanılır.
- 5. Telafi Tuşu:** Takım telafi değerlerinin gösterilmesi ve gerekiyorsa bu değerlerde değişik yapılması için kullanılır.
- 6. Harf Tuşları:** Tezgâhın programlanması için kullanılan komut harflerinin girilmesine yarayan alfa nümerik karakter setidir.
- 7. Numara Tuşları:** Tezgâhın programlanması için kullanılan sayısal değerlerin girilmesine yarayan nümerik karakter setidir.
- 8. Input Tuşu:** Telafi değerleri, fikstür telafileri, parametreler gibi tezgâha girilen yeni değerlerin onaylanmasını ve hafızaya kaydedilmesini sağlar.
- 9. Cursor Kontrol Tuşları:** Ekrandaki kursörün istenilen konuma getirilmesini ve böylece istenilen konuma veri girilmesini sağlar. Komut sayfanın aşağı ya da yukarı hareket ettirilmesini ve kursörün ileri, geri, sağa veya sola hareket ettirilmesini sağlar.
- 10. Program Yazma Tuşları:** Tezgâh hafızasında kayıtlı olan bir program üzerinde değişiklik yapılmak istendiği zaman kullanılan tuşlardır. Bu tuşlar genellikle, Alter (Değiştir), Insert (Yerleştir), Delete(Sil) şeklindedir.
- 11. Reset Butonu:** Programların yazımında kursörü programın başına getirmek, tampon bellekteki bilgileri silmek(geçici hafızayı boşaltmak) böylece programın yürütülmesini durdurmak ve de alarm durumunda olan tezgâhın problem halledildikten sonra alarm durumunu sonlandırmak için kullanılır.

3.10.2. Operatör panelinde bulunan anahtarlar

Tezgâhın fiziksel olarak yönetiminin sağlandığı paneldir. Tezgâh ayarları, açma-kapama, acil durdurma, mod seçimi vb. işlemler bu panelden yapılır.

1. Mod Anahtarı: Tezgâhta program düzenleme, program çalıştırma, DNC ile bilgi alışverişi, programı çalıştırmadan tezgâhın bazı bölümlerini ayarlama, tezgâha elle hareket verme, tezgâha hızlı hareket yaptırma, tezgâha sabit hızda hareket verdirmeye, tezgâhın sıfıra gönderilmesi vb. gibi işlemlerden hangisinin yapılacağı bu anahtar ile seçilir.

2. Jog Feedrate Ayar Anahtarı: Maksimum 1260, 2000, 3600, 4000, 5000 mm / dk. olacak şekilde sabit hızda hareket ve tezgâh kuru çalışma modunda iken ilerleme değerinin atanması işlemlerinde kullanılır.

3. Eksen Hareket Yönü Butonları: Jog, Rapid ya da Zero Return modlarında eksenlere istenilen hareketin verilmesi için kullanılır.

4. Rapid Override: Tezgâhın hızlı hareket ayarı yüzde cinsinden belirtilen miktar kadar azaltılabilir.

5. Feedrate Override: Programda F ile verilen ilerleme değerinin çalışma sırasında yüzde cinsinden bir değerle değiştirilebilmesini sağlar.

6. Cycle Start: Otomatik modda çalışma esnasında bu butona basılarak işlem başlatılır.

7. Feed Hold: Bu buton ile tezgâh eksenlerine ait olan hareket durdurulur.

8. Single Blok: Bu butonun bir pozisyonunda tezgâh programdaki tek bir satırı işler ve sonraki satırı işlemek için tekrar butona basılarak komut verilmesini bekler. Butonun diğer pozisyonunda tezgâh otomatik olarak sırasıyla bütün satırları işler.

9. Dry Run: Tezgâhın Auto modunda F ile verilen ilerleme hızı ve G0 hızlı hareket hız değerleri iptal edilir. Bu durumda ilerleme miktarı Jog Feedrate ya da Feedrate Override butonları ile yapılır.

10. Optional Stop: Program yürütülürken, programda M01(Programı durdur) komutu ile karşılaşırsa bu koddan sonra işlemler durdurulur. Bu anahtar kapalı pozisyonda ise ve programda M01 komutu ile karşılaşırsa program durdurulmadan yürütülmeye devam eder.

11. Machine Lock: Bu butona basıldığında tezgâh pozisyon göstergesinde ilerleme hareketleri gösterilir fakat tezgâh eksenleri hareket etmez. Özellikle program denenmek istenirse, ekrandan programın çalıştığı görüldüğü halde eksenlerin gerçekte hareket etmemesi sebebiyle deneme işleminin yapılabilmesini sağlar.

12. Z Feed Neglect: Sadece Z eksenine ait olan hareketler kilitlenmiş olur fakat diğer eksenler kullanılabilir.

13. Block Delete: Programlarda her durumda işlenmeyen ancak sadece bazı durumlarda işlenmesi gereken kodlar olabilir. Bu kodların başında “/” işareti bulunur. Eğer bu butona basılırsa başında bu işaret olan bloklar işleme konulmazken anahtarın diğer durumda bu bloklar işleme konulur.

14. Program Restart: Programın yürütülmesi eğer her hangi bir sebeple durmuşsa kalınan noktadan tezgâhın tekrar işleme devam etmesi için kullanılır.

15. Auto Power Off: Bu butona basılırsa, eğer programda M02 (Program sonu) ya da M30 (Program Sonu) komutları ile karşılaşırsa, bu koddan sonra tezgâhın çalışması otomatik olarak durur. Butona basılmaz ise böyle durumlarda tezgâh çalışmaya devam eder.

16. Spindle Override: Tezgâh Auto modunda iken S kodu ile belirlenen iş mili devir hızı %50 ile %120 aralığında değiştirilebilir.

17. Emergency Stop: Bu buton acil durumlarda kullanılır. Butona basılması ile tezgâhın tüm işlemleri tamamen durur.

18. MPG Ünitesi: Bu ünitenin değişik fonksiyonları vardır. Ünitedeki eksen seçim anahtarı ile rapid, jog, zero return modlarında tezgâh +Jog ya da -Jog butonları ile hareket ettirilecekse, hareket ekseninin seçilmesini sağlar. Multiply ayar anahtarı ile ölçek kadranı üzerindeki her bir kademe arasındaki hareket miktarı belirlenebilir. Bu durumda iki ölçek arası 0,001 mm, 0,01 mm, ya da 0,1 mm olarak ayarlanabilir. Tambur ile mod anahtarı Handle konumunda iken tambur döndürülerek tezgâha istenilen hareket verilebilir.

4. CNC EĞİTİMİ

İmalat sektörü için çok büyük avantajlar sağlayan ve sektör için oldukça önemli olan CNC tezgâhlarının verimli ve etkin olarak kullanılabilmesi için uzman CNC operatörlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyacı karşılamak üzere birçok eğitim-öğretim kurumunda CNC tezgâhları ile ilgili dersler verilmektedir. Ülke sanayisinin gelişiminde bu kadar büyük etkileri olan CNC' nin eğitimi de oldukça büyük önem taşımaktadır. Fakat uygulamalı olarak işlenmesi gereken bu dersler için okulların çok pahalı ve hassas olan bu tezgâhlardan yeterince almaları pek mümkün olmamaktadır. Aynı zamanda çok pahalı olan bu cihazlarda öğrencilerin uygulama esnasında yapacakları herhangi küçük bir hata sonunda cihazın bir parçası zarar görürse bu parçanın yerine konması ve cihazın tekrar kullanılabilir duruma getirilmesi çok zor olmaktadır. Benli (2001) kaliteli bir öğretim için, mümkün olduğunca her CNC tornada bir öğrencinin uygulama yapması gerektiğini vurgulamaktadır. Hem pahalı olması sebebiyle okullarda yeterince CNC tezgâhi bulundurulamaması hem de bozulduğu takdirde tamirinin çok büyük zaman ve paraya mal olması derslerin verimli olarak işlenmesine engel teşkil etmektedir.

Eğitimin gereği gibi yani uygulamalı olarak yapılması halinde CNC konusunda daha bilgili ve deneyimli elemanlar yetiştirilebilecek, bu da daha kaliteli iş, daha az zaman kaybı gibi sanayimiz ve eğitim sistemimiz açısından olumlu ve oldukça önemli sonuçlar doğuracaktır.

Ülkemizde bu dersin eğitimi için yurt dışına büyük paralar ödenmektedir. Nitekim Anadolu Üniversitesi Bilecik Yüksekokulu verilerine göre, CNC' nin ülkemize ilk olarak girmeye başladığı 1990' lı yıllardan bu yana CNC tezgâhlarının eğitimine yönelik faaliyetler hız kazanmıştır. Bu amaçla 1990' lı yıllardan itibaren ilk olarak beş endüstri meslek lisesine CNC bölümü açılmış ve 36 meslek yüksek okuluna Dünya Bankasından sağlanan kredilerle CNC torna ve freze tezgâhları satın alınmıştır. Proje kapsamında tüm meslek yüksekokullarına iki adet eğitim tipi DYNA torna, bir adet eğitim tipi BOXFORD freze ve bir adet orta büyüklükte BOXFORD torna gönderilmiştir.

1992 yılı rakamlarına göre bu tezgâhların maliyetleri şu şekildedir.

1- DYNA eğitim tipi NC torna:	: 14500 \$
2- BOXFORD eğitim tipi NC freze	: 11300 \$
3- BOXFORD orta ölçekli CNC torna	: 42250 \$

Bu rakamlara servis ve bakım ücretleri ilave edildiğinde ve alınan kredilerin geri ödemelerindeki faizleri de hesaba katıldığında maliyet çok daha yukarılara çıkmaktadır (Özdeveci, 2001).

