

**EĞİTİM AMAÇLI MASAÜSTÜ CNC TORNA
TEZGAHI TASARIMI VE PROTOTİPİ**

**2011
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE EĞİTİMİ**

Ahmet KÖBELOĞLU

**EĞİTİM AMAÇLI MASAÜSTÜ CNC TORNA TEZGAHI
TASARIMI VE PROTOTİPİ**

Ahmet KÖBELOĞLU

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Eğitimi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Şubat 2011**

Ahmet KÖBELOĞLU tarafından hazırlanan “EĞİTİM AMAÇLI MASAÜSTÜ CNC TORNA TEZGAHI TASARIMI VE PROTOTİPİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Kerim ÇETİNKAYA
Tez Danışmanı, Makine Eğitimi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 03/ 02/ 2011

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Kerim ÇETİNKAYA (KBÜ)



Üye : Doç. Dr. Cevdet GÖLOĞLU (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim DEMİRCİ (KBÜ)



.../ .../ 2011

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç.Dr.Nizamettin KAHRAMAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Ahmet KÖBELOĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EĞİTİM AMAÇLI MASAÜSTÜ CNC TORNA TEZGAHI TASARIMI VE PROTOTİPİ

Ahmet KÖBELOĞLU

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Kerim ÇETİNKAYA

Şubat 2011, 90 sayfa

Bu çalışmada mesleki ve teknik okullarda eğitim amaçlı kullanılacak düşük maliyetli iki eksenli masaüstü CNC torna tezgahı tasarlanmış ve prototip olarak imal edilmiştir. İmal edilen tezgah dış boyutları 950, 600, 500(X, Y, Z) ölçülerine sahiptir. Bu tezgah ile en fazla 30 mm çap ve 150 mm boy ölçülerine sahip silindirik parçalar işlenebilmektedir.

Tezgah gövdesi 27 mm kalınlığındaki kestamit malzemelerin cıvatalı birleştirilmesi ile imal edilmiştir. Ayrıca tezgah gövdesi 25x25 kare profillerden oluşturulmuş bir kabin ile çevrelenmiştir. Bu kabin tezgahta çalışan personel ve öğrencinin iş güvenliğini artırmıştır. Tezgah eksenlerinde vidalı mil, bilyalı somun ve doğrusal rulmanlar kullanılmıştır. Tezgah eksen hareketleri ve iş mili hızının bilgisayar ekranından kontrol edilebilmesi için gerekli elektronik donanım tasarlanmış ve imal edilmiştir. Kontrol yazılımı olarak Mach3 CNC programı tercih edilmiştir. Tezgahta

işleme parametreleri ve komutları bilgisayar ekranından girilmektedir. Tezgah üzerinde bulunan kontrol paneli ile de Enerji Start-Stop, Acil Stop ve Punta Hareketi ve soğutma sıvısı açma-kapama işlemleri manuel gerçekleştirilebilmektedir. Tezgahın eğitim amaçlı olması dolayısı ile sisteme bir webcam bağlanmış ve tezgahtaki işleme süreci bilgisayar ekranından takip edilebilir hale getirilmiştir. Tezgahta soğutma sıvısı sistemine de yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Cnc, cnc eğitimi, cnc torna.

Bilim Kodu : 708. 1.090

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DESIGN AND THE PROTOTYPE OF A DESK-TOP CNC LATHE TO BE UTILIZED FOR EDUCATIONAL PURPOSES

Ahmet KOBEOGLU

**Karabuk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical Education**

Thesis Advisor:

Prof. Dr. Kerim CETINKAYA

February 2010, 90 pages

In this study, a cost-effective two-axis CNC lathe workbench was designed and manufactured as a prototype in order to be used for training purposes at vocational and technical schools. The workbench is at 950, 600, 500 mm (X, Y, Z) exterior dimensions, it can process the cylindrical pieces of 30 mm in diameter and 150 mm in length at most.

The workbench frame was manufactured by joining cast polyamide materials of 27 mm in thickness with bolts. The workbench frame was also encircled with a cabin composed of 25x25 square profiles, increasing the labor security of the staff and students working on the bench. On the workbench axis, threaded rods, ball nuts and linear roller bearings were used. Necessary electronic hardware was designed and manufactured in order to control the workbench axis movements and spindle speed through computer screen. Mach3 was preferred as control software. Processing

parameters and commands for the workbench are entered via computer screen. The control panel on the workbench manually enables the execution of Energy Start-Stop, Emergency Stop and Center Movement and Cooling Liquid On-Off functions. Because the workbench was designed for training purposes, a webcam was connected to the system to be able to monitor the process on the computer screen. A cooling liquid system was also installed on the workbench.

Key Words : Cnc, cnc training, cnc lathe.

Science Code : 708. 1.090

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Prof. Dr. Kerim ÇETİNKAYA'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

İmalat aşamasında yardımlarını esirgemeyen, Makine Teknikeri Hüseyin YÜKSEK'e ve Makine Teknikeri Asım DAĞDELEN'e teőekkürü bir borç bilirim.

Çalıőmalarım süresince maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve özellikle çalıőmalarım boyunca bana destek olan eşime ve kızıma teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
BÖLÜM 1.	1
GİRİŞ	1
1.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	2
BÖLÜM 2.	6
CNC TORNA TEZGAHLARI VE PROGRAM YAPILARI.....	6
2.1. TAKIM TEZGAHLARININ TARİHİ GELİŞİMİ	6
2.2. CNC TORNA TEZGAHLARI VE KULLANIM ALANLARI	8
2.2.1. CNC Yatay İşleme (Torna) Tezgahları	8
2.3. CNC KODLAR VE CAM PROGRAMLARI	11
2.3.1. CNC Program Yapısı	11
BÖLÜM 3.	14
MASAÜSTÜ CNC TORNA TASARIMI VE PROTOTİPİ.....	14
3.1. TEZGAHIN TASARIMI.....	14
3.1.1. Boyutsal Ön Tasarım	15
3.1.2. Standart Elemanların Belirlenmesi	15
3.1.3. Sistemin modellenmesi	15
3.2. MEKANİK PROTOTİP	16
3.2.1. Gövde	16

	<u>Sayfa</u>
3.2.2. Eksenler.....	17
3.2.3. İş mili ve Punta Tertibatı.....	19
3.2.3. Kabin.....	19
3.3. İŞ MİLİ, AYNA, KESİCİ TAKIMLAR VE TAKIM TUTUCU	21
3.3.1. İş Mili Tertibatı Montaj Detayı	21
3.3.2. Torna Tezgahlarında Kullanılan Kesici Takımlar	22
3.3.3. Takım Tutucu (Katerlik)	23
3.4. TEZGAHTA KULLANILAN MOTORLAR VE MONTAJI.....	24
3.4.1. İş Mili Motoru ve Montajı.....	24
3.4.2. Eksen Motorları ve Montajı	24
3.5. MACH3 CNC KONTROL YAZILIMI.....	25
3.6. KONTROL SİSTEMİ.....	29
3.6.1. İş Mili Hız Kontrol Devresi ve Hız Geri Besleme Devresi.....	29
3.6.2. Eksen Kontrol Devreleri.....	32
3.6.3. Punta Tertibatı Kumanda ve Güç Devresi.....	34
3.6.4. Soğutma Sıvısı Düzenegi Kontrolü	36
3.7. EĞİTİM AMAÇLI MASAÜSTÜ CNC TORNA TEZGAHI İÇİN ERGONOMİK MASA TASARIMI.....	37
BÖLÜM 4.	39
MALİYET HESABI.....	39
4.1. GÖVDENİN MALİYETİ.....	39
4.2. EKSEN ELEMANLARININ MALİYETİ	40
4.3. ELEKTRİK VE ELEKTRONİK SİSTEM MALİYETİ	41
4.4. KABİN MALİYETİ VE DİĞER MALİYETLER.....	41
4.5. CNC TEZGAH TOPLAM MALİYETİ	42
BÖLÜM 5.	44
SİSTEMİN TEST EDİLMESİ	44
5.1. SİSTEMİN HASSASİYETİ	44
5.2. DOĞRULUK KONTROLLERİ	44
5.2.1. X,Z Eksenleri Doğruluk Kontrolü	45

	<u>Sayfa</u>
5.3. ÖRNEK UYGULAMALAR	54
BÖLÜM 6.	59
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	64
EK AÇIKLAMALAR A. (CNC TEZGAHIN FOTOĞRAFLARI).....	65
EK AÇIKLAMALAR B. (CNC TEZGAHIN İMALAT RESİMLERİ).....	67
EK AÇIKLAMALAR C. (TEZGAHA AİT MACH3 CNC PROGRAM AYARLARI).....	74
EK AÇIKLAMALAR D. (MACH3 CNC TURN MODÜLÜ WİZARD UYGULAMALARI)	79
EK D.1. Alın Tornalama Örneği.....	80
EK D.2. Konik Tornalama Örneği.....	88

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Takım Tezgahlarında , takım ve iş parçasının birbirine göre bağlı hareketleri.....	6
Şekil 2.2. Tezgah evrimi	7
Şekil 2.3. İki eksenli CNC Torna Örneği	10
Şekil 2.4. C ve Y eksenli CNC Torna örneği ve Y eksen işleme örneği	10
Şekil 2.5. Masaüstü CNC Torna Tezgahı	11
Şekil 2.6. İş Parçası koordinat sistemi	13
Şekil 3.1. Tezgahın 3B modeli	16
Şekil 3.2. Kestamit malzemedен inşa edilen tezgah gövdesi ve montaj detayı	16
Şekil 3.3. Tezgah talaş tablasının gövde üzerine yerleşim detayı	17
Şekil 3.4. Eksenlerin montaj detayları	18
Şekil 3.5. Tezgah eksenlerinde kullanılan motorlar	18
Şekil 3.6. Tezgahta ayna, punta ve kesici takım eksenleri.....	19
Şekil 3.7. Tezgah kabin modeli	20
Şekil 3.8. Tezgahın iş mili tahrik sistemi	22
Şekil 3.9. Tezgahın iş mili tertibatı modelinin değişik açılardan görüntüsü	22
Şekil 3.10. Tornalama şekline göre kalem çeşitleri	23
Şekil 3.11. Katerliğin tezgah üzerindeki konumu	23
Şekil 3.12. Tezgahta kullanılan iş mili motoru ve mekanik tespit detayı	24
Şekil 3.13. Eksenlerdeki step motorların mekanik bağlantı detayı	25
Şekil 3.14. Punta eksenini tahrikinde kullanılan redüktörlü DC motor	25
Şekil 3.15. Mach3 CNC Torna Modülü karşılama ekranı	26
Şekil 3.16. Mach3 CNC Programı birim sistemi değiştirme iletişim kutusu	26
Şekil 3.17. Paralel port pin dağılımı	27
Şekil 3.18. Mach3 CNC Torna Modülü Wizard Penceresi	28
Şekil 3.19. CNC Tezgah kontrol sistemi.....	29
Şekil 3.20. İş mili motor sürücü devresi.....	30
Şekil 3.21. İş mili motor sürücü devresinin 3B modeli.....	31
Şekil 3.22. İş mili hız geri besleme düzeneği.....	31

Sayfa

Şekil 3.23. Darbeli takometre devresi.....	32
Şekil 3.24. Darbeli takometre devresi 3B modeli.....	32
Şekil 3.25. Eksen kartları İçin 3B model	32
Şekil 3.26. Tezgahta kullanılan Toshiba step motor sürücü devresi.....	34
Şekil 3.27. Tezgaha ait kontrol paneli.....	35
Şekil 3.28. Punta tertibatı kumanda ve güç devresi.....	35
Şekil 3.29. Punta tertibatı prensip şeması.....	36
Şekil 3.30. Soğutma sıvısı tertibatı prensip şeması	36
Şekil 3.31. Masaüstü CNC Torna Tezgahı için tasarlanan masa modeli ve ergonomisi.....	37
Şekil 3.32. Üretilen Masaüstü CNC Torna Tezgahının Kullanıma Ait Resimler	38
Şekil 4.1. Tezgah Gövdesi.....	39
Şekil 5.1. Eksen doğruluk kontrolleri için iş parçasında açılan kanallar	45
Şekil 5.2. Eksen doğruluk kontrolleri için pirinç malzemeden üretilen iş parçası ölçüleri	46
Şekil 5.3. Eksen doğruluk kontrolleri için işlenen pirinç iş parçası.....	46
Şekil 5.4. İşlenen pirinç malzemenin X eksenini için alınan ölçüm sonuçları.....	47
Şekil 5.5. Eksen doğruluk kontrolleri için alüminyum malzemeden üretilen iş parçası ölçüleri	48
Şekil 5.6. Eksen doğruluk kontrolleri için işlenen alüminyum iş parçası	49
Şekil 5.7. İşlenen alüminyum malzemenin X eksenini için alınan ölçüm sonuçları ...	49
Şekil 5.8. Eksen doğruluk kontrolleri için polyamid malzemeden üretilen iş parçası ölçüleri	51
Şekil 5.9. Eksen doğruluk kontrolleri için işlenen polyamid iş parçası.....	51
Şekil 5.10. İşlenen polyamid malzemenin X eksenini için alınan ölçüm sonuçları	51
Şekil 5.11. İş parçaları Z eksenini ölçüm noktaları	52
Şekil 5.12. İşlenen malzemelerin Z eksenini için alınan ölçüm sonuçları	53
Şekil 5.13. Alüminyum malzeme üzerinde gerçekleştirilen radyus işleme, boyuna tornalama ve konik tornalama işlemleri	55
Şekil 5.14. Polyamid malzeme üzerinde gerçekleştirilen radyus işleme, boyuna tornalama ve konik tornalama işlemleri	56
Şekil 5.15. Pirinç malzeme üzerinde gerçekleştirilen radyus işleme, boyuna tornalama ve konik tornalama işlemleri	57

Sayfa

Şekil EK A.1. Fotoğraf 1	66
Şekil EK A.2. Fotoğraf 2	66
Şekil EK B.1. Komple antet	68
Şekil EK B.2. Z ekseni ve gövde	69
Şekil EK B.3. X ekseni.....	71
Şekil EK B.4. İş mili ve tertibatı.....	72
Şekil EK B.5. Punta tertibatı	73
Şekil EK C.1. Bilgisayar port ayarı.....	75
Şekil EK C.2. Motor çıkış ayarları.....	75
Şekil EK C.3. Program giriş sinyal ayarları 1	76
Şekil EK C.3. Program giriş sinyal ayarları 2	76
Şekil EK C.5. Program çıkış sinyal ayarları.....	77
Şekil EK C.6. İş mili ayarları.....	77
Şekil EK C.7. X Ekseni hız ve ivme ayarları	78
Şekil EK C.7. Z Ekseni hız ve ivme ayarları.....	78
Şekil EK D.1. Mach3 CNC Turn Modülü Wizard Penceresi ile alın tornalama işlemi.....	80
Şekil EK D.2. Mach3 CNC Turn Modülü Wizard Penceresi ile konik tornalama işlemi	88

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. En çok kullanılan G kodları ve anlamları	12
Çizelge 2.2. En çok kullanılan M kodları ve anlamları	12
Çizelge 4.1. Gövde maliyeti	39
Çizelge 4.2. Eksenlerde kullanılan standart malzeme listesi ve maliyeti	40
Çizelge 4.3. Elektrik ve elektronik sistem maliyeti	41
Çizelge 4.4. Kabin ve çalışma masası maliyeti	41
Çizelge 4.5. Diğer maliyetler	42
Çizelge 4.6. Tezgah toplam maliyeti	43
Çizelge 5.1. Pirinç iş parçası X eksen ölçümleri	46
Çizelge 5.2. İşlenen pirinç malzemenin X eksen için standart sapma hesabı	47
Çizelge 5.3. Alüminyum iş parçası X eksen ölçümleri	49
Çizelge 5.4. İşlenen alüminyum malzemenin X eksen için standart sapma hesabı ..	50
Çizelge 5.5. Polyamid iş parçası X eksen ölçümleri	51
Çizelge 5.6. İşlenen polyamid malzemenin X eksen için standart sapma hesabı	52
Çizelge 5.7. İşlenen parçaların Z eksenlerinden alınan ölçüm sonuçları	53
Çizelge 5.8. İşlenen parçaların Z eksenleri için standart sapma ve %95 güven aralığı hesabı.....	54
Çizelge 5.9. Boyuna tornalama sonrasında iş parçasında oluşan çap bilgileri.....	58
Çizelge 6.1. Geliştirilen tezgahın özellikleri	59
Çizelge EK D.1. Mach3 CNC Turn Modülü Wizard penceresi ile alın tornalama işleminde üretilen CNC kodları	81
Çizelge EK D.2. Mach3 CNC Turn Modülü Wizard penceresi ile konik tornalama işleminde üretilen CNC kodları	89

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

CAD	: Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CAM	: Computer Aided Manufacturing (Bilgisayar Destekli İmalat)
CNC	: Computer Numerical Control (Bilgisayarlı Sayısal Denetim)
NC	: Numerical Control (Sayısal Kontrol)
DNC	: Direct Numerical Control (Direkt Sayısal Kontrol)
PWM	: Pulse Width Modulation (Darbe Genişlik Modülasyonu)

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde bilgisayar teknolojisinin getirdiği rahatlık üretim tekniklerine de yansımıştır. Üretimde önemli payı olan takım tezgahları da bilgisayar ile denetlenebilmektedir. Bilgisayarlı Sayısal Denetim (BSD) olarak bilinen bu yöntem İngilizce kısaltması olan CNC (Computer Numerical Control) ifadesi ile anılmaktadır. CNC bir yöntemdir ve beraber kullanıldığı takım tezgahı ile beraber anlam kazanmaktadır. CNC Torna Tezgahı, CNC Freze Tezgahı, CNC Matkap Tezgahı, CNC Tezgahlara örnek olarak gösterilebilir.

CNC Tezgahlar, program şeklinde hazırlanan hazırlık (G) ve yardımcı komutların (M) oluşturduğu kod sistemi yardımı ile işleme yapabilmektedir. Bu kodlar CNC Tezgahın kontrol panelinden direkt yazılabileceği gibi, iş parçası geometrisinin bir CAM programında yorumlanması ile de elde edilebilir.

CNC tezgahları; Teknoloji Fakülteleri, Mühendislik Fakülteleri, Meslek Yüksekokulları ve Teknik ve Mesleki Liselerinde Makine ve Mekatronik başta olmak üzere birçok disiplinde “Bilgisayar Destekli Üretim” dersi kapsamında tanıtılmaktadır. Makine-Teçhizat eksikliği yaşanan bazı okullarda bu dersler tahta başında veya simülasyon yazılımları ile gerçekleştirilmektedir. Bazı okullarda da mevcut tezgahlar, hazır bulunan öğrenci sayısına yeterli gelmemektedir. Bu çalışmada mesleki teknik eğitimin bu sorununa çözüm bulmak için bir “Eğitim Amaçlı Masaüstü CNC Torna Tezgahı Tasarımı ve Prototipi” amaçlanmış ve prototip imalatı gerçekleştirilmiştir.

1.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Peközcan çalışmasında, konvansiyonel torna tezgahını CNC tezgah haline dönüştürmüş ve sistemin eski ve yeni halinin dinamik duyarlılığını araştırmıştır. Eksenlerde tahrik elemanı olarak step motorlar tercih edip ve denetimlerini E500 CNC kontrol ünitesi ile gerçekleştirmiştir. CNC tezgah olarak kullanımdaki hassasiyetin konvansiyonel olarak kullanıma göre daha fazla olduğu vurgulamıştır. Peközcan tezgahtaki eksenlerde sürtünme kuvvetlerinin azaltılması ve boşlukların giderilmesi için sonsuz vida yerine, sonsuz bilyalı mil kullanılmasını tavsiye etmektedir [1].

Kaygısız çalışmasında, eğitim amaçlı üç eksenli masaüstü CNC freze tezgahı tasarlamış ve prototip imalatını gerçekleştirmiştir. Eksenlerin doğruluğunun tespiti için, eksenler doğrultusunda kanallar açarak, kanal boylarını ölçüp standart sapmalarını hesaplamıştır. CNC'nin üç eksen yüzey işleme kabiliyetini test etmek için Atatürk rölyefini başarı ile işlemiştir [2].

Mendi ve arkadaşları takım tezgahlarında talaş kaldırma ilkelerinin internet ortamında eğitimine yönelik bir Web Tabanlı Eğitim uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında hazırlanan interaktif bir web sayfası ile torna ve freze tezgahları hakkında genel bilgiler, talaş kaldırma ilkeleri ve talaş kaldırma esnasında oluşan kuvvetlerin analizlerinin eğitimi verilmektedir. Hazırlanan web sayfası verilen eğitimin sonuçlarının interaktif quiz ve ödev uygulamaları ile test edilmesine imkan tanımaktadır [3].

Kutlu çalışmasında, tasarladığı üç eksenli masa tipi CNC freze tezgahının statik ve dinamik hesaplamalarını yapmış ve bu tezgahı imal etmiştir. Ağaç, polyamid ve mdf gibi malzemeler üzerinde çeşitli yazı ve şekil işleyerek tezgahın çalışabilirliğini kanıtlamıştır [4].

Büyükşahin çalışmasında, Solid Works programında modellediği üç eksenli freze tezgahında, gövde ve eksenlerin gerilme, sehim, bükülme analizlerini Visual Nastran programında yapmış ve sonuçları sayısal hesaplarla doğrulamıştır. Gerekli

konstrüksiyon hesaplamalarının ardından üç eksenli CNC tezgahını imal etmiştir. Eksen tahrik elemanı olarak da servo motoru tercih etmiştir [5].

Karaçam çalışmasında adım motor kontrollü hızlı CNC freze tasarlamıştır. Eksenlerde step motor kullanıp bunları, mikroişlemcili mikro-step sürücüler ile denetlemiştir. Bu tezgahın boшта ve işleme esnasındaki azami ilerleme hızlarını inceleyerek azami kesme hızını 2400 mm/dk, azami boшта ilerleme hızını da 7500 mm/dk olarak bulmuştur. Elde ettiği verilerin piyasadaki benzer ürünlere ait teknik değerlere yakın olduğunu vurgulamıştır [6].

Akınca çalışmasında, PCB (Baskı devre kartı) çizimi ve hızlı prototip üretiminde kullanılabilir üç eksenli bir CNC tezgahı tasarlamış ve üretimini gerçekleştirmiştir. Sistem için Visual Basic programı yardımı ile bir arayüz programı oluşturmuş ve bu program ile BMP formatında hazırlanmış çizim dosyalarını piksel bazında inceleyerek, renk (siyah-beyaz) tonlamaları yapmıştır. Akınca yaptığı tezgahla BMP formatındaki şekillerin kopyasını başarı ile PCB üzerine asetat kalemi ile çizdirmiş ve kafa kısmında bulunan sistem ile de erittiği termoplastik malzemeyi başka bir düzleme dökerek BMP formatındaki çizimin 3D prototipini oluşturmuştur. Tezgahtaki motorları mikrodenetleyici içeren kartlar ile sürmüş ve bu kartlar ile PC arasındaki bağlantıyı seri port üzerinden sağlamıştır [7].

Kayalık çalışmasında, eski ve kullanılamaz durumdaki CNC dik işleme tezgahına servo motor ve sürücüsü ekleyerek modernize etmiştir. Siemens'in Simotion D425 adlı servo motor kontrol ürününün yanında Siemens Scout adlı kontrol programı kullanmış, fakat bu programın içerisinde G kodu okuma özelliği olmadığı için, Scout içerisindeki Structured Text adlı programlama dilini kullanarak, işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlayacak fonksiyonlar tanımlamıştır. Visual Basic'te yazılan bir program aracılığıyla da, Scout'un içinde tanımlanan bu fonksiyonların çağırılması ve G koduyla belirtilmiş hareketlerin gerçekleştirilmesini sağlamıştır. Modernize edilen tezgah ile fazla karmaşık olmayan motifleri başarı ile işlemiştir [8].

Uyanık çalışmasında, eski model ve işlevini kaybetmiş üç eksenli bir yüzey işleme tezgahının; sürücü ünitesi, kontrol panosu ve kontrol yazılımını yeniden tasarlayarak

gerçekleştirmiştir. Tezgah, ISO G sistem komut bloklarına göre bilgisayar ile kontrol edilebilmektedir. Uyanık eksenlerde kullanılan step motorlar için L297–L298 entegreli sürücü kartı tasarlayıp, bu devreleri Visual Basic 6.0 programında yazdığı Sim CNC isimli program ile paralel port üzerinden haberleştirmiştir. Devrelerde olabilecek olası bir arızada bilgisayar anakartının zarar görmemesi için Paralel port ile sürücü devre arasında opto-kuplörler yardımıyla izolasyon yapmıştır. Elektriksel donanımları bir elektrik panosu içerisinde toplayıp, tezgah çevresini kabinle donatmıştır [9].

Cevindik çalışmasında, mermer sanayinde kullanılabilen üç eksenli cnc tezgahının elektrik enerjisi yönünden optimum şekilde çalışabilmesi için uygun kesme parametrelerinin belirlenmesi için laboratuvar ortamında deneysel çalışmalar yapmıştır. Uşak yeşil mermeri için 1,25 mm kesme derinliğinde 4000 d/dk spindle motor devrinde 250-500 ve 750 mm/dk'lık ilerleme hızlarında sarfedilen enerjinin, aynı devir ve aynı ilerleme hızlarında 2,5 mm kesme derinliğindekinden daha fazla olduğunu deney sonuçları ile ortaya koymuştur. Deneylerde kullanılan Bursa Bej Mermeri ve Uşak Yeşil Mermeri için ilerleme hızı değişiminin enerji tüketimindeki etkisinin spindle motorun dönüş hızındaki değişimin enerji tüketimine olan etkisinden çok daha fazla olduğunu belirterek CNC ile mermer işlemenin klasik yöntemlere göre hızlı olduğu ve elektrik maliyetinin de düşük olduğunu belirtmiştir [10].

Alan çalışmasında, bilgisayar destekli eğitimin öneminden bahsedip, içeriğinde CNC tezgah 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 bulunan eğitim yazılımı tasarlamıştır [11].

Kaygısız ve Çetinkaya çalışmalarında Eğitim Amaçlı üç eksenli CNC freze tezgahı ve interaktif eğitim yazılımı geliştirmişlerdir. Bu çalışma ile mesleki ve teknik eğitim

veren kurumların atölye ve laboratuvarlarında okul olanakları ile imal edilebilir, çalışma prensibi olarak endüstriyel CNC'lerden hiçbir farkı bulunmayan bir tezgah geliştirilebileceği vurgulanmıştır. Ayrıca geliştirilen İnteraktif Eğitim yazılımının ortaöğretim ve yükseköğretim müfredatlarına uygun olarak hazırlandığı, hem ders materyali olarak sınıf ortamında hem de kendi kendine öğrenmeye yönelik detaylı, anlaşılır ve sade olduğu belirtilmiştir [12].

Zeyveli ve Gülesin çalışmalarında frezeleme işlemleri için ekonomik işleme şartlarının seçimini yapan bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Bu program ile kesme hızı, ilerleme hızı, talaş derinliği, paso sayısı gibi önemli parametreler için en uygun değer bulunabilmektedir. Programın yönlendirmesi ile seçilen kesme parametreleri ile uzun takım ömrü ile maksimum üretim oranı sağlanabilmektedir [13].

Keleş ve arkadaşları çalışmalarında, konvansiyonel torna tezgahında karmaşık profilleri işleyebilmek için hidrolik tahrikli ve bilgisayar kontrollü bir düzenek ve bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Pirinç ve alüminyum malzemeler üzerinde yaptıkları uygulamalarla sistemin çalışabilirliği kanıtlamışlardır [14].

Gürbüz çalışmasında, Emco Compact 5 Model BSD(Bilgisayarlı Sayısal Denetimli)'li tezgah için SD(Sayısal Denetim) program geliştirmiş ve tezgah üzerinde yapılan uygulamada olumlu sonuçlar alınmıştır. Gürbüz hazırlanan programı 25 PC'lik bir network bağlantılı bir bilgisayar laboratuvarında kullanmış ve bu laboratuvarında eğitim gören öğrencilerin kısa sürede SD programlamayı öğrenip Emco Compact 5 Tezgahında uygulama yapabildiklerini gözlemiştir [15].

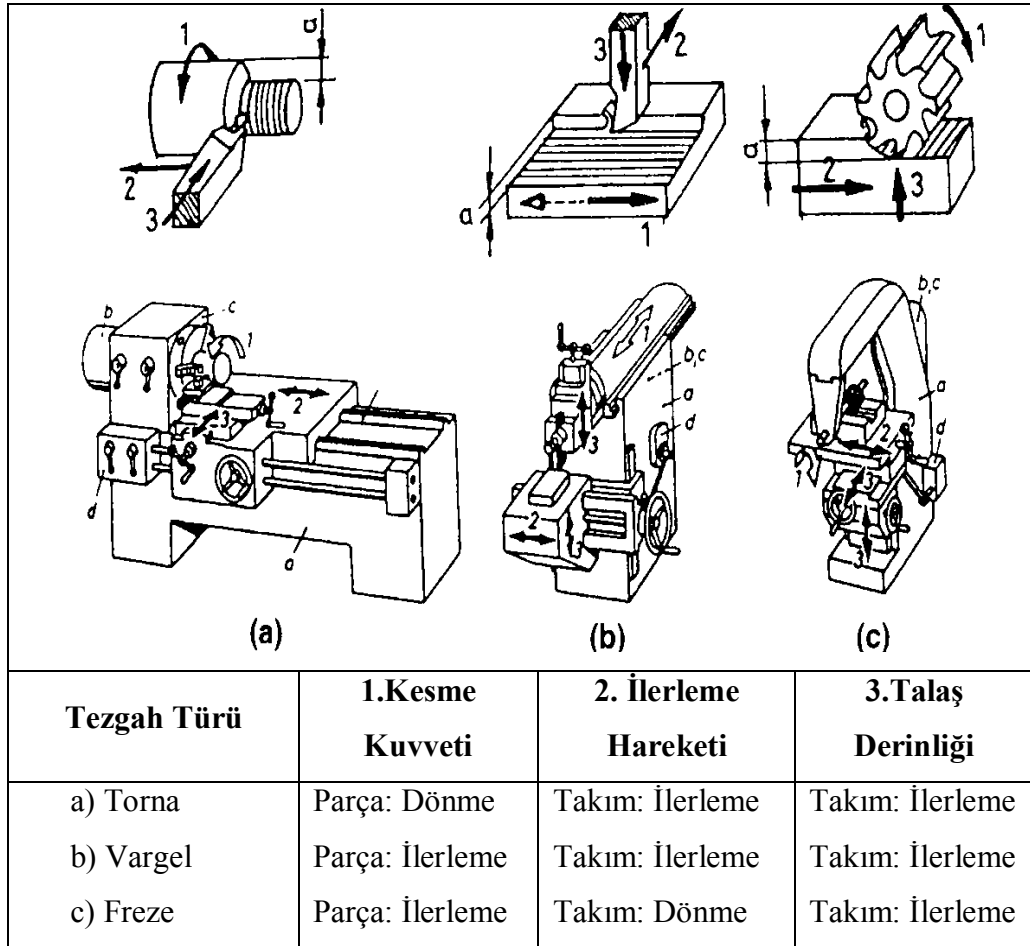
Göloğlu ve Bunarbaşı çalışmalarında, üç eksenli doğrusal hareket mekanizması tasarımı ve imalatını gerçekleştirmişlerdir. Mekanizmadaki kestamit makaralarda meydana gelen tepki ve sürtünme kuvvetleri hesaplanmıştır Kestamid makaraların küçük ve orta büyüklükteki yüklenmelerde kullanılmasının mümkün olabileceği görülmüştür [16].

BÖLÜM 2

CNC TORNA TEZGAHLARI VE PROGRAM YAPILARI

2.1. TAKIM TEZGAHLARININ TARİHİ GELİŞİMİ

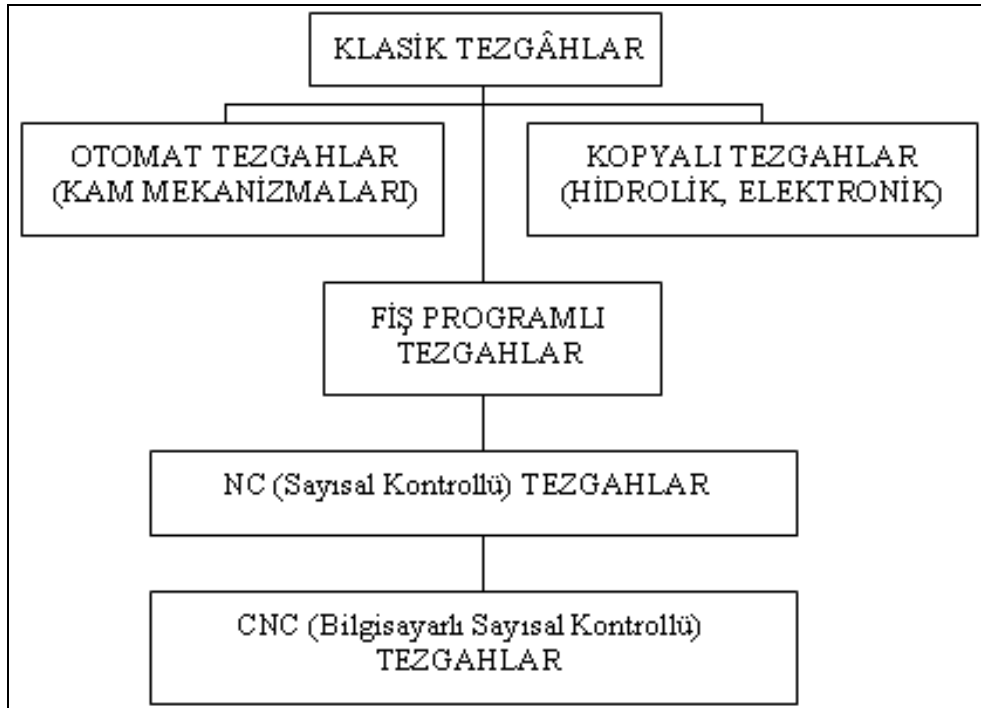
Takım tezgahları, ham madde halinde bulunan malzemenin talaş kaldırılarak şekillendirilmesi için kullanılan makinelerdir. Torna, vargel ve freze belli başlı takım tezgahlarıdır.



Şekil 2.1. Takım Tezgahlarında, takım ve iş parçasının birbirine göre bağlı hareketleri [17].

Üretim aracı olarak takım tezgahlarının kullanılması insanlık tarihi ile başlamıştır. İlk Torna tezgahı iki ağaç arasına bağlanmış bir mekanizmanın döndürülmesi prensibine göre yapılmıştır. İşe yarar ilk torna ise 1700 yılında Fransa’da geliştirilmiştir. Bunu takiben 1797 yılında Henry Moudslay adında bir İngiliz bilim adamı vida çekmeye yarayan bir torna tezgahı geliştirmiştir. 19. yüzyılım başlarında sanayi devriminin başlaması ile takım tezgahları hızlı gelişim göstermiştir. Takım tezgahlarının yaygınlaşması ile istenen ölçülerde hassas toleranslı imalata olanak sağlanmış ve seri imalata geçilmiştir [2].

1950 yıllarında nümerik programlamaya göre çalışan ve Nümerik Kontrollü (NC-Numerical Control) tezgahların uygulamaya konulmasıyla imalat sektöründe baş döndürücü bir değişim gözlenmiştir. NC tezgahların bilgisayarla donatılması ile CNC (Computer Nümerical Control) ve DNC (Direct Nümerical Control) tezgahları oluşmuş, bilgisayarların ve kişisel bilgisayarların kullanılması ile de bu tezgahlar işlemi optimizasyon düzeyinde yapmaya başlamışlardır [18].



Şekil 2.2. Tezgah evrimi [19].

2.2. CNC TORNA TEZGAHLARI VE KULLANIM ALANLARI

2.2.1. CNC Yatay İşleme (Torna) Tezgahları

Takım tezgahlarının bilgisayar desteği ile denetlenmesi olayına “Bilgisayarlı Sayısal Denetim (BSD)” denilmektedir. Bu denetim biçimi İngilizce kelimelerinin kısaltılmış hali olan CNC (Computer Numerical Controller) kelimesi ile ifade edilmektedir. CNC tezgahları bilgisayar üzerinden veya kendi kontrol paneli üzerinden girilen kod sistemine göre otomatik olarak kontrol edilebilmektedir. Ayrıca bu tezgahlarda eksenlerin manuel kontrolü için gerekli tuş takımları da ilave edilmiştir.

Takım tezgahlarına bilgisayar faktörünün girmesi ile iş parçası üretim kodlarının kaydedilmesi veya önceki başka bir çalışma üzerinden farklı kaydedilmesi imkanı sağlanmıştır. CNC Tezgahlar bilgisayarda bir CAD programında çizilen iş parçası modelinin CAM yazılımında yorumlanması sonucu üretilen kod sistemi ile çalışmaktadır. İş parçası modeli direkt CAM programı üzerinden de çizilebilir.

CNC Tezgahlarının üstünlüklerini aşağıdaki gibi listelenebilir;

- Koordinat belirleme ve manuel hareket vb. nedenlerle oluşan zaman kayıpları minimumdur.
- İnsan faktörü kendini makineye bıraktığı için, kişisel hatalar önlenip, seri ve hassas imalat mümkün kılınmıştır.
- Zanaatkar insan ihtiyacına gerek kalmamıştır.
- Uzun çalışma süresine ve kararlı hassasiyete sahiptir.
- Enerji sarfiyatı minimum düzeydedir
- Her üretim için ayrı ayrı iş kalıbına gerek duyulmadığı için iş parçası imalatı daha ucuzdur.
- Üretilen parçaların üretim kodları tezgah üzerinde veya bilgisayar belleğinde depolanıp, daha sonra tekrar kullanılabilir. Parça üzerinde yapılacak değişiklikler sadece programın ilgili bölümünde ve tamamı değiştirilmeden seri olarak yapılır. Bu nedenle CNC takım tezgahlarıyla yapılan imalat büyük bir esnekliğe sahiptir [20].

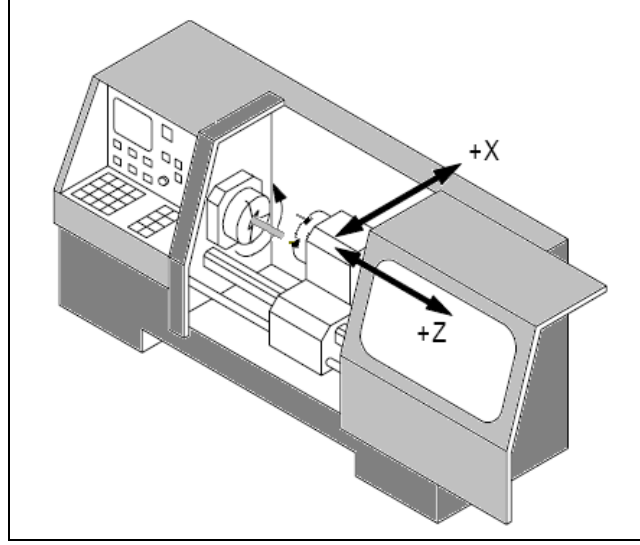
CNC'lerin avantajlarının yanı sıra dezavantajları da vardır. Bunlar da aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Detaylı imalat planı gerektirir.
- İlk yatırım maliyeti pahalıdır.
- Klasik takım tezgahları ile kıyaslandığında daha titiz bir çalışma gerektirir.
- Kesme hızı yüksek kaliteli kesici takımlar gerektirir.
- Uzman kişiler tarafından periyodik bakım gerektirir [20].

CNC Torna Tezgahlarının çalışması diğer tezgahların çalışmasından farklıdır. Tornalama ile gerçekleştirilen bir talaş kaldırma işleminde, iş parçası dairesel bir hareket yaparken talaş derinliği verilmiş takım, enine ve boyuna ilerleme hareketi yapar [17]. Diğer takım tezgahlarında iş parçası döndürülmez, sadece ilerleme hareketi verilir.

2.2.2. İki Eksenli CNC Torna Tezgahı

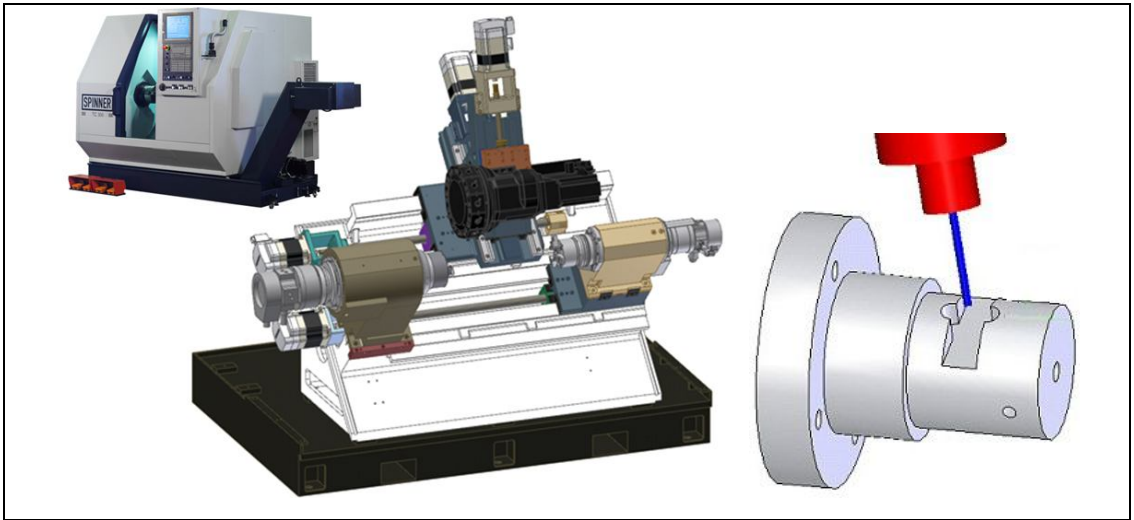
2 Eksen standart torna tezgahlarında X-Z eksenlerinde hareket vardır. Tornada X eksenini enine, Z eksenini ise parçanın boyuna olan hareketi temsil eder. Bu tür CNC torna tezgahlarında kesici uç, döndürülmeden X-Z eksenlerinde ilerletilerek dönen iş parçası üzerinden talaş kaldırılarak işleme yapılır. Bu tezgahlarda kesici takımların canlı freze çakısı özelliği yoktur. Otomatik takım değiştiricisi olan ve kesici takımları sadece X ve Z ekseninde ilerleme hareketi yapabilen tezgahlarda bu gruba dahildirler. İki eksenli tezgahlar ile alın tornalama, boyuna tornalama, konik tornalama, kanal açma ve diş açma gibi temel tornalama işlemleri bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2.2. İki eksenli CNC torna örneği.