CNC eğitimi için yurt dışına bu kadar çok para harcanması yerine, yerli üretim olan bir eğitim setinin kullanılması, hem maliyet düşünüldüğünde ülke ekonomisi açısından hem de aynı miktar paraya bu eğitim setlerinden daha fazla miktarda alınabileceği için öğretim etkinliğinin artırılması açısından çok daha iyi olacaktır.

CNC eğitiminde bir başka önemli nokta da uygulamalı olarak anlatılması gereken bir ders için hala klasik öğretim metotlarının zorlanmasıdır. Sadece teorik olarak işlenen ders öğrenciye çok faydalı olmayacağı gibi, bu durum sanayideki kalifiye elaman ihtiyacı sorununu çözmeye yönelik bir eğitim olmayacaktır.

CNC eğitimindeki önemli bir noktayı klasik sanayi tezgâhları ile bilgisayar kontrollü sanayi tezgâhlarının tanıtılması, bunlar arasındaki farkların açıklanması ve bilgisayar kontrollü tezgâhların parçalarının, bölümlerinin açıklanması, çalışma prensiplerinin anlatılması gibi dış hatlarıyla genel tezgâh bilgisi oluşturmaktadır.

CNC eğitimindeki diğer bir önemli ve öğrenciler açısından da kavranılması zor olan nokta da, tezgâhın farklı fonksiyonları yerine getirmesini, hareketini, kontrolünü sağlayan komut sisteminin yani CNC programlama dilinin öğrenilmesi oluşturmaktadır. Sıkça kullanılan 40 ve tamamı yaklaşık 150 komuttan oluşan bu dilin öğrenilmesi, öğrenciler açısından birbiri ile kolaylıkla karıştırılabilir olarak nitelendirilen ve onları yeni bir yabancı dil öğreniyormuşçasına zorlayan bir durumdur.

Birbirine oldukça benzeyen ve karıştırılma olasılığı oldukça yüksek olan bu kodların öğrenci tarafından daha kolay anlaşılabilmesini sağlamak amacıyla, değişik öğretim metot ve yöntemlerinden, teknolojidten, ortamlardan faydalanılmalıdır. Öğrenilenlerin kalıcılığının sağlanabilmesi amacıyla görsel işitsel öğelerden,

televizyon, video, bilgisayar gibi farklı iletişim ortamlarından yararlanılmalıdır. Konular her seviyedeki öğrencinin rahatça anlayabilmesine imkân sağlayacak şekilde, canlandırılarak, görselleştirilerek, simüle edilerek, grafik, animasyon vb. hafızaya kodlamayı kolaylaştıracak öğelerle desteklenerek sunulmalıdır. Ayrıca etkileşimli bir ortam oluşturularak öğrencinin bilgiyi kendi seviyesine uygun olarak, kendi deneyimleri sonucunda elde etmesi ve böylece zihnine daha kolay kodlayabilmesi sağlanmalıdır. Elbette ki en iyi öğretim, her öğrencinin gerçek, parça işleme kapasitesine sahip küçük bir tezgâh ile uygulama yaparak öğrenmesine imkân sağlamakla yapılabilir.

Bir CNC kullanıcısında, CNC bilgi ve becerisinin tam olarak oluşabilmesi için yeterince eğitim, yeterince uygulama ve yeterince deneyim gerektiği unutulmamalıdır.

CNC eğitiminde aşılması gereken CNC' nin yapısından kaynaklanan zorluklar olduğu gibi öğrencinin durumundan kaynaklanan zorluklar da bulunmaktadır.

Öğrencinin giriş düzeyi konuyu öğrenmesinde oldukça önemlidir. Yapılacak işlemleri hafızasında canlandırabilme kabiliyeti ve üç boyutlu düşünebilme yeteneği öğrenciye konuyu anlamasında oldukça yardımcı olacaktır. Her öğrenci, programlamaya başlamadan önce bir CNC tezgâhının bir iş parçasını nasıl işleyeceğini göz önünde canlandırabilmelidir. Bu durum elbette ki, CNC tezgâhının bir iş parçasını nasıl işlediğinin öğrenci tarafından iyice özümsemesi ile mümkün olabilecektir. Bu yüzden de mümkün olduğunda gerçek hayattan örnekler verilerek ve kodların işlevleri ile yaşantılar arasında bağlantı kurularak konu anlatılmalıdır.

Öğrencinin verilen eğitime karşı tutumu da öğrenmesinde önemli rol oynayacaktır. Öğrenciler birbirine yakın kodlardan oluşan bu dili, daha eğitimin başında çok zor olduğunu düşünerek derse karşı olumsuz tavır geliştirebilir. Bu yüzden eğitimin başında böyle bir tutumun yanlış olacağı vurgulanmalı, öğrencinin tüm komutların hafızada tutulması değil, gerektiği zaman, gerekli kodun anlamını, hafızasının gerekli bölümünden çağrılarak hatırlanmasının yeterli olacağını belirtilmesi gerekir. Tıpkı, bir sürücünün bütün yol işaretlerini ezbere saymakta zorlanması fakat bu sürücünün bir yol işaretini gördüğü zaman eğer o işaret hakkında önceden herhangi bir bilgisi varsa işaretin anlamını söyleyebilmesi gibi.

Tabi ki eğitim ve öğretim ortamını etkileyen, eğitimi veren kişi, eğitimi alan kişi ya da kişiler, çevre, metot ve yöntem gibi faktörlerin olumlu yönde olması CNC eğitiminde de eğitimin başarısını artıran faktörlerdendir.

4.1. Eğitim Kurumlarında CNC Eğitimi

Türkiye genelinde CNC eğitimi lise düzeyinde Anadolu Teknik Liselerinde, Anadolu Meslek Liselerinde, Endüstri Meslek Liselerinde ve Teknik Liselerde ve yüksek öğretim düzeyinde de Yüksekokullar, Meslek Yüksekokulları ve Teknik Eğitim Fakültelerinde verilmektedir. Bu okulların CNC Bölümlerinde CNC dersleri verilmekte olduğu gibi bu bölümlerin dışındaki bazı. bölümlerde de CNC dersleri verilmektedir.

Bu derslerin lise düzeyinde verildiği mesleki ve teknik okullar, Milli Eğitim Bakanlığı, Erkek Teknik Öğretim Genel Müdürlüğüne bağlıdır. Müdürlüğün istatistiksel verilerine göre ülkemizde öğrenci alınan 20 farklı ildeki 8 Anadolu Teknik Lisesinde, 3 Anadolu Meslek Lisesinde, 13 Endüstri Meslek Lisesinde, 9 Teknik Lisede ve 1 Mesleki ve Teknik Eğitim Merkezinde olmak üzere toplam 34 okulda CNC Bölümü bulunmaktadır. Bu bölümlerde, birbirleriyle aralarında küçük farklılıklar olmakla birlikte bölümün makine, bilgisayar ve elektronik bölümlerinin bir kombinasyonu olduğu göz önünde bulundurularak aşağıdaki şekilde görülen öğretim programı uygulanmaktadır. CNC Bölümlerinde;

Meslek Teknolojisi dersinde, temel tesviyecilik, temel tornacılık, temel frezecilik, temel elektrik-elektronik, ölçme-kontrol, CNC tezgâhları, CNC torna tezgâhı programlaması, CNC freze tezgâhı programlaması konuları görülmektedir.

Teknik Resim dersinde, teknik resim çizimi, ölçülendirilmesi, yorumlanması, perspektif çıkarma, kesit ve izdüşüm alma konuları görülmektedir.

Laboratuvar dersinde bilgisayar işletim sistemleri, ağ sistemleri, kelime işlemci programları, basic programlama dili, C programlama dili, port kullanımı ve grafik çizimi konuları görülmektedir.

Meslek Resmi dersinde CAD paket programı kullanımı, işaretler, toleranslar, yaylar, çarklar, yataklar, kamlar, ara kesitler ve yapım resimleri konuları görülmektedir.

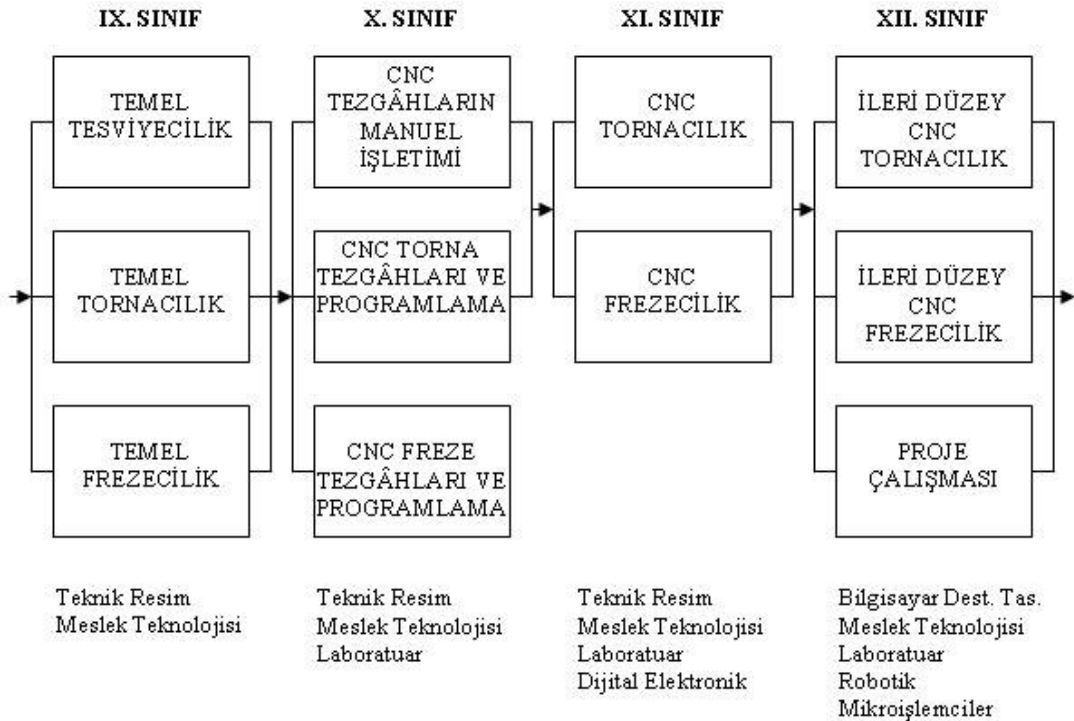
Dijital Elektronik dersinde sinyaller, sayı sistemleri, lojik kapılar, sayıcılar, hafıza devreleri görülmektedir.