2.2.3. C ve Y Eksenli CNC Torna Tezgahı

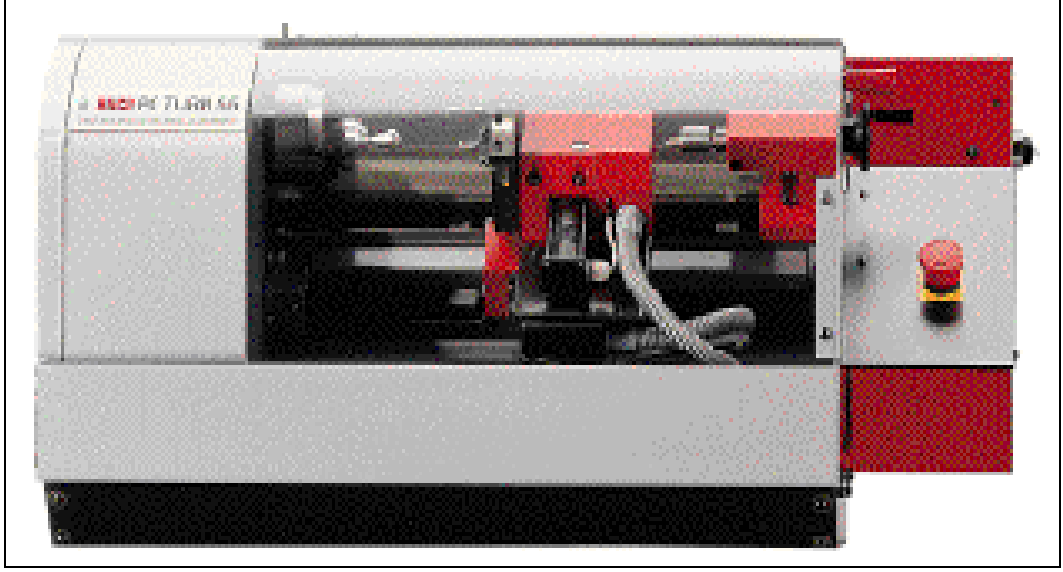
Standart 2 eksen torna özelliklerine ilave olarak iş milinin belirli açılara kendini konumlayabilmesi için C eksenini ilave edilmiştir. Y ekseninin görevi ise taret üzerine takılabilen canlı freze çakısı ile silindirik parça üzerinde frezeleme işlemi yapmaktır. Bu tezgahlarda ayna divizör görevini üstlenmiştir.



Şekil 2.3. C ve Y eksenli CNC torna örneği ve Y eksen işleme örneği [21].

2.2.4. Masaüstü CNC Torna Tezgahları

Düşük kapasiteli üretimlerde ve eğitim amaçlı kullanımlarda sanayi tipi CNC Tezgahları oldukça pahalı bir çözüm olmaktadır. Bu tür uygulamalarda fiyatlarının çok daha uygun olması ve kullanımının pratik olması dolayısı ile masaüstü tezgahlar tercih edilmektedir (Şekil2.5).



Şekil 2.5. Masaüstü CNC torna tezgahı.

2.3. CNC KODLAR VE CAM PROGRAMLARI

2.3.1. CNC Program Yapısı

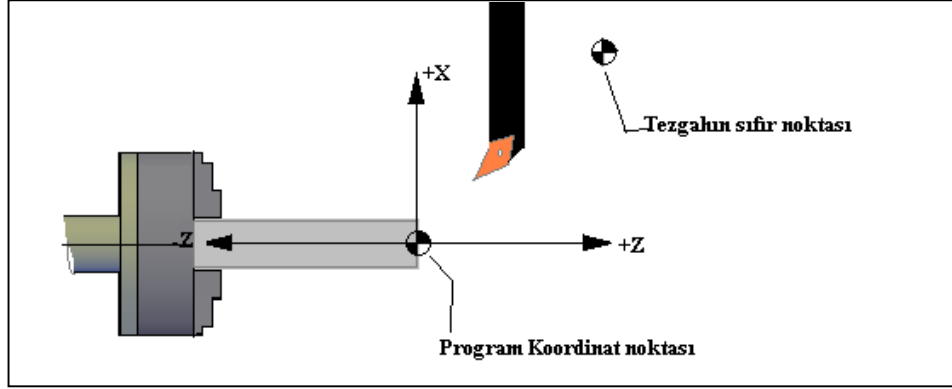
CNC tezgahlarda iş parçasının imal edilebilmesi için parça imalat bilgilerini içeren kodlara ihtiyaç vardır. Bu kodlara CNC programı denilmektedir. CNC programı bir CAM programı ile oluşturulabileceği gibi, doğrudan elle de yazılabilir. Bir CNC programı (kodu), hazırlık komutları (M), yardımcı komutlardan (G) ve eksen adreslemelerinden oluşur (Çizelge 2.1, Çizelge 2.2). Programlamada esas alınan üç esas koordinat sistemi vardır (Şekil 2.6). Bunlar Tezgah Koordinat Sistemi, Program Koordinat Sistemi ve İş Parçası Koordinat Sistemi'dir [22].

Çizelge 2.1. En çok kullanılan g kodları ve anlamları.

EN ÇOK KULLANILAN G KODLARI	
G00	Kesici takımın talaş kaldırmadan serbest ilerlemesi
G01	Kesici takımın talaş kaldırarak ilerlemesi
G02	Saat yönünde radyus oluşturma
G03	Saat yönünden ters yönde radyus oluşturma
G04	Bekleme (saniye veya devir cinsinden)
G20	Programda verilen ölçüler inch sistemindedir
G21	Programda verilen ölçüler metrik sistemindedir
G28	Referans noktasına dönüş
G32	Diş çekme komutu
G70	Çevrimli finiş işleme
G71	Çapta çevrimli kaba işleme
G72	Alında çevrimli kaba işleme
G76	Çevrimli diş açma
G92	Diş açma
G96	Kesme hızı değişken
G98	İlerleme mm/dk cinsindedir.
G99	İlerleme mm / dev. cinsindedir.

Çizelge 2.2.En çok kullanılan m kodları ve anlamları.

EN ÇOK KULLANILAN BAZI M KODLARI	
M00	Program dursun (Tekrar kaldığı yerden devam eder)
M01	İsteğe bağlı durdurma
M03	Aynanın saat yönünde dönüşü
M04	Aynanın saat yönünün tersi yönünde dönüşü
M05	Ayna dursun
M08	Soğutma suyu aç
M09	Soğutma suyunu kapat
M30	Program sonu
M99	Program başına dön



Şekil 2.6. İş parçası koordinat sistemi.

BÖLÜM 3

MASAÜSTÜ CNC TORNA TASARIMI VE PROTOTİPİ

3.1. TEZGAHIN TASARIMI

Eğitim Amaçlı Masaüstü CNC Torna Tezgahının tasarım aşamasında aşağıdaki özellikler dikkate alınmıştır.

Dış görünüş: Üretilen tezgahın dış görünüşü diğer marka tezgahlar ile benzerlik göstermelidir. Böylelikle bu tezgahta eğitim alan öğrenciler, iş hayatına atıldıklarında karşılaştıkları diğer tezgahlara kolayca adapte olabilmektedirler.

Mekanizmalar: Hareketli parçaların çalışma şekilleri diğer marka tezgah türleri ile benzerlik göstermelidir. Bu tezgahta eğitim alan öğrenciler, öğrendikleri iş parçası bağlama, kesici takım seçimi ve montajı, parça sıfırlama gibi imalat aşamalarını başka tezgahlara da rahatlıkla uygulayabilirler.

Ergonomi: Tezgah geometrisi boyutlandırılırken hedef kitlenin biyolojik ve psikolojik özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Tezgah tasarımı;

- Boyutsal ön tasarım,
- Standart elemanların seçilmesi,
- Ön tasarım ve standart elemanlara göre tezgahın 3B modelinin AutoCAD 2008 programında modellenerek imalat resimlerinin çıkarılması,
- Tezgah için ergonomik masa tasarımı

olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Boyutsal Ön Tasarım

Tezgahla ilgili olarak;

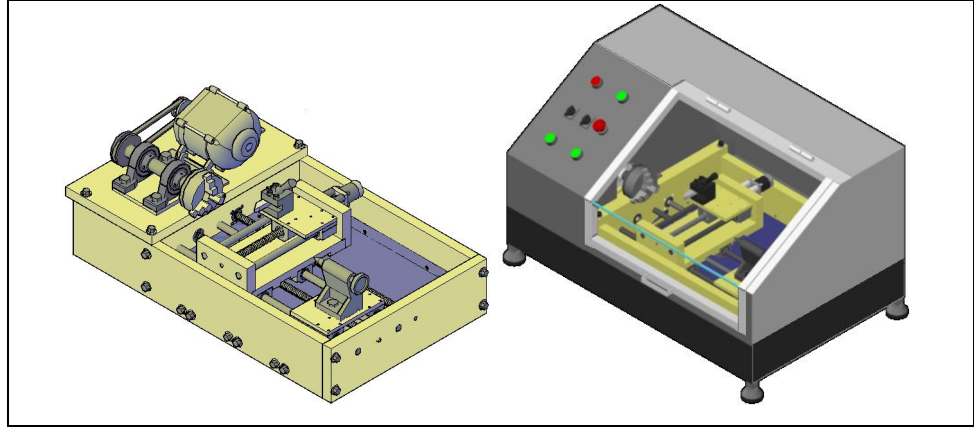
- Tezgahta iş miline tahrikin kayış-kasnak sistemi ile gerçekleştirilmesine,
- Tezgahın iki eksen olmasına ve eksenlerde hareket iletiminde vidalı miller ve bilyalı somunlar kullanılmasına,
- Gövde kısmında profil, döküm, polyamid ve kestamid seçeneklerinden kestamid malzeme tercih edilmesine,
- Gövdenin profil kafesten oluşturulmuş bir kabin ile çevrelenmesine, karar verilmiştir.

3.1.2. Standart Elemanların Belirlenmesi

Boyutsal Ön tasarımın ardından ihtiyaç duyulan standart elemanlar ilgili firmaların kataloglarından seçilmiştir. Bu seçim esnasında elemanların performansı ve maliyeti konularında optimum seçenekler seçilmesine dikkat edilmiştir.

3.1.3. Sistemin Modellenmesi

Tezgahla ilgili ön tasarım gerçekleştirilip standart elemanlar belirlendikten sonra Autocad 2008 programında sistemin modeli çıkarılmıştır. Tezgahı oluşturan ana elemanlar gövde, eksenler, iş mili tertibatıdır ve gezer punta tertibatıdır. Şekil.3.1'de sistemin 3B modeli gösterilmiştir. Sistem modelleme, imalat öncesinde ürünün ölçüleri, ergonomisi ve üretilebilirliği konusunda fikir sahibi olmamızı sağlamaktadır. Nitekim oluşan şeklin 3B görünümü ürünün gerçek halinin ölçekli bir şekilde kopyalanmış halidir.

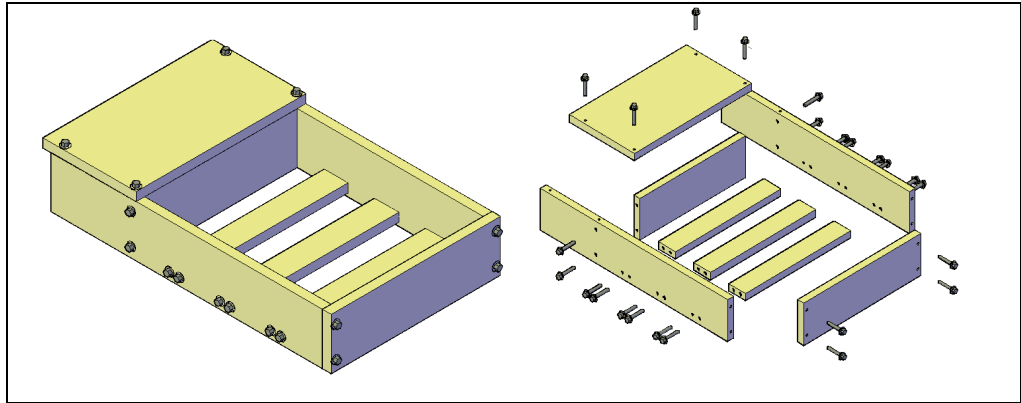


Şekil 3.1. Tezgahın 3B modeli.

3.2. MEKANİK PROTOTİP

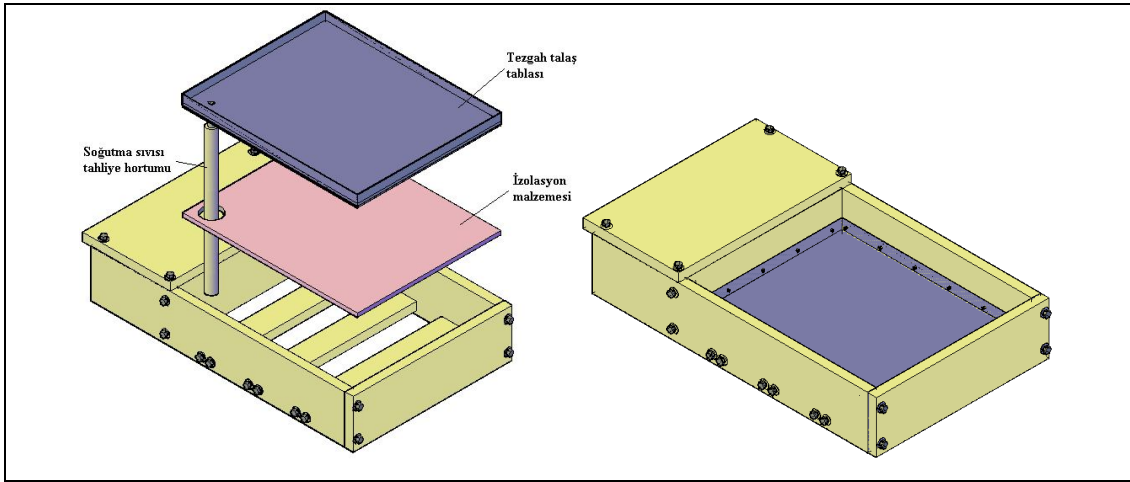
3.2.1. Gövde

Takım tezgahlarında en önemli unsurlardan bir tanesi gövde malzemesinin rijitliğidir. Gövde, tezgah elemanlarının üzerine inşa edildiği en alt katedir. İşlenebilirliğinin kolay oluşu ve rijit bir yapıya sahip oluşundan dolayı sistem gövdesinin kestamit malzemeden yapılmasına karar verilmiştir. Gövdede 27 mm kalınlığa sahip kestamit (döküm polyamid) levhalar kullanılmıştır. Gövdede bulunan kestamit malzemeler M8x6 mm'lik cıvatalar ile birleştirilmiştir. Cıvatalar kestamit malzeme üzerine açılmış olan M8 dişlere vidalanarak gövde bloğu oluşturulmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Kestamit malzemeden inşa edilen tezgah gövdesi ve montaj detayı.

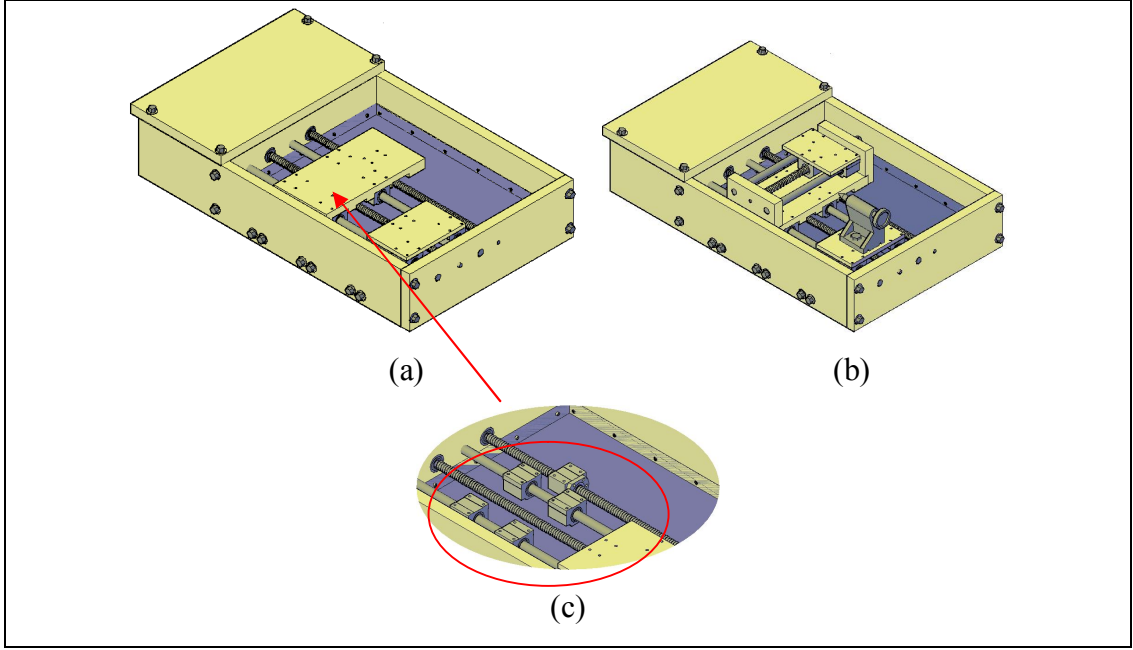
Tasarlanan tezgahta üretim yapılırken çıkan talaşların çevreye yayılmasını önlemek ve sistemde kullanılan soğutma sıvısının toplanarak tahliye ile geri kazanımını sağlamak amacı ile kestamit destek federlerinin üzerine 0,5 mm sac malzemenen hazırlanmış bir tabla kullanılmısına karar verilmiştir. Bu sac malzemenin çalışma esnasında ses çıkarmasını engellemek için kestamit malzeme ile arasına bir izolasyon malzemesi konulmuştur (Şekil.3.3). Tablaya biriken soğutma sıvısı bir tahliye kanalından soğutma sıvısı haznesine geri kazandırılmaktadır. Talaş vb. atıkların tahliye kanalını tıkamasını veya soğutma sıvısı pompasına zarar vermesini önlemek amacı ile tahliye girişine bir süzgeç konulmuştur.



Şekil 3.3. Tezgah talaş tablasının gövde üzerine yerleşim detayı.

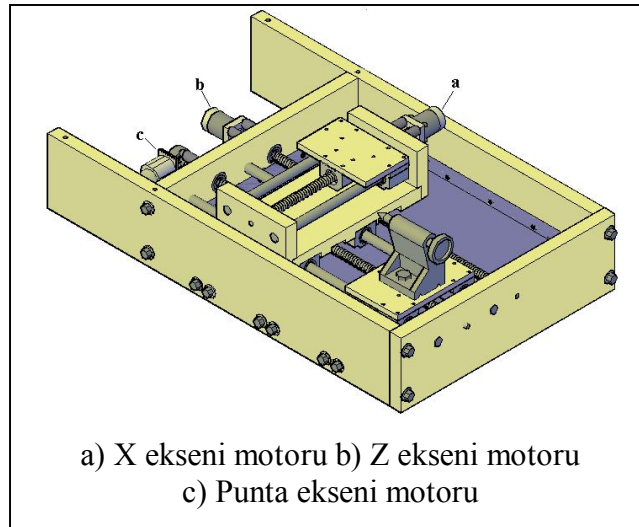
3.2.2. Eksenler

Tezgahın eksenlerinde 16 mm çaplı çelik miller ve 16 mm çaplı ve 5 mm hatveye sahip vidalı miller tercih edilmiştir. Eksen tablaları çelik miller üzerinden doğrusal rulmanlar vasıtası ile minimum sürtünme ile ilerleyebilmektedirler (Şekil 3.4). Eksen motorlarından aktarılan güç, vidalı mil ve bilyalı somunlar ile doğrusal harekete dönüştürülmektedir (Şekil.3.4). Tezgahta kullanılan vidalı miller 5 mm hatveye sahip olduğu için eksen motorunun 1 deviri için 5 mm ilerleme sağlanmaktadır.



Şekil 3.4. Eksenlerin montaj detayları a) Z eksenini ve punta eksenini montajı, b) X Eksenini montajı, c) Doğrusal rulmanların ve bilyalı somunun millere montajı.