Bilgisayar Destekli Tasarım dersinde bir CAD programı ile iki boyutlu ve üç boyutlu çizim, düzenleme, ölçekleme, kaydırma ve dosya dönüştürme işlemleri görülmektedir.

Mikroişlemciler dersinde sayı sistemleri, mikro işlem sistemleri, interrupt işlemleri, adresleme çeşitleri vb. konular görülmektedir.

Robotik dersinde otomasyon sistemleri, robotların çeşitleri, programlanması, işletimleri, bakımları vb. konular görülmektedir.

Atölye dersinde temel tesviyecilik, temel tornacılık, temel frezecilik, CNC tornacılık, CNC frezecilik uygulamaları ve bu tezgâhların programlanması konuları öğretilmektedir.



Şekil 4.1: Bilgisayarlı Nümerik Kontrol (CNC) dersi modüler program yapısı

Bu bölüm dışında Hidrolik Pnömatik Teknolojisi Bölümü, Kalıp Bölümü, Makine Bölümü, Mikroteknik Bölümü, Makine Model Bölümü, Mobilya-Dekorasyon Bölümü, Ahşap Yat İnşa Bölümü, Plastik Sanatlar Bölümü, Ayakkabıcılık Bölümü, Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme Bölümü, Endüstriyel Döküm Bölümü, Tesviye Bölümü, Plastik İşleme Bölümü gibi birçok bölümde de CNC eğitimi verilmektedir. Aşağıdaki tabloda Milli Eğitim Bakanlığına bağlı mesleki ve teknik eğitim veren liselerde CNC bölümlerinin dışındaki bölümlerde CNC eğitiminin verildiği dersler görülmektedir.

Tablo 4.1: CNC Bölümü dışında CNC eğitimi verilen bölümler ve dersler

ANADOLU TEKNİK LİSESİ (ATL)			
BÖLÜMLER	Hidrolik Pnömatik Teknolojisi Bölümü	Bilgisayar Destekli Tasarım Lab. Atölye	DERSLER
	Kalıp Bölümü	Bilgisayar ve CNC' ye Giriş Bilgisayarlı Nüm. Kont. Makineler	
	Makine Bölümü	CNC Teknik	
	Mikroteknik Bölümü	CNC Makineler	
TEKNİK LİSE (TL)			
BÖLÜMLER	Hidrolik Pnömatik Teknolojisi Bölümü	Bilgisayar Destekli Tasarım Lab. Atölye	DERSLER
	Kalıp Bölümü	Bilgisayar ve CNC' ye Giriş Bilgisayarlı Nüm. Kont. Makineler	
	Makine Bölümü	CNC Teknik	
	Makine Model Bölümü	CNC Teknolojisi	
	Mikroteknik Bölümü	CNC Makineler	
	Mobilya-Dekorasyon Bölümü	Atölye	
ANADOLU MESLEK LİSESİ (AML)			
BÖLÜMLER	Ahşap Yat İnşa Bölümü	Bilgisayar Destekli Tasarım	DERSLER
	Plastik Sanatlar Bölümü	Bilgisayarla Tasarım	
	Hidrolik Pnömatik Teknolojisi Bölümü	Bilgisayar Destekli Tasarım Laboratuvarı Atölye	
	Kalıp Bölümü	Bilgisayar ve CNC' ye Giriş Bilgisayarlı Nüm. Kont. Makineler	
ENDÜSTRİ MESLEK LİSESİ (EML)			
BÖLÜMLER	Ahşap Yat İnşa Bölümü	Bilgisayar Destekli Tasarım	DERSLER
	Ayakkabıcılık Bölümü	Atölye	
	Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme	CNC Teknolojisi Atölye	
	Endüstriyel Döküm Bölümü	Bilgisayar Destekli Tasarım	
	Hidrolik Pnömatik Teknolojisi Bölümü	Atölye	
	Kalıp Bölümü	CNC Makineler	
		CAD ve CNC	
		Atölye	
	Plastik İşleme Bölümü	Bilgisayarla Tasarım Atölye	
Tesviye Bölümü	CNC Teknik		

Türkiye genelinde bu bölümlerin yer aldığı 32 Anadolu Teknik Lisesi, 193 Teknik Lise, 5 Anadolu Meslek Lisesi ve 306 Endüstri Meslek Lisesi bulunmaktadır. Öğrenci sayılarına bakıldığında ise, bu bölümlerin bulunduğu toplam okul sayısı, CNC eğitimi verilen diğer okullara oranlandığında, 2005–2006 yılı mevcut durum verilerine göre 230 Anadolu Teknik Lisesindeki 33.262 öğrenciden, 312 Teknik Lisedeki 24.246 öğrenciden, 286 Anadolu Meslek Lisesindeki 15.646 öğrenciden ve 439 Endüstri Meslek Lisesinden 306.124 öğrenciden toplam yaklaşık 230.000 öğrenci ve CNC bölümlerinde okuyan toplam 8.500 öğrenci CNC eğitimi almaktadır.

Ayrıca Türkiyede yüksek öğretim düzeyinde CNC eğitimi veren meslek yüksekokulları ve fakültelerden 2004-2005 yılı Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) istatistiksel verilerine göre toplam 428 meslek yüksekokuluna her yıl 21.530 öğrenci ve 157 fakülteye 8.740 öğrenci alınmaktadır. Yani toplam 585 yüksek öğretim kurumuna her yıl yaklaşık 30.000 öğrenci alınmaktadır. Aşağıdaki tabloda Türkiye’de yükseköğretim düzeyinde CNC eğitimi verilen yüksek öğretim kurumlarındaki bölümler ve bu bölümlerde okuyan öğrenci sayıları verilmektedir.

Tablo 4.2: Türkiyede Yükseköğretim düzeyinde CNC eğitimi verilen okullar

	BÖLÜMLER	BÖLÜM SAYISI	ÖĞRENCİ SAYISI
Meslek Yüksekokulları	Makine Bölümü	170	9625
	Makine-Resim-Konstrüksiyon Bölümü	30	1390
	Endüstriyel Kalıpcılık	12	590
	Mekatronik	14	535
	Mermer	4	130
	Takı Tasarımı	10	320
	Tarım Alet ve Makineleri	14	545
	Mobilya ve Dekorasyon	77	3295
	Taş İşlemciliği	4	155
	Otomotiv	93	4945
TOPLAM		428	21530
Fakülteler	Makine Mühendisliği	74	4571
	Mekatronik Mühendisliği	4	164
	Mekatronik Öğretmenliği	1	30
	Metal Öğretmenliği	12	605
	Kalıpcılık Öğretmenliği	2	60
	Talaşlı Üretim Öğretmenliği	9	400
	Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği	7	203
	Endüstri Mühendisliği	48	2707
TOPLAM		157	8740
	GENEL TOPLAM	585	30270

Görüldüğü gibi CNC eğitimi ülkemizde birçok eğitim kurumunda verilmektedir. Ve bu derslerde verilecek eğitimi daha kaliteli hale getirmek için atılacak her adım bu okullarda okuyan binlerce öğrenciyi ve öğretmeni ilgilendirmektedir. Yani binlerce öğrenci ve öğretmen verilen CNC eğitiminden etkilenmektedir. Öğrencilerin daha kaliteli eğitim alabilmeleri, öğretmenlerin de kendilerini destekleyici ve işlerini kolaylaştırıcı bir eğitim materyali ile çağdaş öğretim metotları kullanarak ders işlemeleri, buralardan mezun olarak ülke sanayisinde hizmet edecek kaliteli personel yetiştirilmesi bakımından son derece önemlidir.

4.2. Sanayi Kuruluşlarında CNC Eğitimi

Günümüzde ayakta kalabilmek ve istihdam yaratabilmek rekabet gücü ile mümkündür. Rekabet gücünün temel ekonomik göstergelerinden biri verimliliktir. Verimlilik artışını sağlayan en önemli faktör ise hiç kuşkusuz eğitilmiş işgücüdür. Eğitim günümüzde var olmanın önemli bir gereğidir. Eğitim, sanayinin ve hizmet sektörünün verimliliğini ve etkinliğini artırmakta; işgücünün istihdam edilebilirliğini yükseltmektedir. Bu durumun farkında olan sanayi kuruluşları hizmet içi eğitim gibi değişik kurslarla çalışanlarının verimlilik ve etkinliğini artırmaya yönelik faaliyetlerde bulunmaktadır.