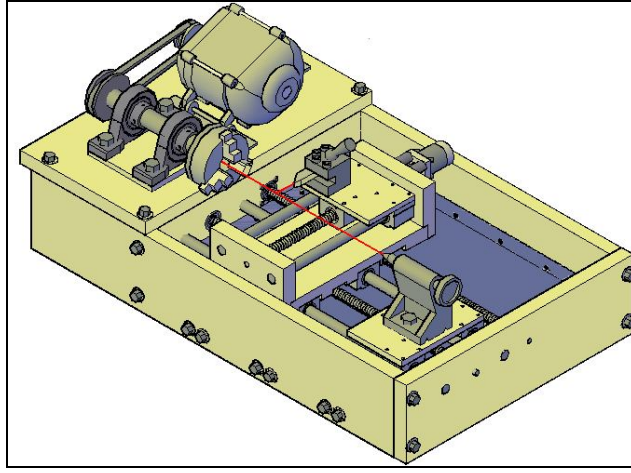
Tezgah eksenlerinde X ve Z eksenini step motorlar ile tahrik edilmektedir. Bu motorlar sayesinde hassas konumlanma ve ilerleme sağlanabilmektedir. Bu tür motorlar bir sürücü devresi aracılığı ile kullanılmaktadırlar. Punta ekseninde hassas konumlanma gerekmediği için bu eksen tahrikinde redüktörlü DC motor tercih edilmiştir (Şekil.3.5).



Şekil 3.5. Tezgah eksenlerinde kullanılan motorlar.

3.2.3. İş Mili ve Punta Tertibatı

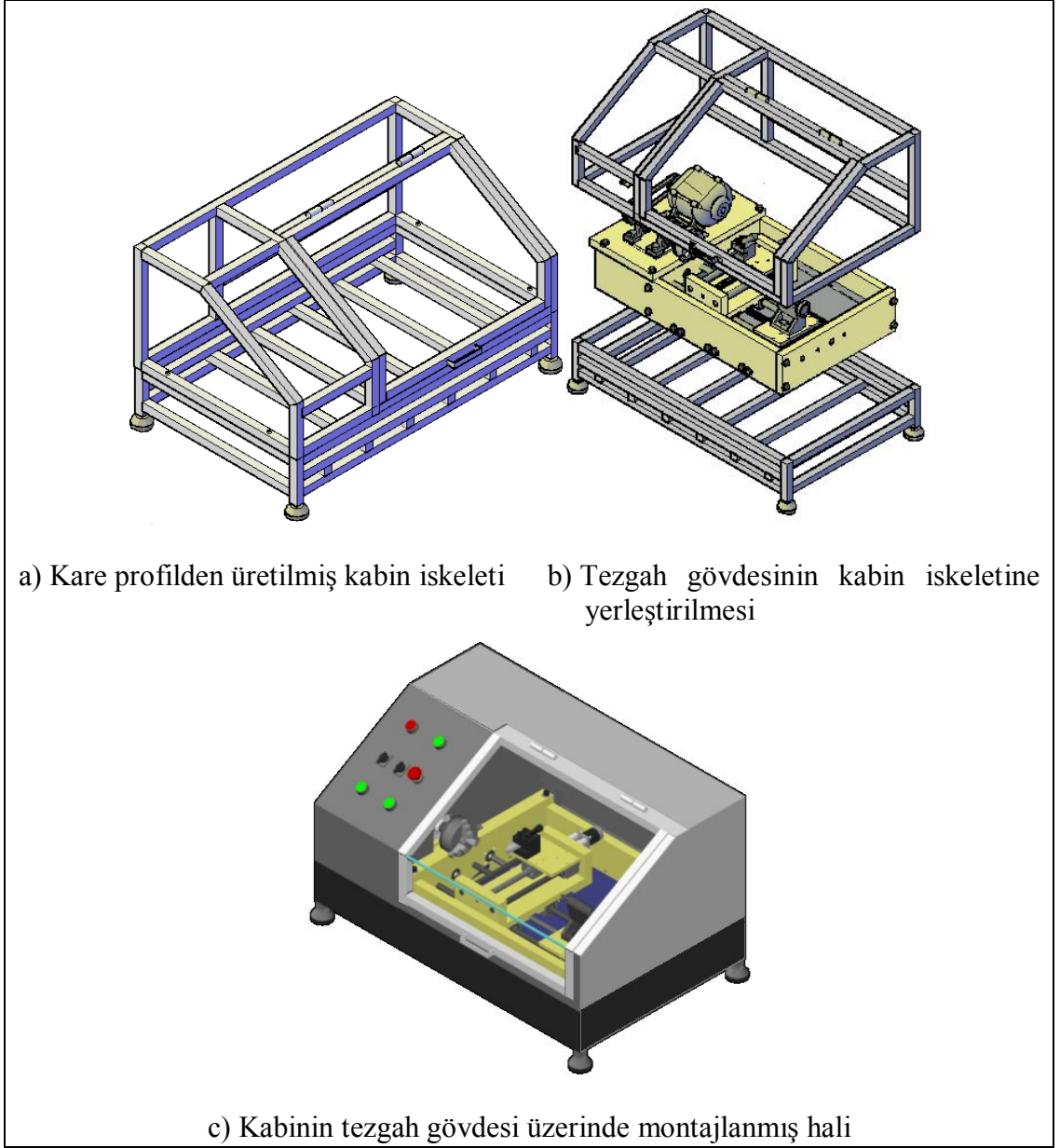
Torna tezgahlarında punta eksenini ve ayna eksenini aynı doğrultuda olmak zorundadır. Kesici takımın kesici ucu da punta ve ayna eksenini ile hizalı olmalıdır. Eğer bahsi geçen eksenler arasında kot farkı varsa, alçakta kalan elaman destek elemanları ile yükseltilmelidir. Tasarlanan tezgahta iş mili eksenini, punta eksenini ve kesici takım eksenini ayrı doğrultuda olacak şekilde montaj gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Tezgahta ayna, punta ve kesici takım eksenleri.

3.2.3. Kabin

Otomatik torna tezgahları ile otomatik tezgahların operasyon noktaları, uygun şekil ve nitelikte koruyucu içine alınmalıdır. Bu fıkra uyarınca tezgahta çalışanların güvenliğinin sağlanması için tezgah gövdesi bir kabinle çevrelenmiştir. Kabin iskeleti 25x25 kare profillerden oluşturulmuştur. Kabin ön yüzeyi şeffaf plexi malzeme ile diğer yüzeyler de dekode ve gri / siyah folyo malzemelerle kaplanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tezgah kabin modeli.

İş güvenliğinin artırılması ve gerekli önlemlerin alınmasının sağlanması için tezgah kabininin üzerine tezgah kullanım talimatnamesi yapıştırılmıştır. Bu talimatnamede şu hususlara yer verilmiştir.

Cnc Torna Tezgahı kullanma talimatı;

- Tezgaha izinsiz enerji vermeyiniz.
- İş güvenliği açısından gözlüksüz çalışmayınız.

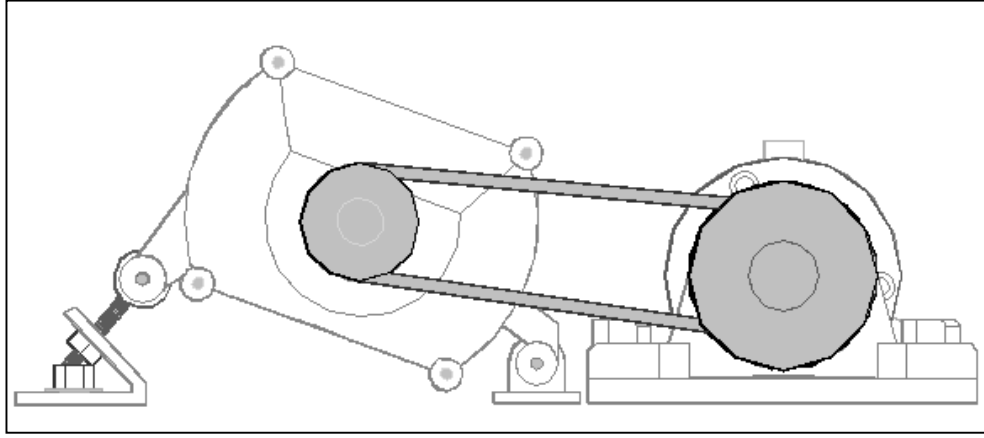
- İş parçası veya takım bağlamadan önce stop butonuna basarak sistemin enerjisini kesiniz.
- Aynaya iş parçasını bağlarken enerjinin kesik olduğundan emin olunuz.
- Modellenen iş parçası ölçülerinin tezgah kapasitesine uygunluğunu kontrol etmeden işleme başlamayınız.
- İş parçası ve takımların ayna ve punta ekseninde olup olmadığını kontrol edip, sağlamlığından emin olunuz.
- Uzun iş parçalarını punta ile eksenlemeyi unutmayınız.
- Aynada ve takım tutucusunda anahtar bırakmayınız.
- Eksenlerde sıfırlama yapmadan işleme başlamayınız.
- İşlem anında kabin içerisinde harici takım ve alet bulundurmayınız.
- İşlem boyunca kabin kapağını kapalı tutunuz.
- Ayna ve hareketli parçaları elle durdurmaya kalkışmayınız.
- İşlem anında istenmeyen durumlar oluştuğunda Acil Stop (Kırmızı Buton) butonunu kullanınız.
- Olası arıza durumlarında müdahale etmeden, durumu yetkili kişiye bildirin.
- Soğutma sıvısı seviyesini kontrol ediniz ve işlemlerde soğutma sıvısını kullanınız.
- Tezgahta iş bitiminde enerjiyi kesip temizlik yapınız.
- İş biten takımları dolaptaki yerine kaldırınız.

3.3. İŞ MİLİ, AYNA, KESİCİ TAKIMLAR VE TAKIM TUTUCU

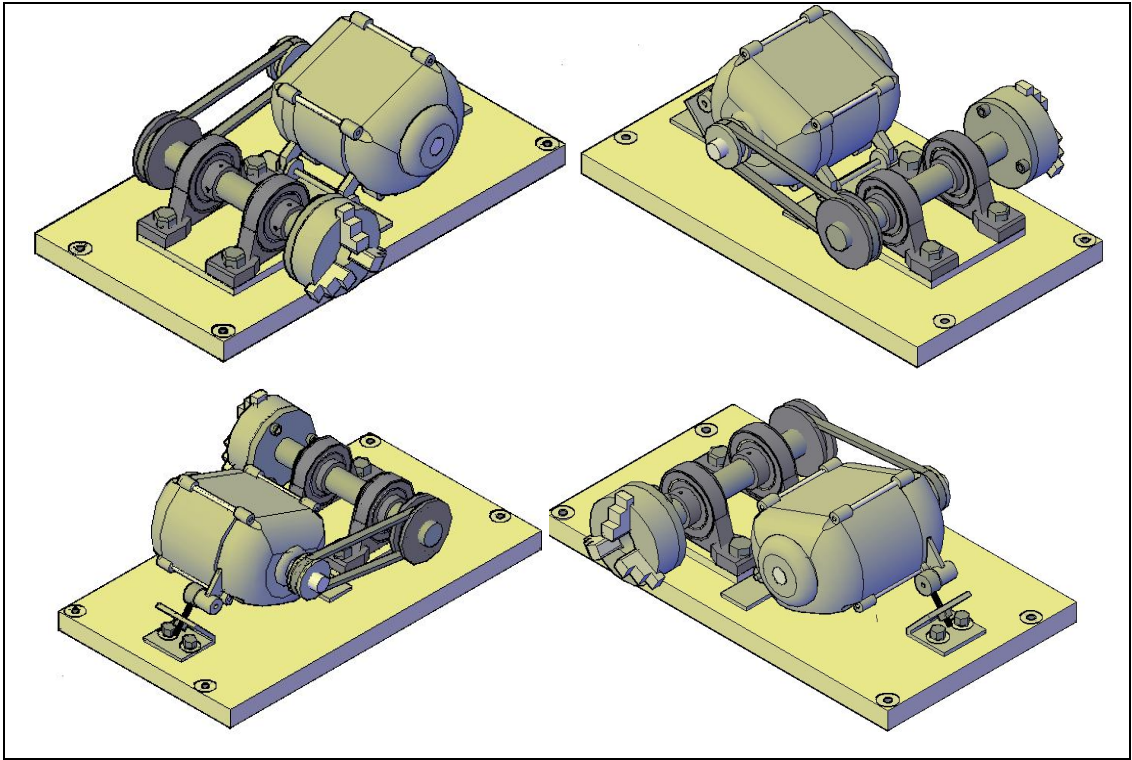
3.3.1. İş Mili Tertibatı Montaj Detayı

Tezgahta 100 mm çapında 3 ayaklı ayna kullanılmıştır. İş mili 30 mm çapındaki transmisyon milinden yapılmıştır. Ayna iş miline kaynaklı birleştirilen flanşa fatura başlı civata ile montajlanmıştır. İş mili 30 mm iç çapa sahip olan UCP 206 rulmanlı yataklar ile iki noktadan yataklanmıştır. İş mili hareketinde kullanılan motor Arçelik çamaşır makinası yıkama sıkma motorudur. Bu motorun tezgaha monte edilebilmesi için uygun ayak bağlantı elemanı ve gerdirme sistemi üretilmiştir. Tezgahta iş

milindeki güç aktarımı kayış-kasnak sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Sistemde 1/2 kasnak oranı tercih edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Tezgahın iş mili tahrik sistemi.

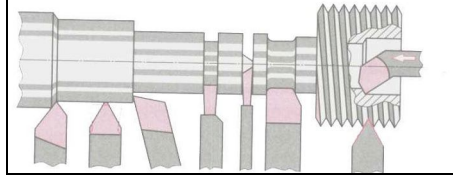


Şekil 3.9. Tezgahın iş mili tertibatı modelinin değişik açılardan görüntüsü.

3.3.2. Torna Tezgahlarında Kullanılan Kesici Takımlar

Tornalama işlemlerinde bir kaba talaş kalemi, bir yan kalem gibi; bir ince talaş kalemi de bir kaba talaş kalemi gibi kullanılamaz. Her kalemin bir kesme şekli ve

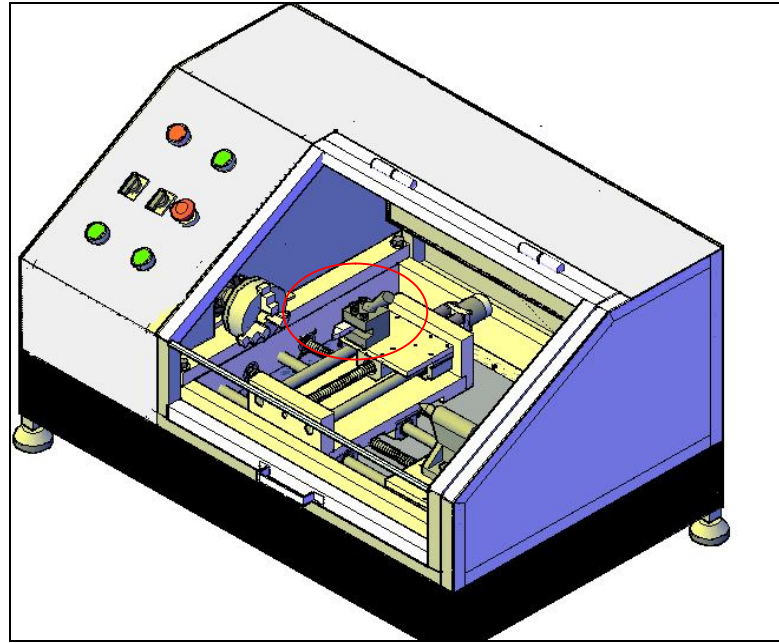
buna bağlı olarak da bir kullanma amacı vardır (Şekil 3.10). Bir iş basit bir tornalama işlemi ile bitirilebilirken, bir başka işin üzerinde bir kaç çeşit kalemle işlenecek çeşitli işlemler olabilir. Bu yüzden iş üzerindeki işlemlere uygun kalem seçilmesi gerekir. Aşağıdaki değişik profildeki kalemlerin kullanım yerleri gösterilmiştir [23].



Şekil 3.10. Tornalama şekline göre kalem çeşitleri [23].

3.3.3. Takım Tutucu (Katerlik)

Tezgahta otomatik takım değiştirici sistemi yoktur. Takım tutucu olarak katerlik kullanılmıştır. İşleme türüne göre kesici takım manuel olarak takılmakta veya değiştirilmektedir.

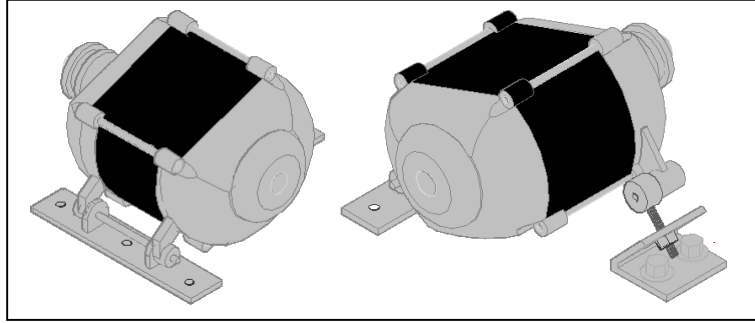


Şekil 3.11. Katerliğin tezgah üzerindeki konumu.

3.4. TEZGAHTA KULLANILAN MOTORLAR VE MONTAJI

3.4.1. İş Mili Motoru Ve Montajı

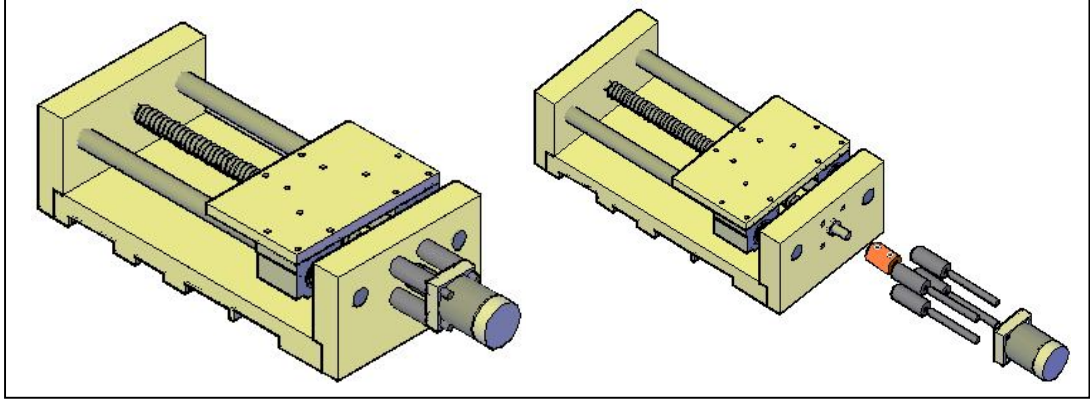
İş mili hareketinde kullanılan motor Arçelik çamaşır makinası yıkama sıkma motorudur. Bu motor üniversal (seri) motordur. Bu motorların en büyük özellikleri yüksek kalkış momentine sahip olmaları ve hızlarının kolay ayarlanabilir olmasıdır. Bu motorun tezgaha monte edilebilmesi için uygun ayak bağlantı elemanı ve gerdirme sistemi üretilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Tezgaha kullanılan iş mili motoru ve mekanik tespit detayı.

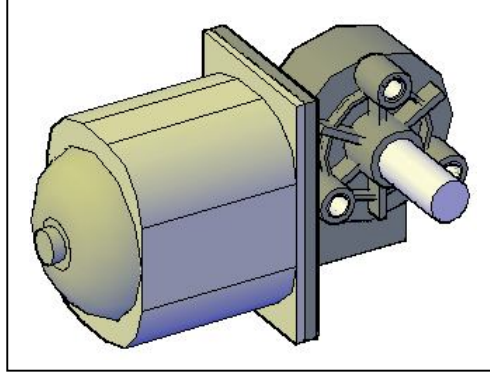
3.4.2. Eksen Motorları Ve Montajı

X ve Z eksenlerinde tahrik elemanı olarak step motorlar kullanılmıştır. Bu motorlar sürücüsünden gelen her bir palsden sonra kendi adım açısı kadar dönme hareketi yapar. Her palste ne kadar dönme yapacağı belli olduğu için konum kontrollerinde kullanıldıklarında geri besleme sistemine ihtiyaç duymazlar. Bu durum step motorların en büyük avantajıdır. Tezgaha kullanılan motor 1,8°'lik açılara sahip olup 200 adımda bir tur dönebilmektedir. Bu motorlar 6 mm'lik bağlantı elemanları ile eksen gövdesine monte edilmişlerdir. Eksenlere güç aktarımı pirinç malzemenen yapılmış kaplinler ile sağlanmaktadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Eksenlerdeki step motorların mekanik bağlantı detayı.