CNC tezgâhları sanayide uzay ve havacılık, otomotiv, şişe ve cam, kalıpcılık, modelcilik, ayakkabıcılık, kuyumculuk, hediyelik eşya, madeni para ve arma, sağlık, hızlı prototip yapımı, reklâm panoları, beyaz eşya, oyuncak vb. sektörlerde kullanılmaktadır. Ve bu sektörlerde çalışan binlerce personel bulunmaktadır. Yani binlerce kişi CNC tezgâhları sayesinde kazanç elde etmektedir. Bu sektörlerde faaliyet gösteren her işyeri ise diğerine oranla daha düşük maliyetle, daha iyi hizmet verebilme çabası içindedir. Bunun için her işyeri CNC konusunda daha bilgili ve deneyimli personele ihtiyaç duymakta ya da elindeki personele eğitim vermek istemektedir.

Örneğin, sadece Konya bölgesinde yaklaşık 6000 tane CNC tezgâhı bulunmaktadır. Bu tezgâhları kullanan personel ve bu tezgâhların bulunduğu işyeri sahipleri bu tezgâhlar ile ilgili faaliyetlerden etkilenmektedir. Dolayısıyla CNC tezgâhlarının eğitimi için yeni yöntemlerin geliştirilmesi ve fırsatların aranması sanayide çalışan birçok kişi için önem taşımaktadır.

5. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Özdeveci (2001) tez çalışmasında, yurt dışından ithal edilen eğitim tipi CNC torna ve freze tezgâhlarının çok pahalı olduğunu belirterek, eğitim çalışmalarında kullanılmak üzere bilgisayar denetimli bir freze tezgâhı tasarlamış ve imal etmiştir. Bu tezgâhın, bilgisayar denetimli olması sebebiyle daha önce bilgisayarla kumandayla tanışmamış olanlar için iyi bir imkân olacağını belirtmektedir. Ürettiği tezgâh, Pascal, C ya da Delphi gibi programlama dilleriyle rahatlıkla programlanabildiği için öğrencinin programı makineye yükler yüklemesini hemen tezgâhta görebileceğini, bunun da öğrenciyi birçok kuru ve teorik bilgidan kurtaracağını, öğrencilerin talaş kaldırma işlemlerini daha iyi anlamalarını sağladığını ve uygun takım ve alet seçme yeteneğini geliştireceğini ileri sürmektedir.

Özdemir (1988) tez çalışmasında, CNC tezgâhlarına hazırlanan parça programların deneme üretimi sırasında önemli zaman kayıplarına neden olduğunu belirterek, CNC torna tezgâhları için hazırlanan iş üretme programının bilgisayar ile simülasyonunu incelemiştir. Çalışmasında, CNC programında yer alan işleme hataları, takım yolu düzensizlikleri, ani dalma ve vurunlar gibi deneme üretimi sonunda ortaya çıkabilecek zararların önüne geçilebilmesini ve deneme üretimi sonucunda alınması gereken sonuçların zaman kaybı olmadan alınabilmesini sağlamayı amaçlamıştır.

Koçlu (2002) yaptığı tez çalışmasında işletmelerde hizmet içi eğitim etkinliklerini değerlendirmiş ve Hipokrat A.Ş. CNC biriminde yaptığı hizmet içi eğitim etkinliği değerlendirmesinde, işletmelerin gelecekteki garantilemek için sürekli öğrenmeyi ve öğretmeyi benimsemeye başladıklarını ileri sürmüştür. Ayrıca tezinde, çalışanların gelişimini sağlayabilmenin en iyi yollarından birinin eğitim olduğunu ve çalışanlara sağlanacak eğitim imkânları ile çalışanların eksik oldukları alanların giderildiği takdirde, onların gelişiminin sürekli olarak sağlanabileceğini söylemiştir. Yaptığı uygulamada, işletmelerde uygulanan hizmet içi eğitimin etkinliğinin değerlendirilmesinin ciddi bir eğitim ihtiyaç analizi ile başladığı, doğru tespit edilen ihtiyacın karşılanması aşamasında eğitim planlaması yapılması ve

eğitimin her aşamasında uygun olan ölçme ve değerlendirmeler yapılarak eğitim etkinliğinin değerlendirilmesinin mümkün olduğu bulgularına ulaşmıştır.

Benli (2001) yaptığı tez çalışmasında, Türkiye'deki CNC tornacılık eğitimini değerlendirmiş ve CNC torna atölyesi uygulama konularının endüstride ne kadar kullanıldığını ve endüstrinin ihtiyacı olan optimum CNC tornacılık işlemlerinin neler olduğunu araştırmıştır. Çalışmasında, atölye yanında bir hazırlık odası kurularak burada CNC torna tezgâhı, takımlar, ölçü aletleri, yayınlar, kataloglar ve bilgi işlem yapraklarının hazır bulundurulması gerektiği, atölye uygulaması yapılacak her işlemin daha önce simülasyonunun yapılması gerektiği, atölye uygulamalarında her CNC tornada bir öğrencinin çalışması gerektiği, her öğrencinin atölye uygulamalarından önce her türlü hazırlığını yaparak gelmesi gerektiği gibi sonuçlara ulaşmıştır.

ÜNSAÇAR ve ÇOKLAR (2003) "CNC Tezgâhlarının Programlanması" kitabında bu alanda uzun süredir büyük bir eksiklik olan, tezgâhların programlanması ihtiyacına yönelik olarak, sanayi ve eğitim-öğretim kurumları için bir kaynak oluşturmuşlardır. Kitapta, CNC tezgâhları, temel CNC kodları, çevrim komutları, bilgisayar destekli parça programlama, DNC gibi konulardan bahsedilmektedir.

Martin (1986) bir kullanıcı gözüyle takım tezgâhlarının sayısal kontrolü hakkında bilgi sahibi olmak isteyenler için Takım Tezgâhlarının Sayısal Kontrolü (Numerical Control of Machine Tools) adlı bir kitap çıkarmıştır. Bu kitapta imalat kontrol sürecinin artık bu dinamik üretim metodu ile yüz yüze olduğunu ve artık sektörün, NC ve CNC nedir? Nasıl çalışır? Hangi alanlarda kullanılır? Maliyeti ne kadardır? Konvansiyonel tezgâha göre ekonomik açıdan ve diğer açılardan avantajları nelerdir? gibi sorulara cevap aradığını bu kitabın da bu sorulara cevap niteliğinde oluşturulduğunu belirtmektedir.

Lynch (2005) Turning Center Programming, Setup and Operation isminde CNC torna merkezi kullanımı için rehber niteliğinde bir kitap hazırlamıştır. Kitapta, CNC tezgâhını önce bir programcının gözüyle incelemiş, program yazımı, program yapısı, hareket tipleri, telafi ve çeşitleri ile ilgili bilgi vermiş sonra tezgâhı bir operatör gözüyle inceleyerek, işlem çeşitlerini, değişik mod tiplerini, tezgâh güvenliğini anlatmıştır.

6. MATERYAL VE METOT

CNC' nin sektöre faydaları ve CNC eğitiminin ülkemizdeki durumu göz önünde bulundurulduğunda, CNC eğitiminin daha verimli hale getirilebilmesi için bir CNC Eğitim Seti tasarımı ve imalatının yararlı bir çalışma olacağı düşünülmüştür.

CNC kullanımının öğrenilmesinin, otomobil kullanımının öğrenilmesi ile benzerlik göstermesinden yola çıkılarak bir CNC Eğitim Seti tasarlanmaya ve imal edilmeye çalışılmıştır. Tıpkı otomobil kullanmasını bilmeyen bir insanın öncelikle ehliyet kursunda, motorun yapısını ve çalışma şeklini, otomobili oluşturan birimleri, otomobilin sistemlerini vb. teorik bilgileri öğrenip daha sonra trafikte uyması gereken trafik kurallarını, trafik ikaz işaretlerinin anlamlarını, güvenli sürüş için yapılması gerekenleri vb. öğreneceği ve sonra da hoca ile birlikte uygun bir alanda sürüş dersleri alacağı ve eğer otomobil kullanırken hata yaparsa, kurs hocasının müdahalesiyle karşılaacağı ve sürüşün hocanın kontrolünde ve denetiminde gerçekleşeceği gibi. Böyle bir durumda kurs hocası öğrenci üzerindeki denetimlerini gittikçe azaltır ve öğrenci kendi başına bir miktar otomobil kullandıktan sonra otomobil kullanmayı öğrenir. CNC tezgâhı kullanımının öğretilmesi de oldukça zor bir iştir. Çünkü tezgâhın da birbirine bağımlı ya da birbirinden bağımsız çok farklı sistemleri vardır. Bu sistemlerin öğretilmesi, tezgâhın çalışma mekanizmasının öğretilmesi, tezgâhın nasıl kontrol edilebileceğinin öğretilmesi, tezgâha iş parçasının nasıl bağlanacağını öğretilmesi, tezgâhın nasıl programlanacağını öğretilmesi vb. birçok konunun öğrenciye anlatılması ve bu anlatılanların kalıcı olması için de öğrenciye uygulatılması gerekmektedir. Özellikle, program yazımının öğretilmesi zaten başlı başına zor bir iştir. Çünkü birbirine benzer birçok kod öğrencinin beyninde bir kavram kargaşasına sebep olacaktır. Bu tür bir öğretimin öğrenciye kazandırılabilmesi için öğrenciye bol miktarda uygulama yaptırılması gerektiği açıktır. Otomobil kullanımının öğretimi ile CNC tezgâhı kullanımının öğretim durumları birbirine benzerlik gösterdiği için, üretilmesi planlanan CNC Eğitim Setinin de belirtilen ilkelere uygun olarak ve bu ihtiyaçlar düşünülerek üretilmesi

planlanmıştır ve uygulama içerikli derslerin temel öğrenme kurallarıyla örtüşecek şekilde bir öğretim metodu izlenmeye çalışılmıştır.