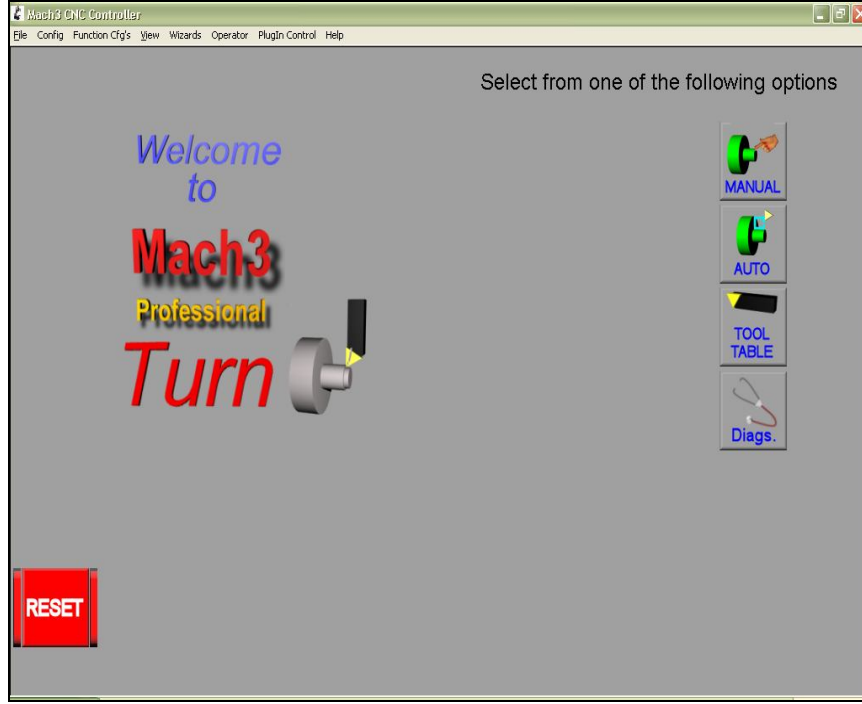
Punta hareket ekseninde ise redüktörlü DC motor kullanılmıştır (Şekil 3.14).. Bu motor milindeki redüktör, motorun devirini mekanik olarak düşürerek onun kontrolünü kolaylaştırmıştır. Ayrıca dönme momentinden de ciddi bir kazanç sağlanmıştır.



Şekil 3.14. Punta eksenini tahrikinde kullanılan redüktörlü DC motor.

3.5. MACH3 CNC KONTROL YAZILIMI

Mach3 programı PC paralel portu üzerinden haberleşebilen CNC programıdır. Bu program ile CNC Torna, CNC Freze ve CNC Plazma tezgahları denetlenebilmektedir. Program 4 eksene kadar olan tezgahları kontrol edebilmektedir. Program paketi içerisinde torna, freze ve plazma modüllerine yer verilmiştir. Şekil 3.15’de Mach 3 Turn modülünün karşılaştıra ekranı gösterilmektedir.



Şekil 3.15. Mach3 CNC torna modülü karşılama ekranı.

Program ilk çalıştırıldığında mevcut birim sisteminin çalışılan birim sistemi ile aynı olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu işlem için Config menüsü altındaki “Select Native Unit” alt menüsü tıklanarak ekrana gelen iletişim kutusundaki ilgili birim sistemi işaretlenir (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Mach3 CNC programı birim sistemi değiştirme iletişim kutusu.

Mach3 CNC Turn modülündeki pencereler; Auto Prep, Manuel, Auto Cycle, Tool Table, Diagnostics ‘dir. Bu pencerelerin görevleri aşağıdaki gibidir.

Auto Prep: İşleme öncesinde eksen sıfırlama ve takım tanımlama işlemlerinin yapıldığı ön hazırlık penceresidir.

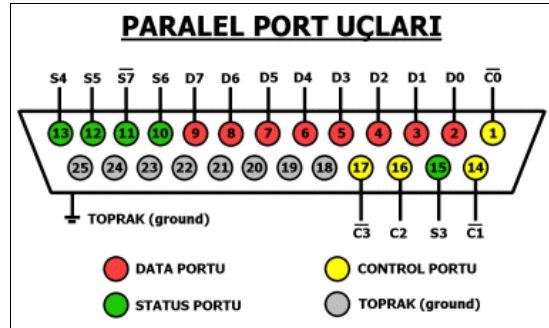
Manuel: Manuel işleme yapmak için kullanılan Mach3 penceresidir. X ve Z eksenindeki ilerlemeler tanımlanan PC klavye tuş bileşimi veya harici manuel kontrol butonları ile gerçekleştirilir.

Autocyle: Modellenen veya İmport edilen iş parçanın otomatik olarak işleneceği zaman kullanılan Mach3 penceresidir.

Tool Table: Tezgahta kullanılan takım veya takımların türü, koordinatları ve aşınma telafileri bu pencereden gerçekleştirilmektedir.

Diagnostic: Sistemdeki giriş-çıkış sinyallerinin takip edilebildiği penceredir.

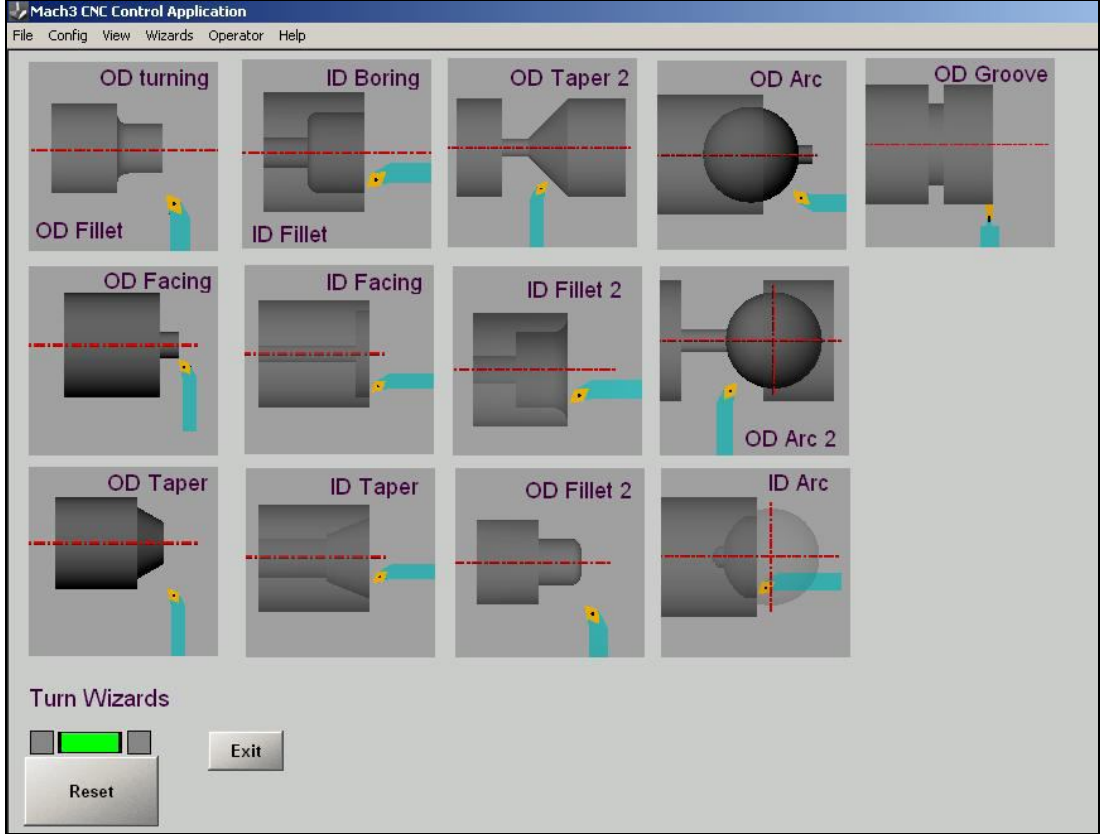
Mach3 CNC programı ile tezgaha kontrol eden devre elemanları paralel port üzerinden iletişim sağlamaktadır. Kontrol devrelerinden gelen uçların hangi paralel portun hangi uçlarına bağlı olduğunun Config menüsü altındaki “Ports and Pins” alt menüsünden belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 3.17. Paralel port pin dağılımı.

Paralel port pinlerinden status port pinleri giriş olarak (10, 11, 12, 13, 15), data port pinleri (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) de çıkış olarak kullanılır (Şekil 3.17). Tezgahta her bir eksen için step, dir ve home/limit bağlantısı yapılması gerekmektedir. Bu bağlantılarda step ve dir çıkış olarak, home/limit giriş olarak değerlendirilecektir. İş mili hız kontrolü içinde PWM çıkışı ve hız geri besleme sinyali girişi olarak da Index pals girişi yapılmalıdır

Mach3 programının en büyük avantajlarından biri de Wizards(Sihirbaz) bölümünün oluşudur. Bu bölüm temel bazı tornalama işlemleri için hazır bloklar oluşturulmuştur. Bu bloklar üzerinde parça ölçüleri ve işleme parametrelerinin girilmesi ile parçaya ait CNC kodlar üretilebilmektedir.



Şekil 3.18. Mach3 CNC torna modülü wizard penceresi.

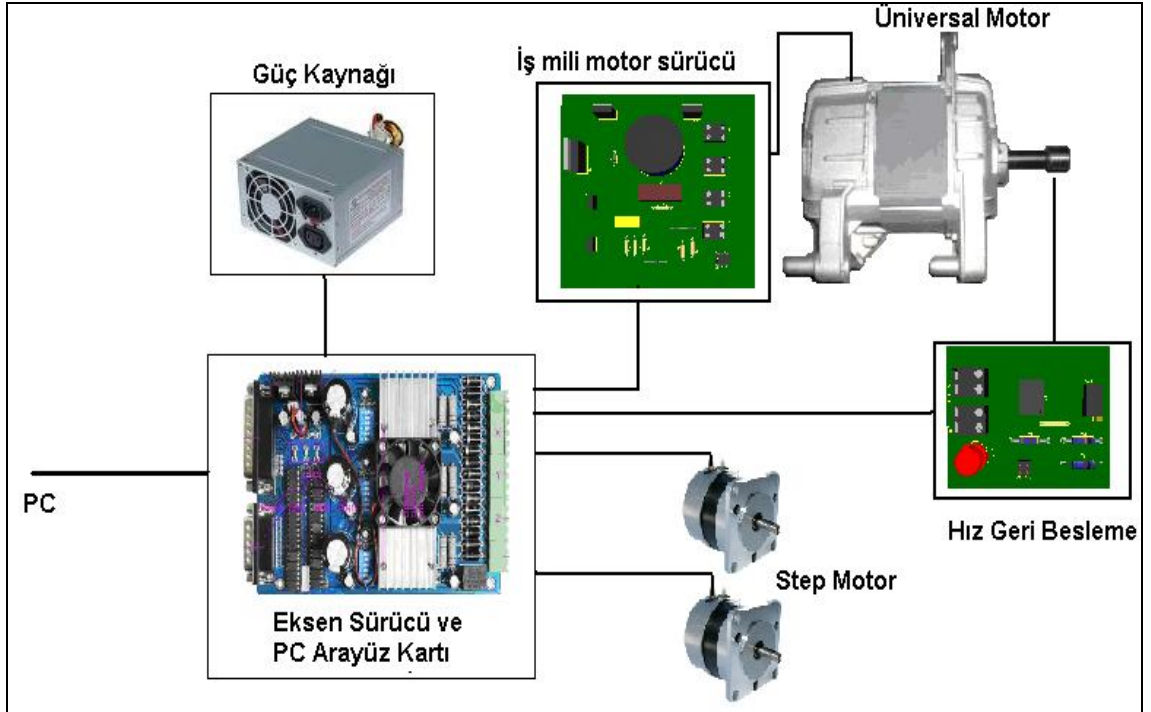
Mach3 CNC programı *.dxf formatında hazırlanmış dosyaların import edilmesine de imkan sağlamaktadır. Bilgisayar Destekli Tasarım programlarında tasarlanan bir iş parçası dosyası bu program arayüzünde açılarak imalat gerçekleştirilebilir.

Mach3 CNC programı kamera girişini de desteklemektedir. Bu özelliğe istinaden tezgaha bir Webcam eklenmiş ve bu eklenti ile tezgah üzerinden yapılan eğitim sunumlarının daha öğretici olacağı düşünülmüştür.

3.6. KONTROL SİSTEMİ

Tezgahta istenen kontrollerin yerine getirilebilmesi için aşağıdaki düzenekler tasarlanmıştır.

- İş Mili Hız Kontrol Devresi ve Hız Geri Besleme Devresi
- Eksen Kontrol Devresi
- Punta Kumanda ve Güç Devresi
- Soğutma Sıvısı Düzenegi



Şekil 3.19. CNC tezgahı kontrol sistemi.

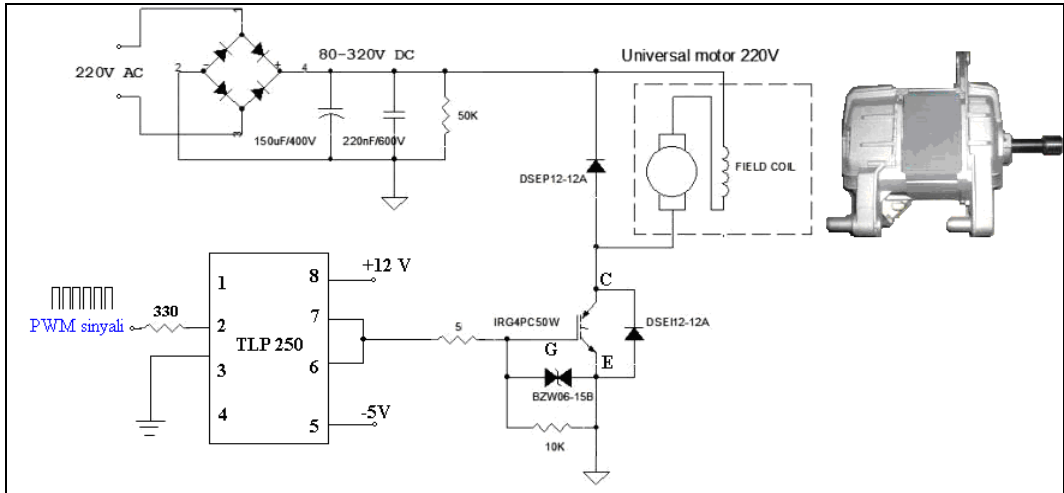
3.6.1. İş Mili Hız Kontrol Devresi Ve Hız Geri Besleme Devresi

İş mili hız kontrol sistemi motor sürücü devresi ve darbeli takometreden (Hız geri besleme elemanı) oluşmaktadır.

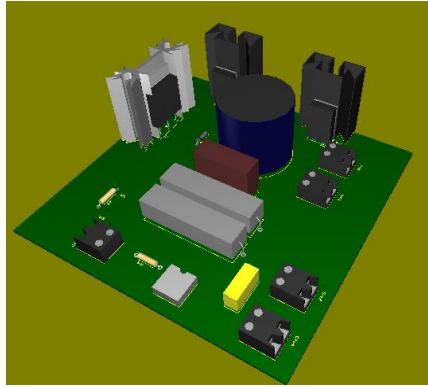
Sistemde kullanılan Mach3 CNC programı sayesinde iş mili hızı (S) bilgisayar üzerinden belirlenebilmektedir. İş mili motoru olarak universal motor tercih edilmiştir. Bu motor bilgisayar programından gönderilen PWM (Pulse Width

Modulation) sinyalleri ile motoru sürülmektedir. Mach3 CNC programı darbeleri takometreden aldığı hız bilgisine göre PWM sinyallerinin sıklığı ayarlayarak motor hızını istenen değerde tutmaktadır.

İş mili hız kontrol devresi için PWM DC-DC konverter kullanılmıştır (Şekil 3.20). Bu devrede giriş gerilimi olan 220V AC köprü diyotla doğrultulup kondansatör 150uF ve 220nF'lik kondansatörlerle filtre edilmiştir. Filtre sonrasında yaklaşık 310 V'luk bir DC gerilim oluşmuştur. TLP 250 IGBT sürücü entegresidir. Bu entegre girişindeki PWM sinyallerine göre IRG4PC50W IGBT'yi tetikleyerek motora kesikli olarak DC gerilim uygulanmıştır. Darbelerin iletim ve kesim süreleri motor uçlarındaki gerilimi, dolayısı ile motor devrini değiştirmektedir.

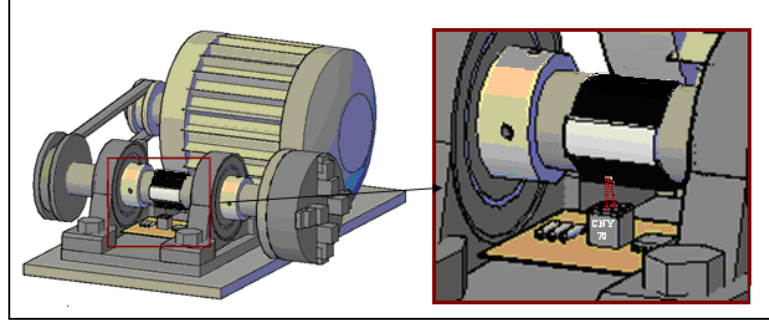


Şekil 3.20. İş mili motor sürücü devresi.

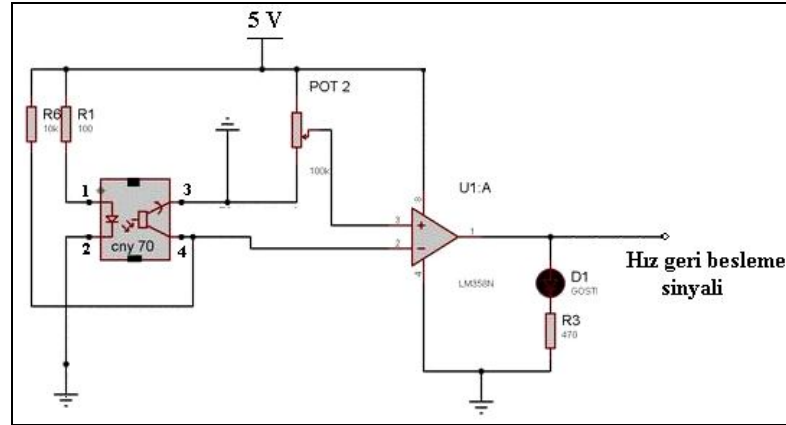


Şekil 3.21. İş mili motor sürücü devresinin 3B modeli.

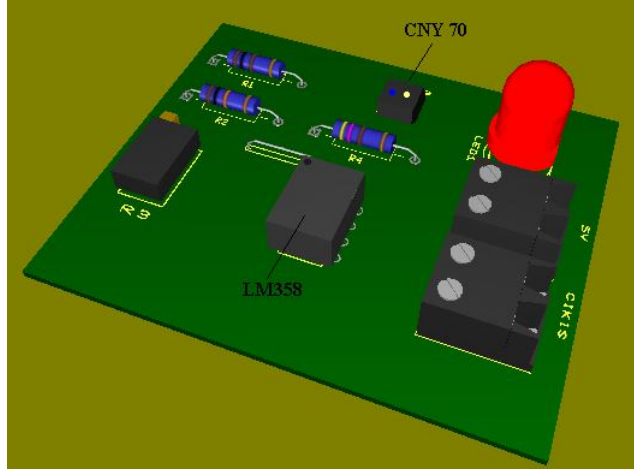
İş mili hız kontrolünün sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için hız geri besleme sistemi tasarlanmıştır. Bu devrede bir kontrast sensörü (CNY 70) iş milinde oluşturulan beyaz optik iz her geçtiğinde bir index pals oluşturarak hız bilgisini Mach 3 programına aktarmaktadır (Şekil.3.22). CNY 70 çıkışındaki sinyalin tam bir kare dalga olabilmesi için LM258 entegresi kullanılmıştır (Şekil.3.23).



Şekil 3.22. İş mili hız geri besleme düzeneği.



Şekil 3.23. Darbeli takometre devresi.

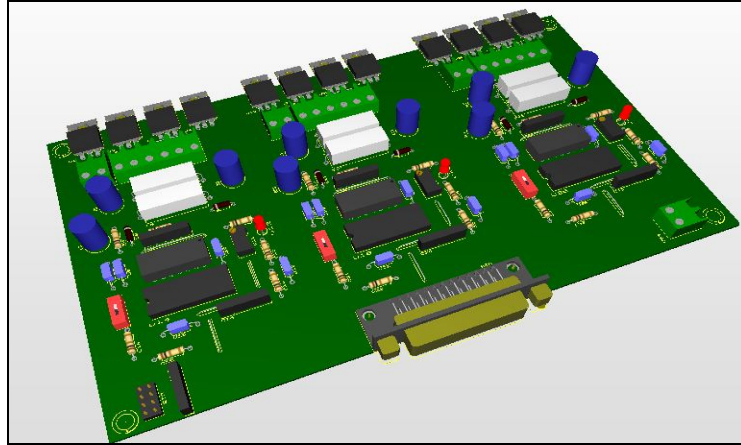


Şekil 3.24. Darbeli takometre devresi 3B modeli.

3.6.2. Eksen Kontrol Devreleri

Eksen kontrol kartları yekpare olarak üretilebileceği gibi, her eksen için ayrı ayrı da üretilebilir. Bu iki üretimin birbirine göre avantajları ve dezavantajları vardır.