CNC Eğitim Seti, CNC eğitiminin daha etkili ve verimli olarak yapılabilmesi amacıyla oluşturulan, CNC ile ilgili tüm işlemlerin aynı ortamda yapılabilmesini sağlayan bir masaüstü eğitim setidir.

Bu set ile aşağıdakiler yapılabilmektedir:

1. Ekrandan, tezgâh programlama ile ilgili ihtiyaç duyduğu, bilmediği ya da tekrarlamak istediği tüm komutlar ile ilgili ayrıntılı bilgilere, örneklere ulaşabilmektedir.
2. Ekrandan, tezgâhın parçalarının, çalışma prensiplerinin ve genel tezgâh kullanım bilgisinin profesyonel bir kişi tarafından anlatıldığı ses ve video görüntüleri, multimedya destekli olarak izlenebilmektedir.
3. Ekrandan, panelden girilen kodlar ve bu kodlar ile işlenecek iş parçasının oluşum sırasındaki simülasyonu ve parçanın aldığı şekil, değişen değerleriyle birlikte anlık olarak izlenebilmektedir.

Sınırlılıklar ortadan kalktığı zaman tezgâha donanım bölümünün de eklenmesiyle bu set ile aşağıdakiler yapılabilecektir.

1. Gerçek bir iş parçası tezgâha bağlanarak, üretim aşamaları, tezgâh fonksiyonları ve bu fonksiyonlara bağlı olarak gerçekleşen tezgâh hareketleri görülerek gerçek bir iş parçası üretme imkânı kazanılacaktır.
2. Tezgâh elverişli yapısı sayesinde kullanıcıya oturduğu yerden hemen yanındaki bir kontrol paneli sayesinde kolaylıkla kontrol etme rahatlığı sağlayacaktır.

Aynı şekilde CNC tezgâh kullanımının da öğrenilebilmesi için, önce tezgâha ait teorik bilgiler kazanılmalı, sonra program ve simülasyon kontrolünde programlar yazılmalı ve burada hatalar görülebilmeli daha sonra da bu programlar, tezgâha iş parçası bağlanarak, parça üzerinde uygulanmalıdır. Üretilen CNC Eğitim Setinde, bu aşamaların sırayla takip edilebilmesini sağlayan bölümler mevcuttur. Öğrenci, önce bilgi ekranından genel tezgâh bilgisi ve komut yapılarını teorik olarak öğrenebilmekte, sonra program ve simülasyon kontrolünde program yazıp, eğer yanlışları var ise buradan görüp düzeltebilmektedir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi maliyet yüksekliğinden dolayı, iş parçası üzerinde uygulamanın yapılabileceği donanım bölümü eğitim setine henüz eklenememiştir.

6.1. CNC Eğitim Setinin Tasarım Yönünden İncelenmesi

Üretilen CNC Eğitim Seti, yazılım bölümü ve donanım bölümü olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Donanım bölümünü normal CNC tezgâhı fonksiyonlarına sahip, Türkçe olarak hazırlanmış bir mini CNC tezgâhı oluşturmaktadır. Yazılım bölümünü ise tezgâhın donanım bölümüne yerleştirilecek bir bilgisayarda çalışacak olan yazılımlar oluşturmaktadır. Bu bölümde CNC ile ilgili farklı yöntemler ile her türlü bilgiye ulaşma imkânı sağlayan bir arabirim ekranı mevcuttur.

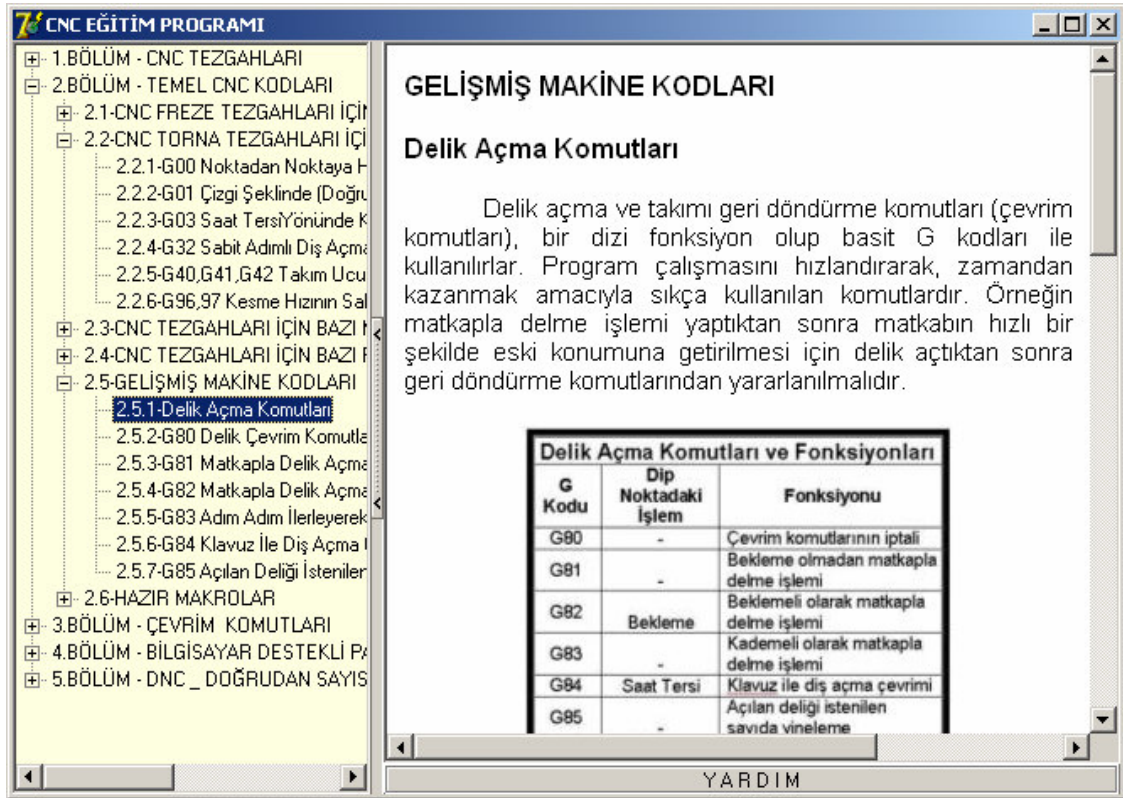
Bu arabirim üzerindeki linklere veya butonlara tıklanarak, yazılım bölümünün elektronik kitap bölümü, multimedya destekli anlatım bölümü ve simülasyon bölümü gibi farklı ve zengin içerik bölümlerine ulaşılabilir.



Şekil 6.1: Program Arabirimi

6.1.1. Elektronik Kitap Bölümü

Yazılımın bu bölümü bir CNC operatörünün CNC tezgâhını programlayabilmek için ihtiyaç duyacağı temel teorik bilgilere ulaşabileceği tezgâh programlama komutları, komutların anlamları ve kullanım şekillerine ulaşabileceği bir elektronik kitap şeklinde düzenlenmiştir.



Şekil 6.2: Programın Elektronik Kitap Bölümünün Görüntüsü

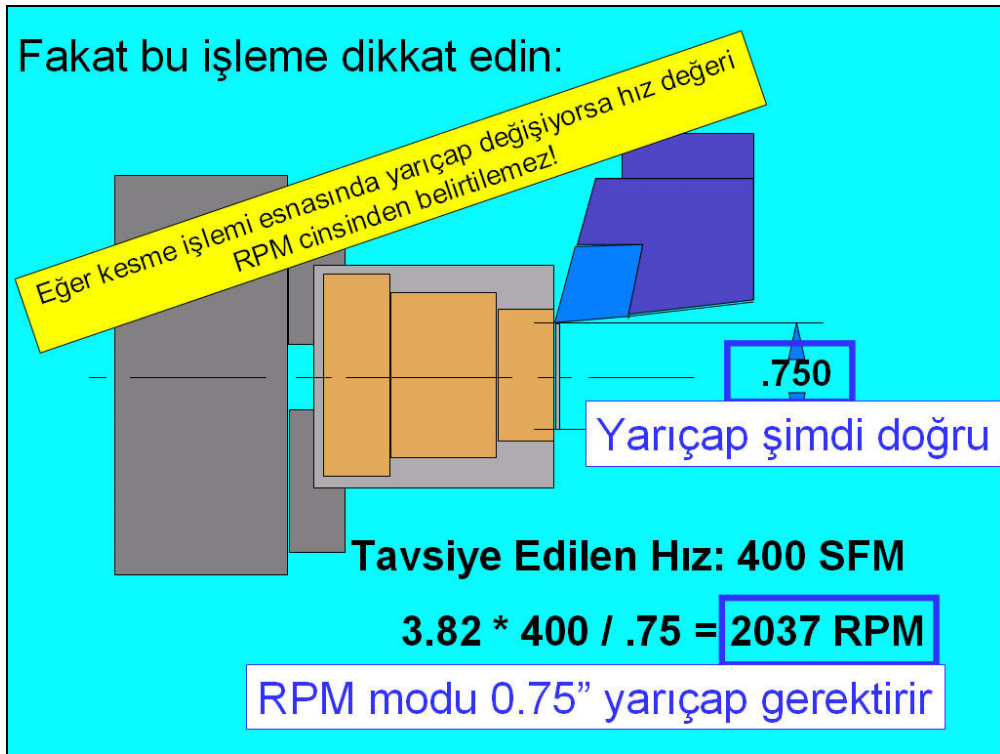
Bu bölümde, sol taraftaki menüden herhangi bir konu tıklandığında bu konuya ait içerik sağ tarafta görülecektir. Menü, istenilen konuya her yerden kolayca erişim sağlanabilmesi için bir kavram haritası şeklinde ve ağaç yapısında düzenlenmiştir. Bu bölümde anlatılan konular;

1. CNC Tezgâhları
2. Temel CNC Kodları

3. Çevrim Komutları
4. Bilgisayar Destekli Parça Programlama
5. DNC - Doğrudan Sayısal Denetim

6.1.2. Multimedya Destekli Anlatım Bölümü

Bu bölüm, profesyonel bir operatör tarafından CNC tezgâhının bölümlerinin, sistemlerinin, parçalarının, kontrol panelinin kullanımının vb. bilgilerin anlatıldığı multimedya (sesli ve görüntülü) destekli anlatım ortamından oluşmaktadır.



Şekil 6.3: Programın multimedya ortamının görüntüsü

Bu bölümdeki multimedya ortamı on üniteden oluşmaktadır.

1. Programcı gözüyle CNC tezgâhları
2. Temel CNC programı yazma bilgileri

3. Hareket tipleri
4. Telafi tipleri
5. CNC programının yapısı
6. Programlamaya yardımcı özellikler
7. Operatör gözüyle CNC tezgâhları
8. Tezgâh işlem modları
9. Prosedürler
10. Güvenli program yazma ilkeleri

Bu bölüm CNC torna, CNC freze ve CNC matkap için hazırlanan multimedya dosyaları ile zenginleştirilecektir.

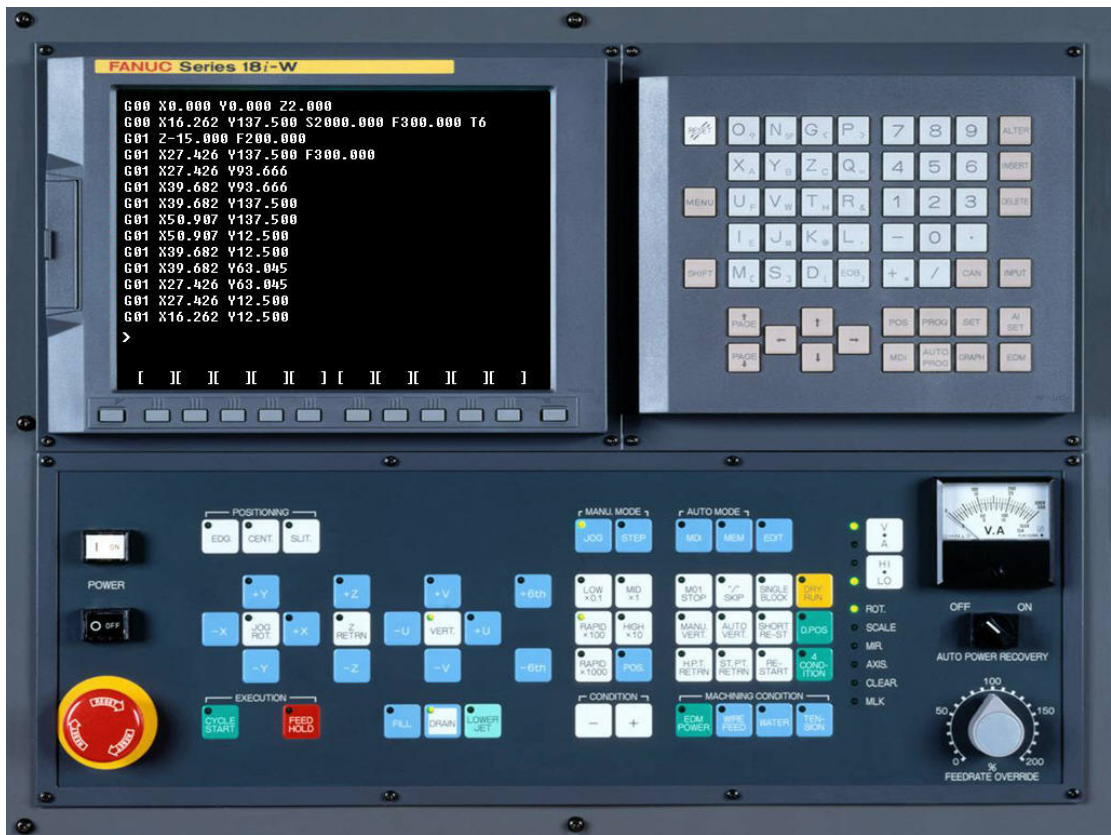
6.1.3. Simülasyon Bölümü

Yazılımın bu bölümü, yazılan program kodlarının simülasyonunun görülebileceği bir bölümdür. Program kodlarının butonlara tıklanarak yazılabileceği bir editör programı ve yazılan programın işletilmesi sonunda iş parçasının alacağı şeklin zamana bağlı olarak simülasyonunun görülebileceği simülasyon programından oluşmaktadır. Bu bölümde, yeni bir program yazılabilmekte, yazılan programlar bilgisayar hafızasına kaydedilebilmekte ya da daha önce bilgisayar hafızasına kaydedilmiş tezgâh programları varsa bunlar çağrılarak düzenlenebilmektedir. Program kodlarının yazımı ekran üzerindeki harf ve rakam tuşları kullanılarak yapılabilmektedir. Klavye ile bilgi girişi engellenmiştir. Bunun sebebi, simülasyonun tamamıyla gerçeğe uygun olarak hazırlanmak istenmesindedir.

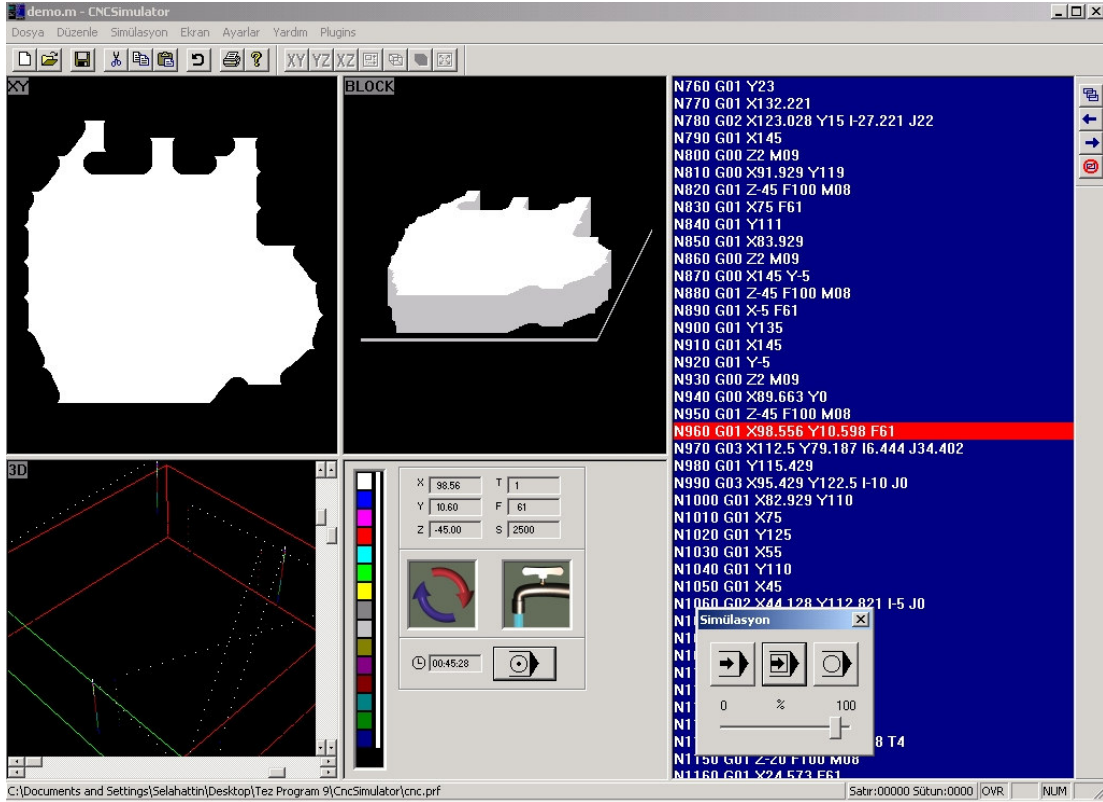
Programın yazıldıktan sonra “Simülasyonu Göster” butonuna basılması simülasyon programını tetiklemekte ve yazılan program bu simülasyon programının içinde açılmaktadır. Eğer bu programda simülasyon çalıştırma butonuna basılırsa iş parçasının program kodlarına göre nasıl bir şekil alacağı, hangi takımları kullanacağı, nasıl işlendiği, işlemede izlenen adımlar vb. değerler ekranda oluşan simülasyonda görülebilecektir. Simülasyon sırasında programdan kaynaklanan bir hata ortaya çıkarsa, program hatanın çeşidi ile ilgili kullanıcıyı uyaracaktır ve böylece kullanıcı

normal bir CNC tezgahı üzerinde kodu yazmadan önce yanlışlarını görüp düzeltme imkânı bulabilecektir.