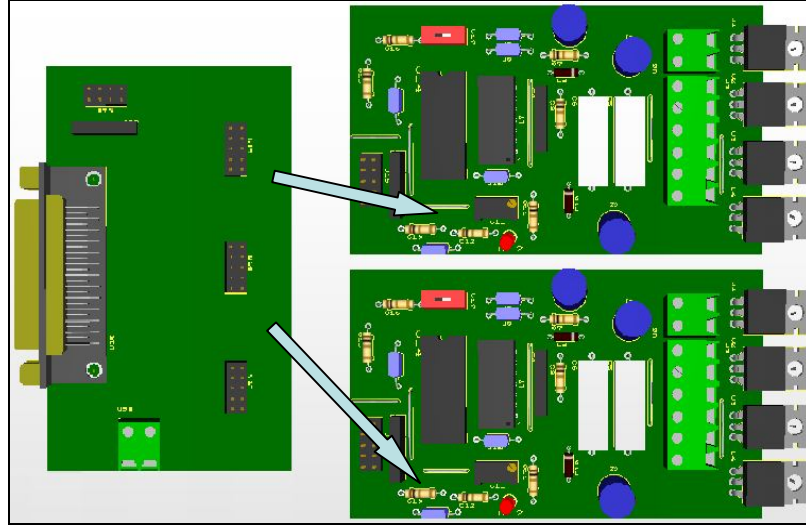
Yekpare olarak üretilen kartlarda bağlantı sayısı azdır ve sistem az yer kaplamaktadır. Yalnız olası bir arızada arızalı eleman tespit edilemezse kartın tamamının değiştirilmesi gerekir.



a) Yekpare şekilde üretilmiş 3 eksenli step motor sürücü devresi

Şekil 3.25. Eksen kartları için 3B model.

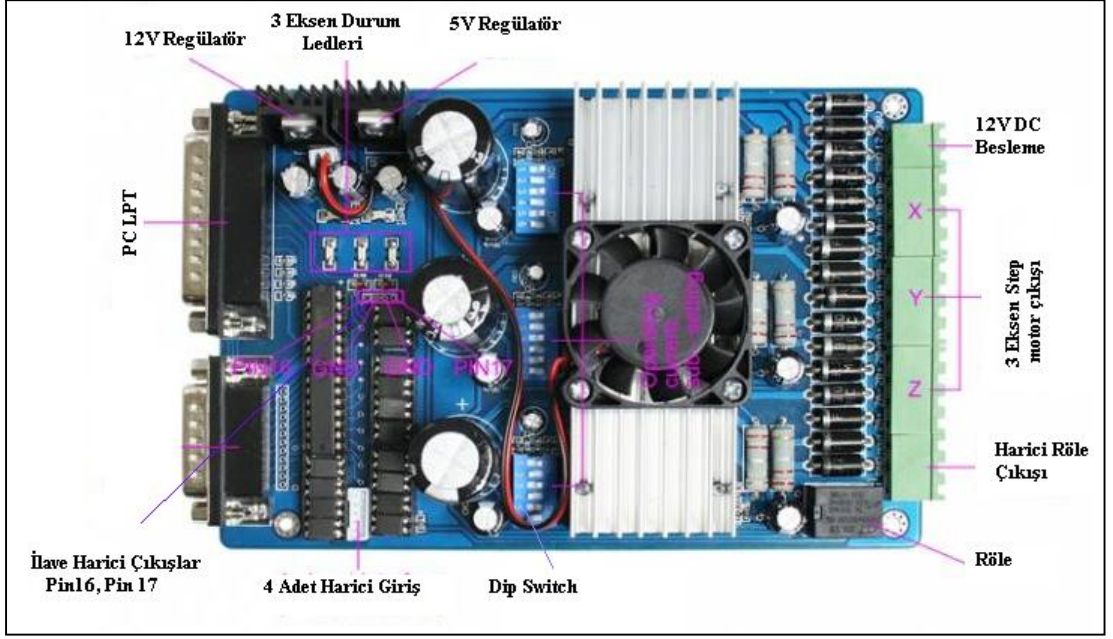
Şekil 3.25 (devam ediyor).



b) Kartları ayrı ayrı üretilmiş 2 eksenli step motor sürücü devresi.

Her eksen için ayrı kart üretildiğinde ise, olası arıza halinde sadece görev yapmayan eksene ait kart değiştirilir. Bu sayede en az maliyetle ve kısa sürede arıza giderilir. Her kart için yapılan bağlantıların oluşturduğu kablo kalabalığı bu sistemin dezavantajıdır [24].

Step motor sürücü devrelerinde Enable (izin), Step (adım pals), Dir (yön), Half/Full (Tam adım ve yarım adım) kontrol sinyalleri vardır. Bu sinyaller sistemde kullanılan Mach3 CNC programı ile üretilir ve paralel port üzerinden sürücü devrelerine aktarılır. Tezgahın enine ve boyuna eksenlerinde kullanılan step motorlar ve sürücüleri sayesinde hassas ilerleme ve konumlama sağlanabilir.

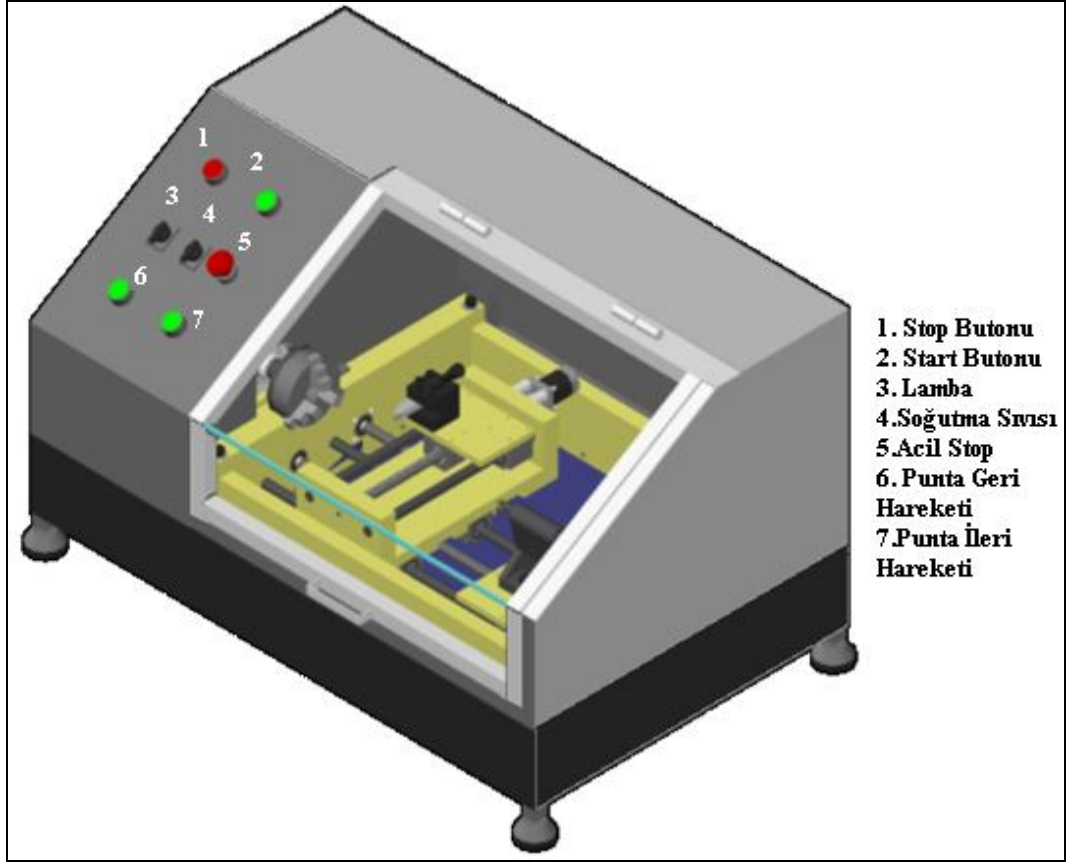


Şekil 3.26. Tezgahta kullanılan Toshiba step motor sürücü devresi.

3.6.3. Punta Tertibatı Kumanda ve Güç Devresi

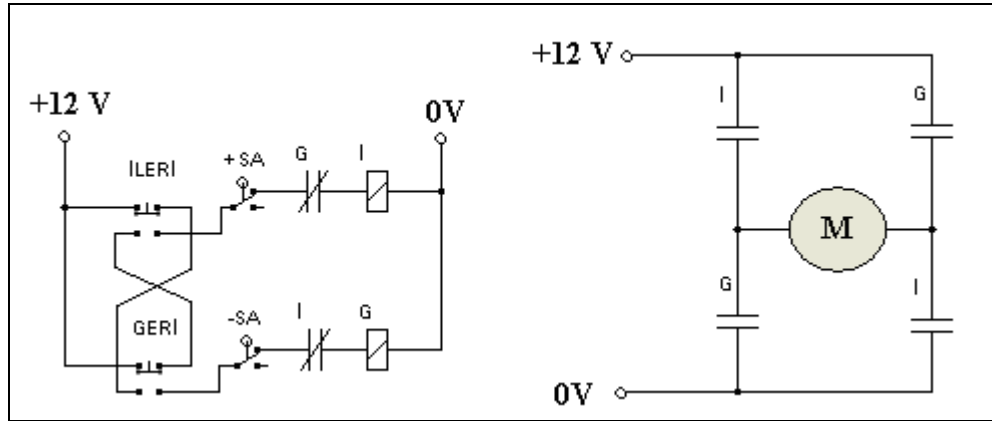
Punta hareketinde hassas ilerleme gerekmemektedir. Bu nedenle bu eksende tahrik elemanı olarak redüktörlü DC motor tercih edilmiştir. Bu motorun kontrolü Kontrol paneli üzerindeki “Punta İleri” ve “Punta Geri” butonları ile manuel olarak sağlanmaktadır.

İleri ve Geri butonları arasında butonsal kilitleme yapılmıştır. Bu sayede aynı anda her iki butona da basılması halinde meydana gelebilecek kısa devre önlenmiştir. Ayrıca punta sınır noktalarına yerleştirilen sınır anahtarları eksen sonlarında otomatik durdurma görevini üstlenmişlerdir.

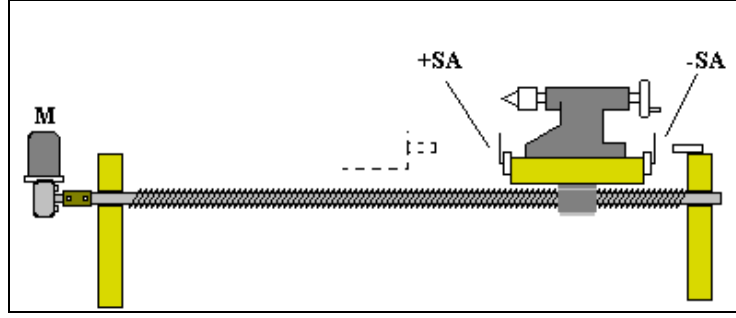


- 1. Stop Butonu
- 2. Start Butonu
- 3. Lamba
- 4. Soğutma Sıvısı
- 5. Acil Stop
- 6. Punta Geri Hareketi
- 7. Punta İleri Hareketi

Şekil 3.27. Tezgaha ait kontrol paneli.



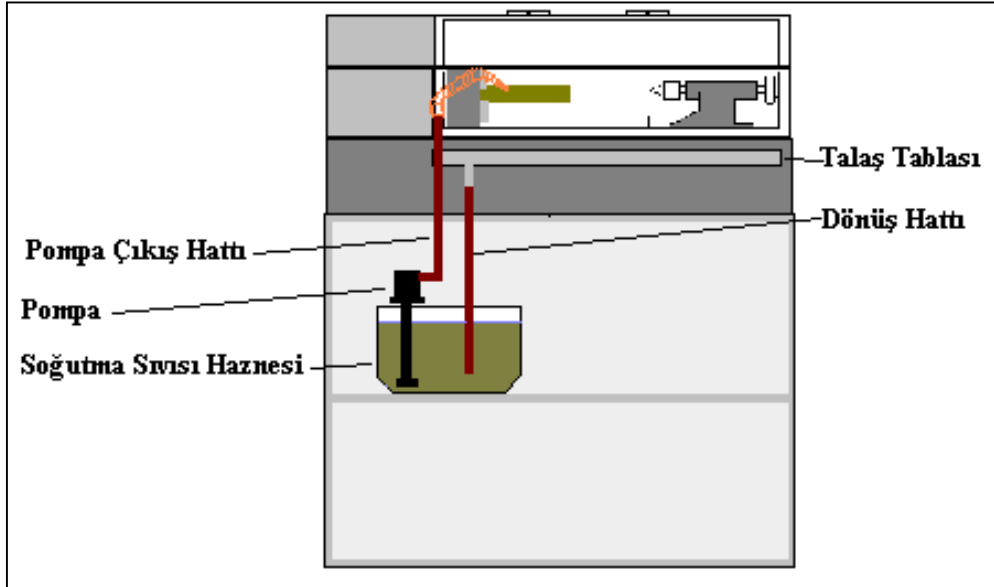
Şekil 3.28. Punta tertibatı kumanda ve güç devresi.



Şekil 3.29. Punta tertibatı prensip şeması.

3.6.4. Soğutma Sıvısı Düzenegi Kontrolü

Tezgahta soğutma sıvısı düzeneginde sıvıya hareket kazandırmak için 12 V DC gerilimle beslenebilen bir pompa seçilmiştir. Bu pompa kontrol paneli üzerindeki bir anahtar aktif hale getirilip Mach3 programındaki M8 kodu ile devreye alınıp, M9 komutu ile devreden çıkarılmaktadır. Soğutma sıvısı pompası Eksen kontrol kartının harici röle çıkışı ile kontrol edilmektedir. Bu röle paralel portun 9 nolu pininden gelen sinyal ile tetiklenmektedir.



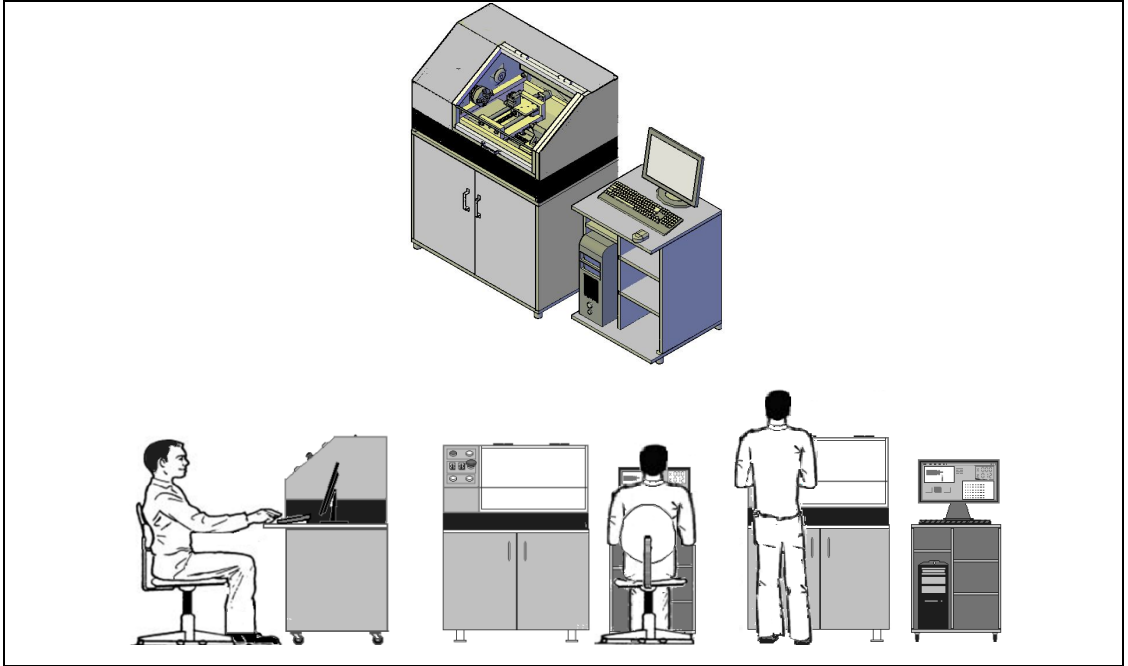
Şekil 3.30. Soğutma sıvısı tertibatı prensip şeması.

3.7. EĞİTİM AMAÇLI MASAÜSTÜ CNC TORNA TEZGAHI İÇİN ERGONOMİK MASA TASARIMI

Tezgahta rahat kullanım ve iş güvenlik unsurları ön planda olmalıdır. Olası iş kazalarını önlemek için, talimatname oluşturulmalı ve gerekli güvenlik tedbirleri alınmış olmalıdır.

3.7.1. Masaüstü CNC Tezgahı İçin Masa Tasarımı

Atölyelerde ve laboratuvarlarda çalışanlar veya öğrenim gören kişiler günün büyük bir kısmını buralarda geçirmektedirler. Bu nedenle bu mekanlarda bulunan makine teçhizatların geometrisi ve rengi insan sağlığı açısından önem arz etmektedir. İş tezgahları renklendirilirken gözü yormayan renkler tercih edilir. Özellikle takım tezgahlarının genelinde gözü dinlendirici özelliği ile bilinen yeşil renk tercih edilmiştir. CNC tezgahlarının genelinde ise nötr renk olarak sayabileceğimiz açık gri tonlamalar tercih edilmiştir. Tezgahın geometrisi de operatörün çalışma şekline (oturuş veya ayakta duruş) uygun olarak tasarlanmalıdır.



Şekil 3.31. Masaüstü Cnc Torna Tezgahı için tasarlanan masa modeli ve ergonomisi.

Bu masanın tercih edilme sebebi bilgisayar altlığının seyyar olmasıdır. Bu özellik sayesinde dar alanda hizmet veren atölyeler için değişik yerleşim planları denenerek optimum yerleşke sağlanabilir.



Şekil 3.32. Üretilen Masaüstü CNC Torna Tezgahının kullanıma ait resimler.

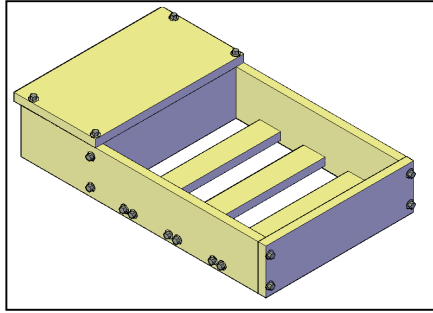
BÖLÜM 4

MALİYET HESABI

Yapılan CNC Tezgahı gövde, yataklar, miller, elektrik ve elektronik donanım kısımlarından meydana gelmektedir.

4.1. GÖVDENİN MALİYETİ

Gövde kestamit malzemedен üretilmiş olup civatalı birleştirme ile montajlanmıştır. Gövdede 27 kg ağırlığında kestamit malzeme kullanılmıştır. Kestamit malzeme kesim işlemi ilgili firmada gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Tezgah gövdesi.

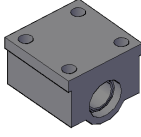
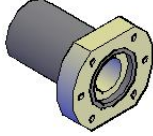
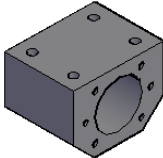
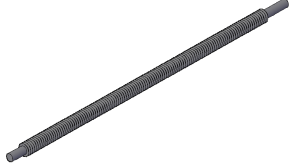
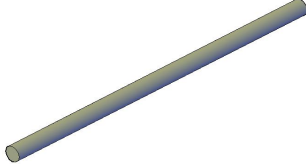
Çizelge 4.1. Gövde maliyeti.

S.No	Ürün veya Hizmetin Adı	Maliyeti(TL)
1	Kestamit Malzeme +Kesim	450
2	Civata	10
TOPLAM		460

4.2. EKSEN ELEMANLARININ MALİYETİ

Tezgahta doğrusal hareket yapan sistemlerde standart elemanlar kullanılmıştır.

Çizelge 4.2. Eksenlerde Kullanılan Standart Malzeme Listesi.

STANDART PARÇA LİSTESİ				Tutarı (TL)
1	Doğrusal Rulman ve Tutucusu	Miktarı 6 Adet	 SCE 16 UU(\$17.2)	155
2	Bilyalı Vidalı Mil Somunu	3 Adet	 FSU1605-4 TIP A(\$81)	410
3	Bilyalı Vidalı Mil Somun Tutucusu	3 Adet	 BSG 16 H (\$27)	120
4	Vidalı Mil (16 mm)	2500 mm	 1605-4 (\$68)	255
5	Kılavuz mil (16 mm)	2500 mm	 WV Ø16 (€12.8)	80
TOPLAM				1020

4.3. ELEKTRİK VE ELEKTRONİK SİSTEM MALİYETİ

Elektrik ve elektronik donanımın maliyeti Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Elektrik ve elektronik sistem maliyeti.

S.no	Malzemenin Adı	Maliyeti (TL)
1	İş mili motoru	100
2	Step Motorlar	20
3	Eksen Kontrol Kartı	185
4	İşmili hız kontrol Kartı Devre Elemanları	100
5	Elektrik Panosu	40
5	Anahtarlar ve Butonlar	20
6	Bağlantı Elemanları	20
7	Kontaktör	50
8	Röle	30
9	Soğutma Sıvısı Pompası	15
TOPLAM		580

4.4. KABİN MALİYETİ VE DİĞER MALİYETLER

Tezgah kabini 25x25 kare profilden üretilmiştir. Üzeri Plexy ve dekode malzeme ile kaplanmıştır. Kabin dış yüzeyi siyah ve metalik gri folyolarla kaplanmıştır. Ayrıca kabin ve bilgisayar için bir çalışma masası üretilmiştir. Kabin ve çalışma masası maliyeti Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Kabin ve çalışma masası maliyeti.

S.no	Malzemenin veya Hizmeti Adı	Maliyeti (TL)
1	Kabin Profilleri	30
2	Profil Kesme	10
3	Kabin Kaynaklı Birleştirme	40
4	Çalışma Masası	200
5	Kabin kaplama	285
TOPLAM		565

Diğer maliyetlerde Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Diğer maliyetler.

S.no	Malzemenin veya Hizmeti Adı	Maliyeti (TL)
1	Torna Aynası	140
2	İş mili	5
3	Rulmanlı Yatak	40
4	İş mili ve flanşının işlenmesi	50
5	Mil uçlarının tornalanması	20
6	Punta	90
7	Takım Tutucu	30
8	Kesici Takımlar ve Uçları	100
TOPLAM		475

4.5. CNC TEZGAH TOPLAM MALİYETİ

Bütün Giderler toplandığında toplam maliyeti 3100 TL olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Tezgah toplam maliyeti.

S.no	Maliyet Adı	Maliyeti (TL)
1	Gövde Maliyeti	460
2	Eksen Elemanları Maliyeti	1020
3	Elektrik ve Elektronik Donanım Maliyeti	580
4	Kabin ve Çalışma Masası Maliyeti	565
	Diğer Maliyetler	475
TOPLAM		3100

BÖLÜM 5

SİSTEMİN TEST EDİLMESİ

5.1. SİSTEMİN HASSASİYETİ

CNC tezgahlarda gerçekleştirilebilen en küçük eksen hareketi sistem hassasiyetini belirlemektedir. Hassasiyeti formülize edecek olursak;

“Hassasiyet = Vidalı mil hatvesi / Motorun Bir Turdaki Adım Sayısı” diyebiliriz [2].

Buna göre;

Vidalı hareket millerinin hatvesi: 5 mm/tur

Adım motorlar adım sayısı: 200 adım (1,8 derece)

Adım motorları sürüşoranı : 1/2 adım

Hassasiyet : $200 \times 2 = 400$ adım/tur

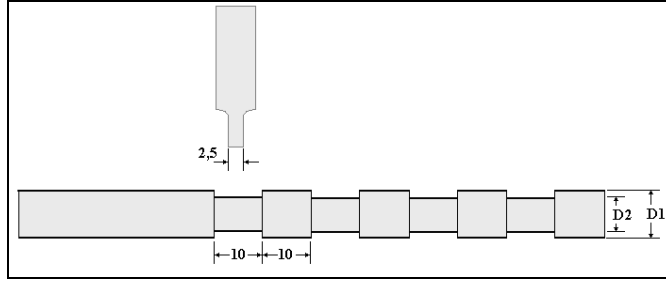
$5/400 = 0,0125$ mm bulunur.

5.2. DOĞRULUK KONTROLLERİ

İmalat hataları, tezgah millerindeki eğilmeler ve esnemeler, vidalı hareket milleri ve somunlarında zamanla meydana gelen boşluklar, sistem doğruluğunu olumsuz yönde etkileyen faktörlerdir. Eksenlerin doğruluğunun tespiti için iş parçasına kanallar açılmış ve bu kanal boyları ölçülüp gerekli hesaplamalar yapılmıştır. İşlemeler esnasında iş parçası punta tertibatına bağlanmıştır. İş parçası sıfırlama işlemleri punta tertibatına yakın yerlerden yapılmıştır.

5.2.1. X,Z Eksenleri Doğruluk Kontrolü

X ve Z eksenleri doğruluk kontrolleri için silindirik formdaki pirinç, alüminyum ve polyamid malzemeler üzerine Şekil 5.1'deki gibi 4'er adet kanal açılmış ve her bir parça için 8 ayrı noktadan ölçüm alınarak, ölçüm sonuçlarının istatistiksel analizi yapılmıştır.



Şekil 5.1. Eksen doğruluk kontrolleri için iş parçasında açılan kanallar.

5.2.1. X Eksen Doğruluk Kontrolü

Eksenlerdeki hataların tespiti için iş parçalarından alınan ölçüm değerlerinin standart sapmaları hesaplanmıştır. Burada standart sapma; ölçme grubundaki her bir gözlem verisinin ortalamaya ne kadar uzaklıkta olduğunu göstermektedir. Standart sapma σ ile gösterilir.

Standart sapma hesaplanırken aşağıdaki adımlar izlenir.

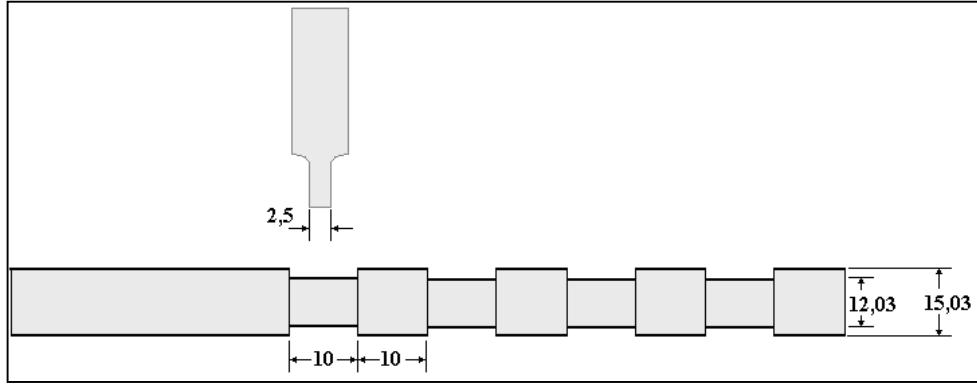
- Verilerin aritmetik ortalaması bulunur.
- Her bir veri ile aritmetik ortalama arasındaki fark bulunur.
- Bulunan farkların her birinin karesi alınır ve elde edilen sayılar toplanır.
- Bu toplam, veri sayısının 1 eksiğine bölünür ve bölümün karekökü bulunur.

Bu adımlar formülize edilirse;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum ([X_i - (Ortalama)])^2}{n-1}} \quad (5.1)$$

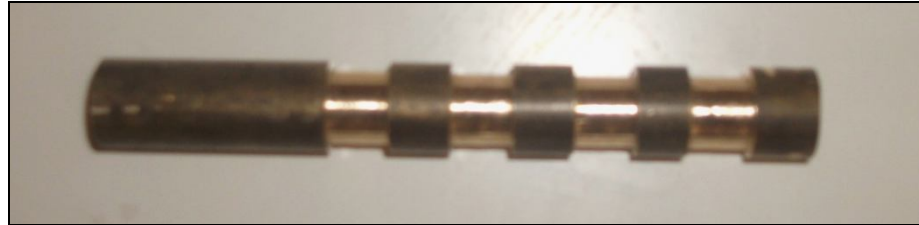
olarak bulunur.

Tezgahın pirinç malzeme işleyebilirliğini test etmek ve bu malzeme için tezgah doğruluğunun kontrolünü yapmak için 15,03 mm çapındaki pirinç malzemeye 10 mm genişliğinde ve 1,5 mm derinliğinde kanallar açılmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Eksen doğruluk kontrolleri için pirinç malzemeden üretilen iş parçası ölçüleri.

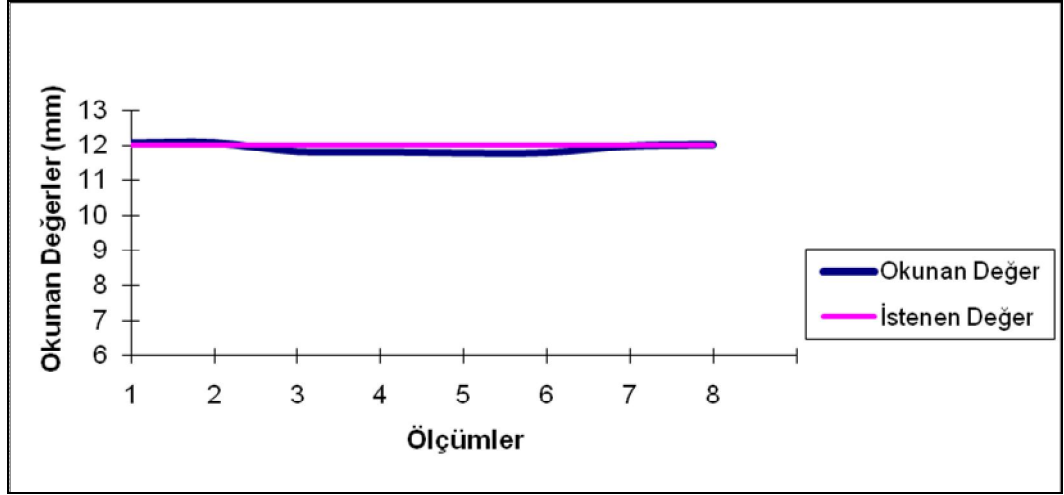
Şekil 5.2'deki pirinç malzeme 0,1 mm talaş derinliği, 1500 devir/ dakika dönme hızı ve 200 mm/dk ilerleme hızı ile tezgahta işlenmiştir.



Şekil 5.3. Eksen doğruluk kontrolleri için işlenen pirinç iş parçası

Çizelge 5.1. Pirinç iş parçası X eksen ölçümleri.

İş Parçası	İstenen Değer	X Eksenine İçin Alınan Ölçüm Değerleri (mm)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
D1	D2	1	2	3	4	5	6	7	8
15,03	12,03	12,08	12,09	11,84	11,83	11,80	11,81	12,00	12,04



Şekil 5.4. İşlenen pirinç malzemenin X eksenini için alınan ölçüm sonuçları.

Çizelge 5.1'deki pirinç malzemeye ait veriler Eşitlik 5.1'e göre hesaplanarak X eksenine ait standart sapma bulunmuştur (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. İşlenen pirinç malzemenin X eksenini için standart sapma hesabı.

Ölçüm No	Okunan Değer (mm)
1	12,08
2	12,09
3	11,84
4	11,83
5	11,8
6	11,81
7	12
8	12,04
Ortalama	11,93625
Standart Sapma	0,127720398

Güven aralığı;

Kitle ortalama için güven aralığı;

Alt sınır = (Ortalama) – (Tablo değeri) x (Standart sapma)

Üst sınır = (Ortalama) +(Tablo değeri) x (Standart sapma)

Tablo değeri örneklem sayısı küçük olduğu için t dağılımı kullanılır [2].

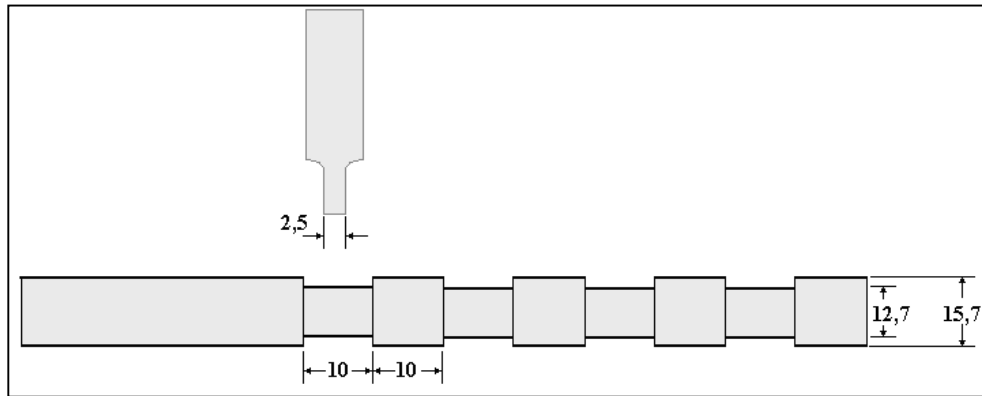
$T_{7;0,05}=0,841$

Alt sınır = $11,936 - (0,841) \times (0,127) = 11,83$ mm

Üst sınır = $11,936 + (0,841) \times (0,127) = 12,04$ mm

Gözlemlerin ortalamasının belirlenen güven aralığının içinde olması gerekir [2]. Böylelikle %95 güven aralığı (11,83; 12,04) olarak bulunur. Bu değerlere göre gözlemlerin ortalamasının güven aralığı arasında olduğu ve ölçüm sonuçlarının güvenilir olduğu görülmüştür.

Tezgahın Alüminyum malzeme işleyebilirliğini test etmek ve bu malzeme için tezgah doğruluğunun kontrolünü yapmak için 15,7 mm çapındaki pirinç malzemeye 10 mm genişliğinde ve 1,5 mm derinliğinde kanallar açılmıştır (Şekil 5.5)



Şekil 5.5. Eksen doğruluk kontrolleri için alüminyum malzemeden üretilen iş parçası ölçüleri.

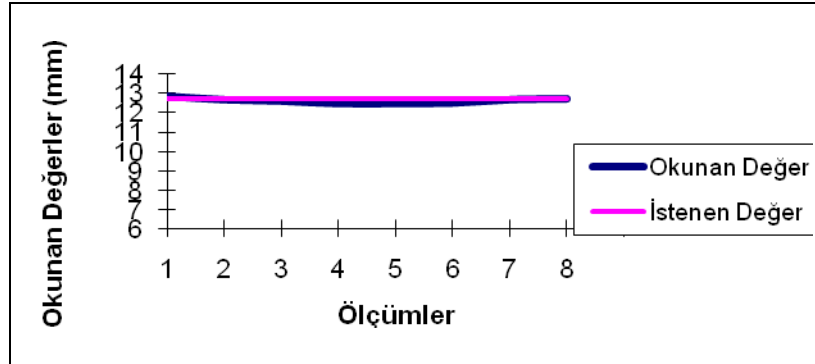
Şekil 5.2'deki pirinç malzeme 0,1 mm talaş derinliği, 1500 devir/ dakika dönme hızı ve 200 mm/dk ilerleme hızı ile tezgahta işlenmiştir.



Şekil 5.6. Eksen doğruluk kontrolleri için işlenen alüminyum iş parçası.

Çizelge 5.3. Alüminyum iş parçası X ekseni ölçümleri.

İş Parçası	İstenen Değer	X Ekseni İçin Alınan Ölçüm Değerleri (mm)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
D1	D2	1	2	3	4	5	6	7	8
15,70	12,70	12,84	12,66	12,59	12,46	12,46	12,49	12,66	12,71



Şekil 5.7. İşlenen alüminyum malzemenin X ekseni için alınan ölçüm sonuçları.

Çizelge 5.3'deki alüminyum malzemeye ait veriler Eşitlik 5.1'e göre hesaplanarak X eksenine ait standart sapma bulunmuştur. (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. İşlenen alüminyum malzemenin X eksenini için standart sapma hesabı.

Ölçüm No	Okunan Değer (mm)
1	12,84
2	12,66
3	12,59
4	12,46
5	12,46
6	12,49
7	12,66
8	12,71
Ortalama	12,60875
Standart Sapma	0,135059511

Güven aralığı;

Kitle ortalama için güven aralığı;

Alt sınır = (Ortalama) – (Tablo değeri) x (Standart sapma)

Üst sınır = (Ortalama) +(Tablo değeri) x (Standart sapma)

Tablo değeri örneklem sayısı küçük olduğu için t dağılımını kullanılır [2].

$$T_{7;0,05}=0,841$$

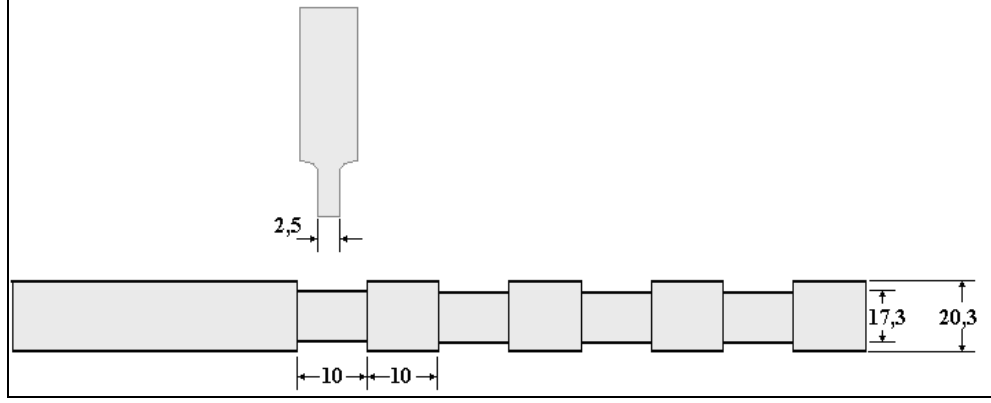
$$\text{Alt sınır} = 12,608 - (0,841) \times (0,135) = 12,49 \text{ mm}$$

$$\text{Üst sınır} = 12,608 + (0,841) \times (0,135) = 12,72 \text{ mm}$$

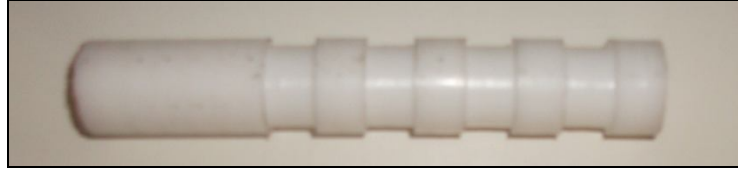
Gözlemlerin ortalamasının belirlenen güven aralığının içinde olması gerekir [2].

Böylelikle %95 güven aralığı (12,49; 12,72) olarak bulunur. Bu değerlere göre gözlemlerin ortalamasının güven aralığı arasında olduğu ve ölçüm sonuçlarının güvenilir olduğu görülmüştür.

Tezgahın polyamid malzeme işleyebilirliğini test etmek ve bu malzeme için tezgah doğruluğunun kontrolünü yapmak için 20,3 mm çapındaki pirinç malzemeye 10 mm genişliğinde ve 1,5 mm derinliğinde kanallar açılmıştır (Şekil 5.8).



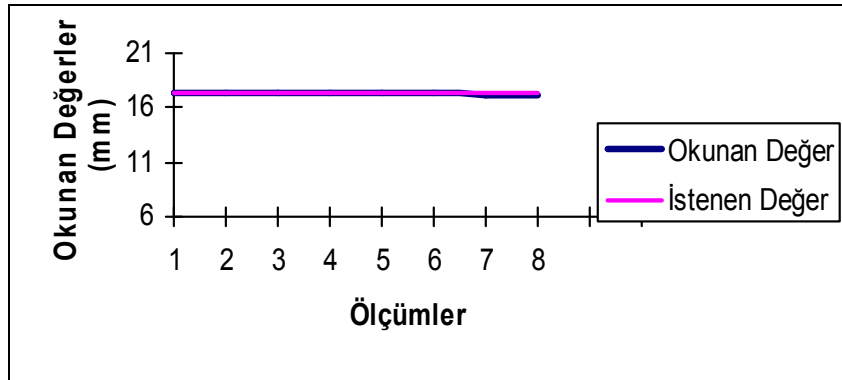
Şekil 5.8. Eksen doğruluk kontrolleri için polyamid malzemeden üretilen iş parçası ölçüleri.



Şekil 5.9. Eksen doğruluk kontrolleri için işlenen polyamid iş parçası.

Çizelge 5.5. Polyamid iş parçası X eksenini ölçümleri.

İş Parçası	İstenen Değer	X Eksenini İçin Alınan Ölçüm Değerleri (mm)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
D1	D2	17,40	17,39	17,32	17,31	17,30	17,29	17,21	17,17
20,30	17,30								



Şekil 5.10. İşlenen polyamid malzemenin X eksenini için alınan ölçüm sonuçları.

Çizelge 5.5'deki polyamid malzemeye ait veriler Eşitlik 5.1'e göre hesaplanarak X eksenine ait standart sapma bulunmuştur (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.6. İşlenen polyamid malzemenin X eksenini için standart sapma hesabı.

Ölçüm No	Okunan Değer (mm)
1	17,4
2	17,39
3	17,32
4	17,31
5	17,3
6	17,29
7	17,21
8	17,17
Ortalama	17,29875
Standart Sapma	0,07900

Güven aralığı;

Kitle ortalama için güven aralığı;

Alt sınır = (Ortalama) – (Tablo değeri) x (Standart sapma)

Üst sınır = (Ortalama) +(Tablo değeri) x (Standart sapma)

Tablo değeri örneklem sayısı küçük olduğu için t dağılımını kullanılır [2].

$T_{7;0,05}=0,841$

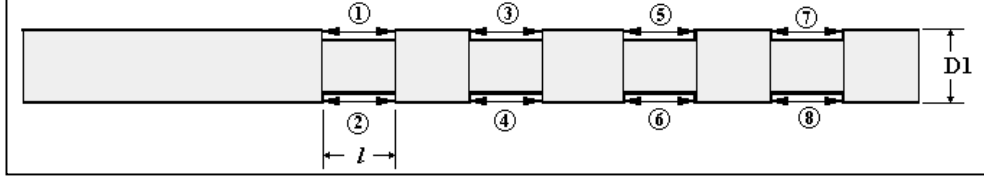
Alt sınır = 17,298– (0,841) x (0,079) =17,23 mm

Üst sınır = 17,298+(0,841) x (0,079) =17,36 mm

Gözlemlerin ortalamasının belirlenen güven aralığının içinde olması gerekir [2]. Böylelikle %95 güven aralığı (12,49; 12,72) olarak bulunur. Bu değerlere göre gözlemlerin ortalamasının güven aralığı arasında olduğu ve ölçüm sonuçlarının güvenilir olduğu görülmüştür.