Simülasyon bölümünde kullanılan program için tekrar program yazma ihtiyacı duyulmamıştır. Çünkü zaten benzer simülasyon programlarına internetten kolaylıkla ulaşılabilmektedir. Bu çalışmada Microtech firmasına ait olan CNC Simulator 4.44f isimli ücretsiz bir yazılım kullanılmıştır. Yazılım standart ISO (International Organization for Standardization) kodlarına göre yazılan komutlara göre iş parçasını simüle etmektedir.



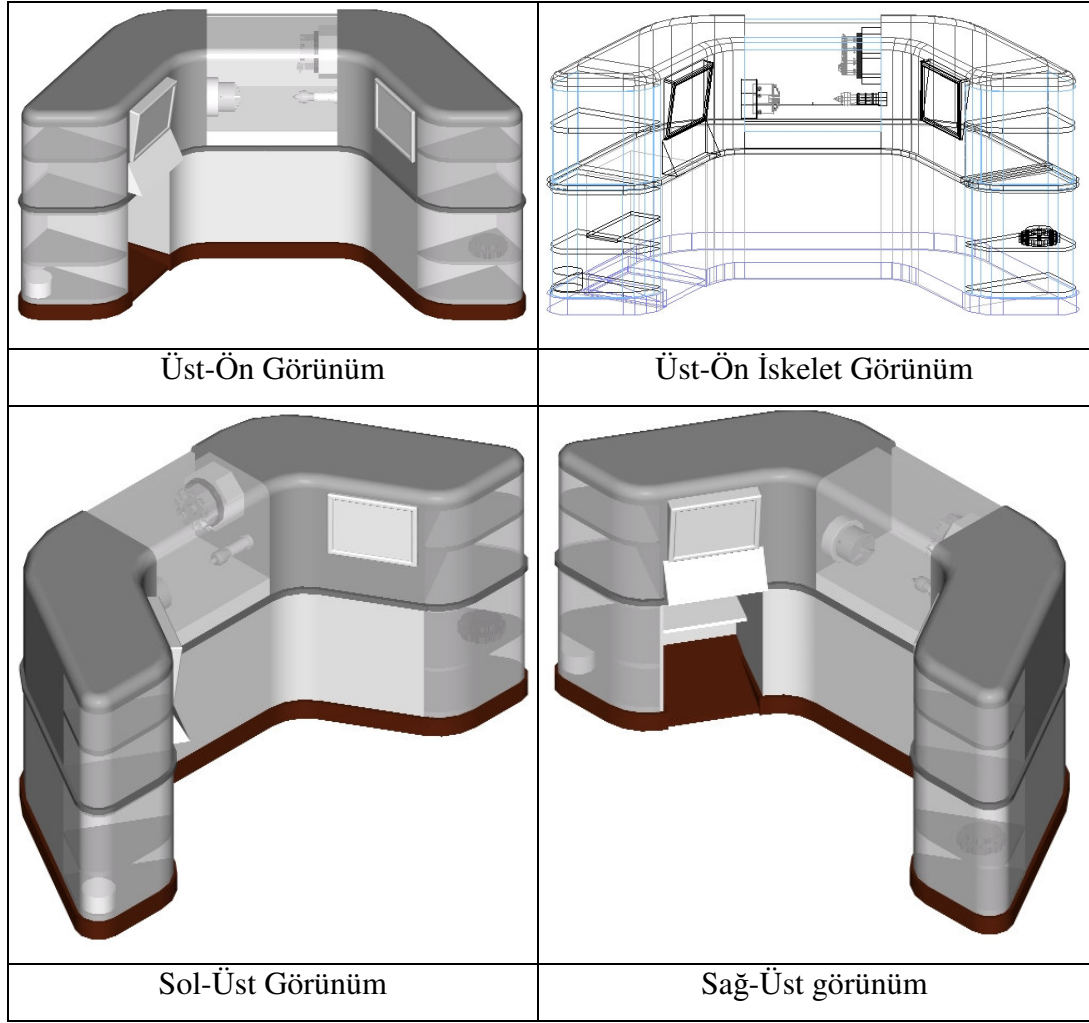
Şekil 6.4: Simülasyon programı ekran görüntüsü



Şekil 6.5: Simülasyon programı ekran görüntüsü

6.1.4. Mini CNC Torna Tezgâhı Bölümü

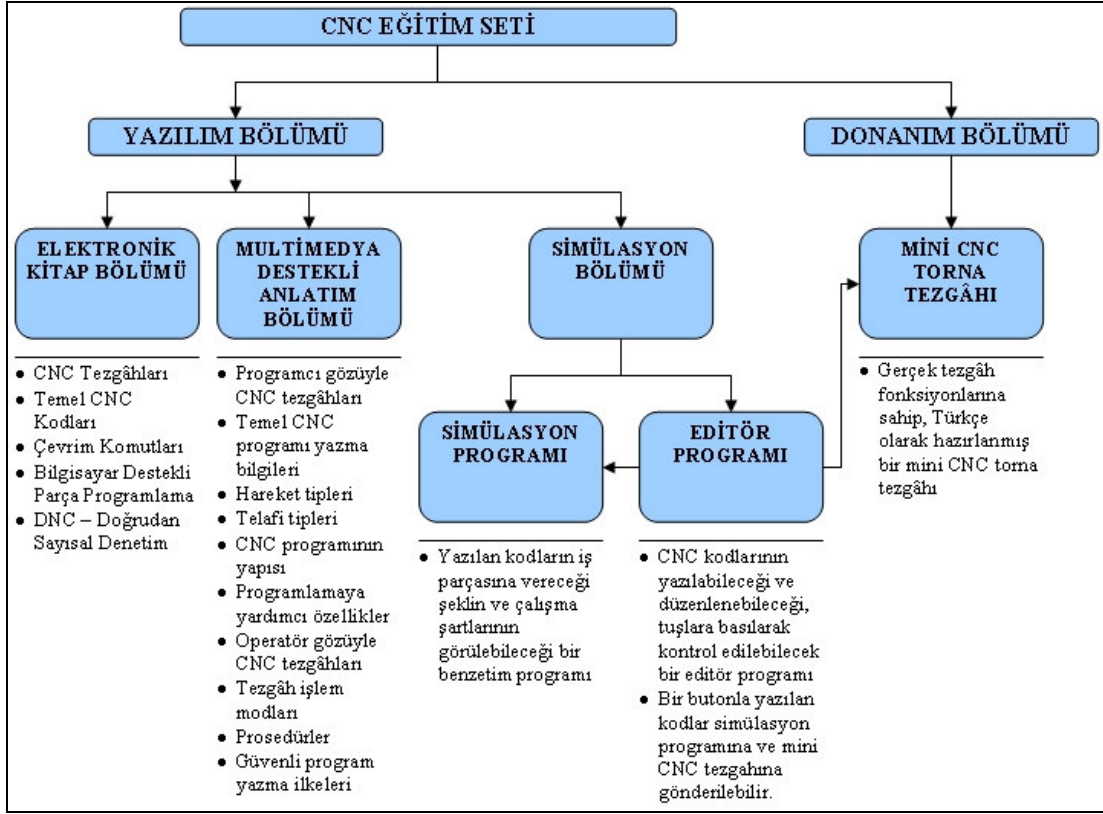
Daha önce de belirtildiği gibi, CNC Eğitim Seti için tasarlanan tüm bölümler şu anda maliyet yüksekliği sebebiyle yapılamamaktadır. Ancak proje önerilen kuruluşlardan beklenen destek alındıktan sonra CNC Eğitim Setinin planlanan tasarımı ve görünüşü aşağıdaki gibi olacaktır. Mini CNC Torna Tezgâhı, Fanuc tezgah sistemini esas alacak ve ISO (International Organization for Standardization) standartlarına göre verilen kodlarla çalışacaktır.



Şekil 6.6: Tasarlanan CNC Eğitim Setinin Görünümü

Bu bölümün elektronik aksamının imalatı için çeşitli elektrik - elektronik devreler kullanılacaktır. Tezgahın parça işleyen mekanik aksamı için motor, kızaklar, sürücüler vb. elemanlar kullanılacaktır. Tezgah kontrolü için kontrol paneli ve kontrol ünitesi elemanları kullanılacaktır. Ve tüm parçalar metal bir gövde üzerinde bir araya getirildikten sonra tezgaha, işletim sistemi olarak çalışacak Türkçe olarak hazırlanmış base softare yüklenecektir. Mini CNC tezgahı bölümü imal edildikten sonra, eğitim setinin yazılım bölümü de tezgah üzerindeki diğer bir monitörden izlenebilecek ve kontrol edilebilecek şekilde tezgaha eklenecektir.

CNC Eğitim Setinin organizasyonel yapısı aşağıdaki şekilde gibidir.



Şekil 6.7: CNC Eğitim Seti Tasarım Şeması

Tezgahın yazılım bölümünün geliştirilmesi aşamasında programlama dili olarak Borland firmasına ait Borland Delphi 7.0 programlama dili kullanılmıştır. Simülasyon bölümünde kullanılan editör programı ve elektronik kitap bölümü bu yazılım ile hazırlanmıştır. Oldukça esnek, kolay bir programlama dili olması ve problemsiz olarak ve ek dosyalara ihtiyaç duymadan bir çok bilgisayarda çalışabilmesi sebebiyle bu dil tercih edilmiştir. Ayrıca yazılım bölümünde görselliğin daha kolay sağlanabilmesi amacıyla MediaChance firmasına ait Multimedia Builder 4.9.7 programı kullanılmıştır. Bu program özellikle multimedya destekli arabirimler programlar ve CD arabirimi geliştirmek için kullanılan, basit script diline sahip olan bir programdır. Yazılım bölümünün arabirimi ve multimedya destekli anlatım bölümü bu yazılım ile hazırlanmıştır. Bu programlara ek olarak resim programlama için Adobe Photoshop CS2, animasyon hazırlama için Macromedia Flash 8.0, Video düzenleme için Sony Vegas 6.0, ekran görüntüsü alma işlemleri için Techsmith Snagit 8.0 programları kullanılmıştır.

6.2. CNC Eğitim Setinden Beklenen Yararlar

- **Daha hızlı ve kaliteli bir eğitim:** CNC Eğitim Seti ile yapılan eğitim, mevcut klasik eğitime göre, canlı ve uygulama yapılabilecek bir materyal ile desteklendiği için daha kaliteli olacaktır. Eğitimi veren kişi tezgâhın parçalarını, fonksiyonlarını ve yazılan kodların sonuçlarını tezgâh üzerinde gösterebileceği için konu anlatımını daha rahat yapabilecektir. Eğitim alan kişi de bu set sayesinde, teorikte kalan, uygulamaya dökülme imkânı bulunamadan unutulmuş bir eğitim yerine, anlaşılabilirliği maksimum düzeyde olan bir eğitim almış olacaktır.
- **CNC tezgâhlarında meydana gelen kaza ve bozulmalarda azalma:** CNC Eğitim Seti ile öğrenci parçayı oluşturmadan önce, bilgi ekranından kodları yazıp simülasyonunu görme imkânına sahip olduğu için, CNC tezgâhında programın yanlış düşünülerek kodlanmasından dolayı oluşabilecek çarpma gibi kazalar önceden tespit edilebilecek ve düzeltilmeye çalışılabilecektir. Ayrıca bu set ile yapılan eğitim, tümü teorik olarak işlenen bir derse göre, öğrenciye uygulama yapma imkânı verdiği için öğrenci konuyu daha iyi öğrenecek ve gerçek uygulama esnasında daha az hata yapacaktır.
- **Öğrencilerin yeniden eğitilebilirliği:** Bu set çok farklı giriş düzeyine sahip olan öğrencilere hitap etmektedir. Her seviyedeki öğrenciye bu set ile eğitim verilebilir. Başlangıç düzeyindeki bir öğrenci bu set ile eğitilebileceği gibi, daha önce bu eğitimi almış fakat bazı az kullanılan komutların uygulaması gibi öğrencinin kendini eksik hissettiği konular ile ilgili yeniden çalışma yapmak isteyen ve eğitim almak isteyen öğrenciler, bu setten tekrar faydalanabilir. Bu yüzden bu set öğrenciye farklı seviyelerde tekrar tekrar eğitilebilme imkânı vermektedir.
- **Öğrenci tutumlarında olumluluk ve buna bağlı daha kolay derse konsantrasyon:** CNC Eğitim Seti ile yapılan derslerde, ortamdaki tezgâh, öğrenci açısından farklılık oluşturduğu için ve bu farklılık derse duyulan ilgiyi artıracığı için eğitimin kalitesi daha yüksek olacaktır. Ayrıca öğrenci bu seti

gördüğünde dersi daha iyi kavrayacağını düşünerek daha baştan, derse karşı olumlu tutum geliştirecek ve derse daha iyi konsantre olabilecektir.

- **Maliyet tasarrufu:** Bu set sanayi tipi bir CNC' ye göre daha küçük, masaüstü tipinde bir tasarıma sahip olacağı için, maliyeti daha az olacaktır. Böylece okullarda eğitim amaçlı sanayi tipi bir CNC alımı yerine, aynı paraya birçok CNC Eğitim Seti alınabilecektir. Hem de alınan set, eğitim amaçlı olarak tasarlandığı için sanayi tipi bir CNC' ye göre eğitim açısından daha fazla fayda sağlayacaktır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, CNC eğitimi veren eğitim ve öğretim kurumları ile çalışanlarına hizmet içi eğitim vermek isteyen sanayi kuruluşları için, eğitimi daha etkili ve verimli kılmak amacıyla bir CNC Eğitim Seti tasarlanmış ve bazı bölümleri hariç olmak üzere imal edilmiştir. CNC Eğitim Setinin, maliyet fazlalığı sebebiyle üretilmeyen bölümleri olmakla birlikte, bazı kuruluşlara sunulan proje tekliflerinin kabul edilip destek alınmasıyla bu eksiklikler de tamamlanarak eğitim setine dahil edilecektir. Şu anda bilgisayar üzerinde çalışacak yazılım bölümü imal edilmiş durumdadır.

Eksik olan bölümün de yapılması ile bu set ile yapılacak öğretimin etkinliği daha da artacaktır. Şu anda uygulama simülasyon ile yapılabilmektedir. Her ne kadar oluşturulan simülasyon ortamı gerçeğine oldukça benzese de gerçek uygulamanın yapılabileceği donanım bölümünün de sete eklenmesiyle bu eğitim seti eğitim açısından çok daha etkili olacaktır.

Bu set ile verilen eğitim sayesinde, eğitim daha kaliteli yapılabilecek ve böylece imalat sanayisinin ihtiyacı olan kalifiye CNC operatörleri yetiştirilmiş olacaktır.

Geliştirilen CNC Eğitim Seti geliştirmeye açıktır. Birbirinden farklı bölümlerden oluşması yani modüler bir sisteme sahip olması setin geliştirilebilmesine imkân tanımaktadır. Elektronik kitap bölümü için başka kitapların da telif hakları alınabilir ve elektronik ortamdaki formatı bu bölüme eklenebilir. Ayrıca multimedya ortamına farklı kaynaklardan sesli, animasyonlu, grafikli vb. etkili anlatıma sahip multimedya görüntüleri sete eklenebilir.

Mevcut CNC eğitim kaynaklarının eğitim amaçlı olmaması, pahalı olması, Türkçe olmaması gibi değişik açılardan birçok olumsuz yanı bulunmaktadır. Bu çalışmada Türkçe olarak hazırlanmış, düşük maliyetli, hazırlık aşamasında formasyon ilkelerinin göz önünde bulundurulduğu eğitim amaçlı bir eğitim seti ortaya konmuştur.

CNC eğitim setinin yukarıda belirtilen faydaları sebebiyle, öğrenme ortamında bulunması, eğitimin amacına ulaşması bakımından büyük faydalar sağlayacaktır. Bu eğitimi veren her kurumun ve de kendi işyerindeki çalışanlara bu tür eğitim vermek isteyen işyerlerinin bu eğitim setini kullanmaları kendilerine büyük avantajlar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Benli, H., 2001. Türkiye’deki CNC Tornacılık Eğitiminin Değerlendirilmesi, Makine Eğitimi A.B.D. Makine Eğitimi Programı Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul

Büyükkaragöz, S., Çivi, C., 1999. Genel Öğretim Metotları Öğretimde Planlama Uygulama, Beta Yayınevi, İstanbul.

Dinçel, M., 1999. CNC Takım Tezgâhları, Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Tarım Makinaları Böl. Diploma Çalışması, Tekirdağ.

Erdem, M., 2003. Öğretim Teknolojisi Kavramına Farklı Bir Bakış, http://dergi.tbd.org.tr/yazarlar/31032003/mukaddes_erdem.htm

Koçlu, N., 2002. İşletmelerde Hizmet İçi Eğitim Etkinliğinin Değerlendirilmesi - Hipokrat A.Ş. CNC Birimi Uygulaması, Çalışma Ekonomisi A.B.D. İnsan Kaynakları Programı Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Mamur, T.,2005. CNC İşleme Merkezi Teknolojisine Giriş, Anka CNC Servis Departmanı, <http://www.ankacnc.com/teknik/Isleme%20Merkezi/BOLUM1.pdf>

Özdemir, A., 1988. CNC’li Torna Tezgâhlarına Hazırlanan İş Üretim Programının Bilgisayar ile Simülasyonu, Makine Eğitimi Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara

Özdemir, S., Yalın, H. İ., 1999. Öğretmenlik Mesleğine Giriş, Nobel Yayınevi, Ankara.

Özdeveci, M., 2001. Eğitim Tipi CNC Frezesinin Tasarımı ve İmalatı, Makine Eğitimi A.B.D. Makine Eğitimi Programı Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi, İstanbul

Senemoğlu, N., 2004. Gelişim Öğrenme ve Öğretim Kuramdan Uygulamaya, Gazi Kitabevi, Ankara.

Şahin (Yanpar), T., Yıldırım, S., 1999. Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme, Anı Yayıncılık, Ankara.

Ünsaçar, F., Çoklar, A.N., 2003. CNC Tezgâhların Programlanması, Atlas Yayınevi, İstanbul

Yalın, H.İ., 2004. Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme, Nobel Yayınevi, Ankara.

Yıldırım S., 2005. Öğretim Teknolojilerine Genel Bakış, <http://www.ceit.metu.edu.tr/turkce/ot/2.htm>

Yılmaz H., Sünbül A. M., 2000. Öğretimde Planlama ve Değerlendirme, Mikro Yayınevi, Konya

Milli Eğitim Bakanlığı, Erkek Teknik Öğretim Genel Müdürlüğü.
<http://etogm.meb.gov.tr/>