5.2.1. Z Ekseni Doğruluk Kontrolü

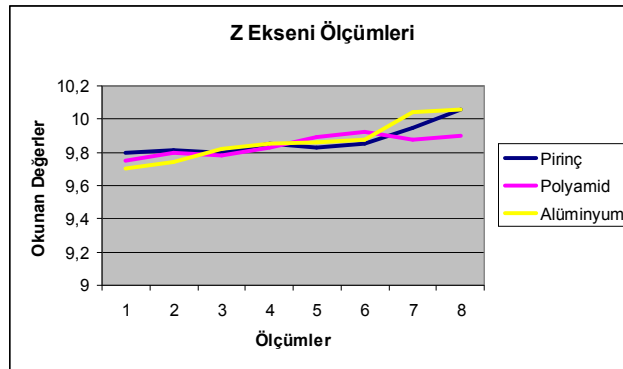
Z ekseni doğruluk kontrolü için iş parçalarına açılan kanallardan Şekil 5.11’ da belirtilen noktalardan ölçümler alınarak Çizelge 5.7 oluşturulmuştur.



Şekil 5.11. İş parçaları Z ekseni ölçüm noktaları.

Çizelge 5.7. İşlenen parçaların Z eksenlerinden alınan ölçüm sonuçları.

Malzeme	İş Parçası	İstenen Kanal Genişliği	Z Ekseni İçin Alınan Ölçüm Değerleri (mm)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Pirinç	15,03	10	9,80	9,81	9,8	9,85	9,83	9,85	9,95	10,06
Polyamid	20,30	10	9,75	9,8	9,78	9,83	9,89	9,92	9,88	9,90
Alüminyum	15,70	10	9,70	9,74	9,82	9,85	9,86	9,88	10,04	10,06



Şekil 5.12. İşlenen malzemelerin Z ekseni için alınan ölçüm sonuçları.

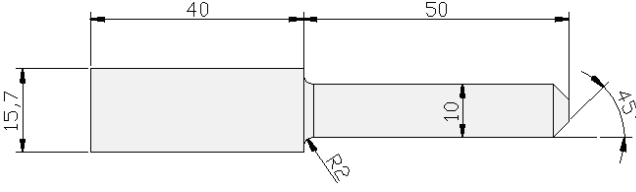
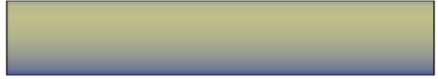
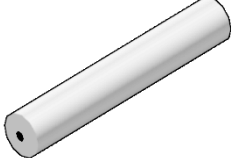
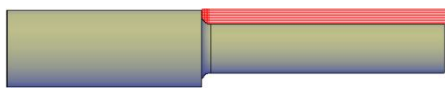
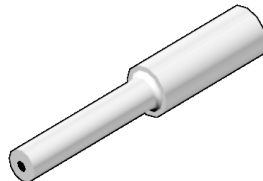
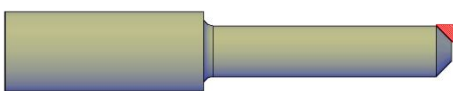
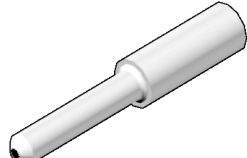
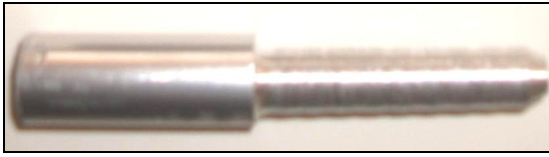
Çizelge 5.8. İşlenen malzemelerin Z eksenini için standart sapma ve %95 güven aralığı hesabı.

Ölçüm No	Malzeme		
	Pirinç	Polyamid	Alüminyum
1	9,80	9,75	9,70
2	9,81	9,80	9,74
3	9,80	9,78	9,82
4	9,85	9,83	9,85
5	9,83	9,89	9,86
6	9,85	9,92	9,88
7	9,95	9,88	10,04
8	10,06	9,90	10,06
Ortalama (mm)	9,86875	9,84375	9,86875
Standart Sapma	0,091251	0,06255	0,127553
% 95 Ortalama için alt sınır veri aralığı (mm)	9,792008	9,791145	9,761478
% 95 Ortalama için üst sınır veri aralığı (mm)	9,945492	9,896355	9,976022

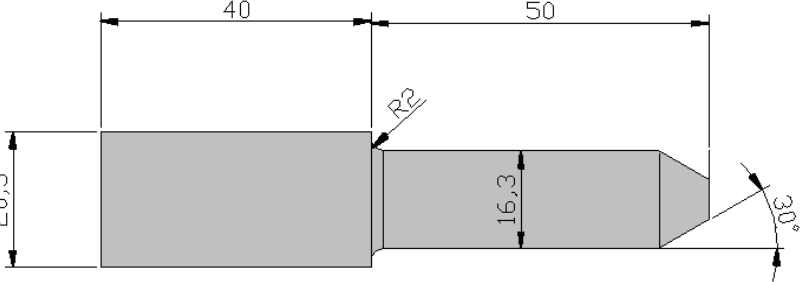
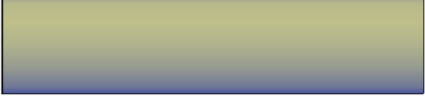
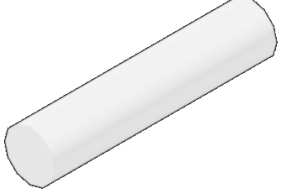
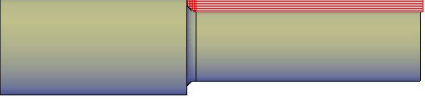
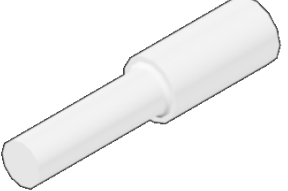
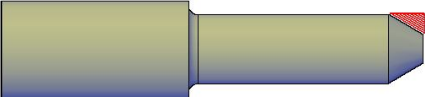
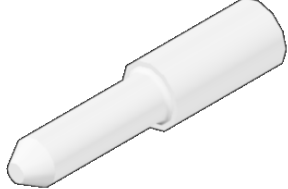

X Eksenini doğruluk kontrolü için yapılan hesaplamalar Z eksenini içinde yapılarak Çizelge 5.8' deki veriler elde edilmiştir. Çizelge 5.8 incelendiğinde her bir malzeme ölçüm değerleri ortalamasının güven aralığı arasında olduğu ve ölçüm sonuçlarının güvenilir olduğu görülmüştür.

5.3. ÖRNEK UYGULAMALAR

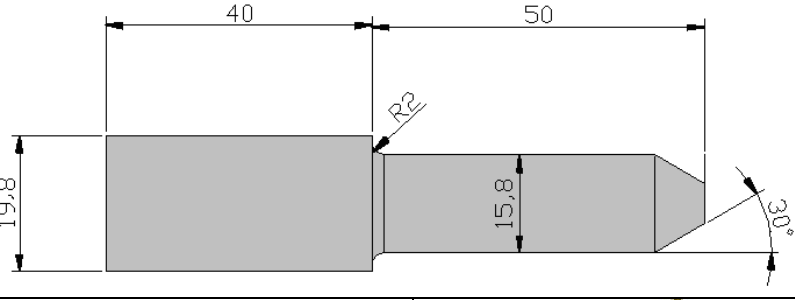

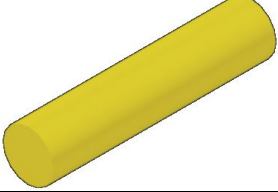
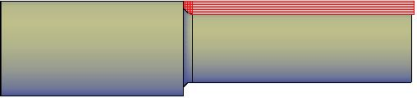
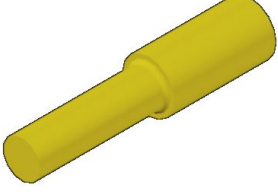
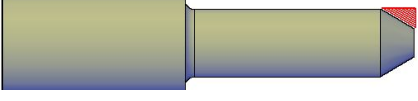
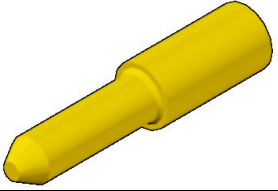

Tezgahın kabiliyetlerini görmek için örnek uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalarda alüminyum, polyamid ve pirinç malzemeler üzerinde; radyus işleme, boyuna tornalama ve konik tornalama işlemleri yapılmıştır. İşlemlerde punta tertibatı kullanılmamıştır.

İş Parçası Ölçüleri		
İşlenecek Malzeme		
	Malzeme Takım Yolları	Malzeme 3B Görünümü
1. Adım (Radyus işleme ve Boyuna Tornalama)		
2. Adım Konik Tornalama		
		

Şekil 5.13. Alüminyum malzeme üzerinde gerçekleştirilen radyus işleme, boyuna tornalama ve konik tornalama işlemleri.

İş Parçası Ölçüleri		
İşlenecek Malzeme		
	Malzeme Takım Yolları	Malzeme 3B Görünümü
1. Adım (Radyus işleme ve Boyuna Tornalama)		
2. Adım Konik Tornalama		
		

Şekil 5.14. Polyamid malzeme üzerinde gerçekleştirilen radyus işleme, boyuna tornalama ve konik tornalama işlemleri.

İş Parçası Ölçüleri		
İşlenecek Malzeme		
	Malzeme Takım Yolları	Malzeme 3B Görünümü
1. Adım (Radyus işleme ve Boyuna Tornalama)		
2. Adım Konik Tornalama		
		

Şekil 5.15. Pirinç malzeme üzerinde gerçekleştirilen radyus işleme, boyuna tornalama ve konik tornalama işlemleri.

Çizelge 5.9. Boyuna tornalama sonrasında iş parçasında oluşan çap bilgileri.

Malzeme	İstenen Değer (mm)	Ölçülen Değerler		
		1	2	3
Alüminyum	10	10,90	10,45	10,14
Polyamid	16,3	16,68	16,35	16,19
Pirinç	15,8	16,01	15,82	15,70

Şekil 5.13, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15’ de ölçüleri verilen parçalar punta tertibatı olmadan işlenmiştir. Tezgah bu iş parçalarındaki Radyus işleme, boyuna tornalama ve konik tornalama işlemlerini başarı ile tamamlamıştır. İşleme sonrasında elde edilen veriler Çizelge 5.9’ da kaydedilmiştir. İş parçalarında sıfırlama işlemi 2 nolu ölçüm noktasına yakın yerlerden yapılmıştır. Bu sebeple 2 nolu ölçüm noktasında ölçülen değerlerin istenen değerlere yakın olduğu görülmüştür. 1 ve 3 nolu noktalarda ise ölçülen değerler ile istenen değerler arasındaki hatanın arttığı gözlenmiştir. Bu gözlemden yola çıkarak ayna ekseni ile kesici takım ekseni arasında küçük bir kayma olabileceği kanısına varılmıştır. Bu kayma, iş mili ve tertibatının montajı esnasında olabileceği gibi, ayna flanşının iş miline kaynaklı birleştirilmesi esnasında da olabilir.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Geliştirilen tezgah mesleki ve teknik okullarda bilgisayar destekli imalat derslerinde kullanılabilir düzeyde bir eğitim seti olmuştur. Bu tezgah üzerinde eğitim gören kişiler temel tornalama işlemlerini, bilgisayar destekli parça modelleme ve imalatı konularını öğrenebilmektedirler. Tezgah toplam maliyeti 3100 TL'. Bu maliyet sanayi tipi CNC Tezgah fiyatları ile kıyaslandığında ucuz olduğu anlaşılmaktadır. Bu tezgah örneklenip çoğaltılarak bir bilgisayar destekli yatay işlem merkezi oluşturulabilir. Bu sayede tezgah başına düşen öğrenci sayısı azalacağından öğrencilerin tezgah üzerindeki eğitim sürelerinin artacağı düşünülmektedir.

Çizelge 6.1. Geliştirilen tezgahın özellikleri.

Makina Ölçüleri	600x950x500
İşleme Kapasitesi	30mm çap ve 150mm uzunluğa sahip ahşap, plastik malzemeleri ve yumuşak metal malzemeleri işleyebilir.
Çalışma Hassasiyeti	0,0125mm
Spindle motor	620 W
Ağırlık	85 kg
Kontrol Ünitesi	Mach3
Boşta İlerleme Hızı	300 mm/dk
Kesme Anında İlerleme Hızı	200 mm/dk
İş mili hızı	0-4000 d/dk

Tezgahta iş güvenliği unsurları ön planda tutulmuştur. Tezgahta güvenli kullanım için talimat hazırlanmış ve tezgahta çalışanların bu talimata uymaları zorunlu kılınmıştır. Tezgahtaki hareketli parçalardan doğabilecek sorunların önüne geçmek

için tezgah kabini üzerine kapak yerleştirilmiş ve çalışma esnasında bu kapağın kapalı tutulması zorunlu kılınmıştır. Cihaz metal gövdesi topraklanarak olası elektrik kaçaklarına karşı önlem alınmıştır.

Tezgah ile temel tornalama işlemlerinden, kanal açma, alın tornalama, radyus işleme, boyuna tornalama, konik tornalama işlemleri başarı ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan uygulamalar ve ölçümler sonrasında küçük çaplı ve esnek malzemelerde standart sapmanın arttığı gözlenmiştir. Bu tür malzemelerde doğruluğun artırılabilmesi için iş parçalarının aynaya kısa bağlanmaları veya punta tertibatı kullanımı tavsiye edilmektedir.

Tezgahta takım değiştirme işlemleri elle gerçekleştirilmektedir. Tezgaha otomatik takım değiştirici sistem takılarak takım değiştirmek için harcanan zamandan tasarruf edilebilir. Ayrıca hidrolik-pnömatik kumandalı bir ayna kullanılarak parça bağlama işlemleri de otomatikleştirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Peközcan, A.N., “Konvansiyonel bir torna tezgahının bilgisayar nümerik kontrollü hale dönüştürülmesi ve dinamik duyarlılığının araştırılması”, Doktora Tezi, *Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 32-86 (1999).
2. Kaygısız, H., “ Eğitim amaçlı üç eksenli masaüstü cnc freze tasarımı ve prototipi”, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, 46-56 (2010).
3. Mendi F., Çankaya A., Şahin İ. ve Börklü H. R. ,” Takım tezgahlarında talaş kaldırma ilkelerinin web tabanlı eğitimi”, *Tünav Bilim Dergisi*, 1(1): 26-35 (2008).
4. Kutlu, M., ” Üç eksenli masa tipi cnc freze tezgâhı tasarım ve imalatı” , Yüksek Lisans Tezi, *Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 53-77 (2006).
5. Büyükşahin, U., “3 Eksenli cnc tezgah tasarımı ve uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 30-126 (2005).
6. Karaçam, S., “Adım motor kontrollü hızlı cnc freze tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya, 26-57 (2009).
7. Akınca, A.C., “Enstrümantasyon ve hızlı prototipleme uygulamalarında kullanılacak düşük maliyetli bir cnc tezgâhı geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 27-51 (2006).
8. Kayalık M., “Bilgisayar kontrollü dik işlem tezgahı tasarımı ve uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 19-57 (2009).
9. Uyanık A.,S., “Üç eksenli terco yüzey işleme tezgahının bilgisayar ile kontrolü”, Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 32-88 (2006).
10. Cevindik , M., “Üç eksenli cnc ile mermer işlemede elektrik enerji tüketimine etki eden parametreler”, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyonkarahisar, 58-75 (2009).

11. Alan, S., “CNC eğitim seti tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 49-62 (2006).
12. Kaygısız H. ve Çetinkaya K., “Cnc freze eğitim seti tasarımı ve uygulaması”, *SDU International Journal of Technologic Sciences*, 2 (3): 53-71 (2010).
13. Zeyveli M ve Gülesin M., “Frezeleme işlemlerinde ekonomik işleme şartlarının optimizasyonu”, *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1-2): 1-14 (2003).
14. İnternet: Keleş Ö., Usta Y., Yeşilbağ Y.Y. ve Ercan Y., “Klasik Bir Torna Tezgahı için bilgisayar kontrollü profil tornalama sistemi geliştirilmesi” <http://www.turkcadcam.net/rapor/CNC-profil-torna/index.html>, (Aralık 2010).
15. Gurbuz, R., “Eğitim amaçlı sayısal denetimli torna için benzetişim yapabilen sayısal denetim programı” *1. Makine Mühendisliği Kongresi, MAMKON 97*, İstanbul, 316-322 (1997).
16. Göloğlu C. ve Bunarbaşı İ., “Üç eksenli doğrusal hareket mekanizması tasarımı ve imalatı”, *Teknoloji*, 7(3): 507-515 (2004).
17. Mendi, F., “Takım tezgahları teori ve hesapları” Kitabı, *Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti*, Ankara, 1-30 (2006).
18. İnternet: Pehlivanoğlu V., Batı M., “CNC takım tezgahları ve dnc”, <http://www.turkcadcam.net/rapor/cnc-tezgahlar/index.html>(Aralık 2010).
19. İnternet: “CNC tezgahları hakkında türkçe teknik bilgiler”, <http://www.cadcamsektoru.com>, (Aralık 2010).
20. İnternet: Aşkar R. “CNC torna, freze çalışma prensipleri ve takım teknolojisi”, *Kalıpçılık Öğretmenliği GÜTEF/2006*, <http://www.kalipteknolojisi.net.tr> (Aralık 2010).
21. İnternet: “C&Y eksen cnc torna tezgahları” <http://spinner.com.tr> (Aralık 2010).
22. Karademir C., “Küçük sanayi işletmelerine danışmanlık hizmet projesi (CNC torna tezgahı programlama temel esasları)” kitapçığı, *Türkiye Halk Bankası A.Ş.*, Konya ve Eskişehir, 4-29 (1990).
23. İnternet: “Temel tornalama işlemleri”, MEGEP; www.megep.meb.gov.tr. (Aralık 2010).
24. Köbeloğlu A., Gök A., Çetinkaya K., “ Masaüstü cnc tezgahları eksen kartları için test devresi tasarımı”, *Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi 2010* , Balıkesir, 105-114 (2010)

25. Birlik Rulman, "Ürün katalođu", *Birlik Rulman*, İstanbul, 7-13 (2010).
26. İnternet: "Using mach3 turn", http://www.machsupport.com/docs/Mach3Turn_1.84.pdf

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet KÖBELOĞLU 1981 yılında Kastamonu'da doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Kastamonu'da tamamladı. 2003 yılında Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Elektrik Öğretmenliği Bölümünden mezun oldu. 2005 yılında Ankara Üniversitesi(Kastamonu Üniversitesi)-Kastamonu Meslek Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. İlgili alanları PLC programlama, Elektropnömatik Sistem Tasarımı ve Masaüstü CNC tezgah tasarımı üzerinedir. Ahmet KÖBELOĞLU halen Kastamonu Üniversitesi-Kastamonu Meslek Yüksekokulunda Öğretim Görevlisi olarak görevine devam etmekte olup evli ve 1 çocuk babasıdır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Kastamonu Üniversitesi Kastamonu MYO
Kuzeykent Mh. Merkez/ KASTAMONU

Tel : (366) 215 09 00

E-posta : kobeloglu_81@hotmail.com

EK AÇIKLAMALAR A
(CNC TEZGAHIN FOTOĞRAFLARI)

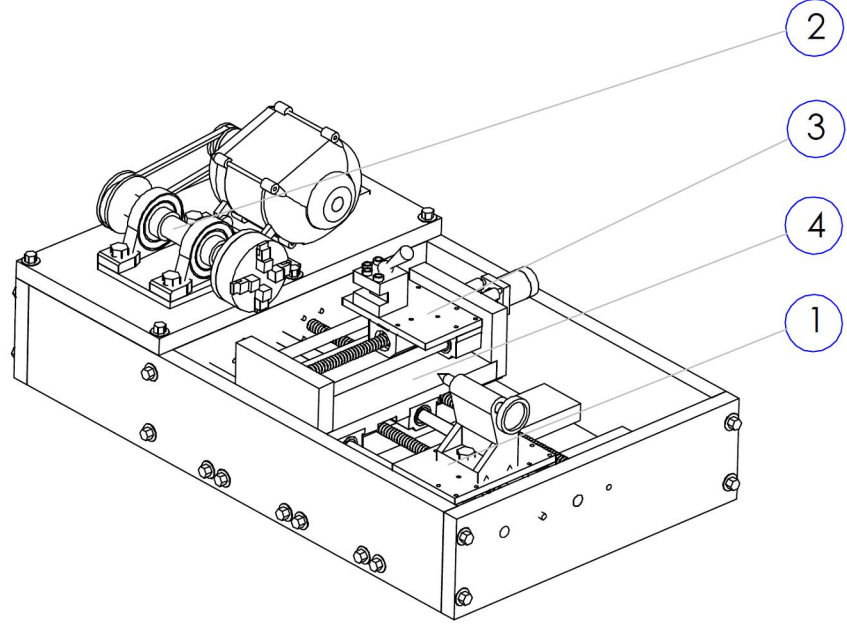


Şekil EK A.1. Fotoğraf 1



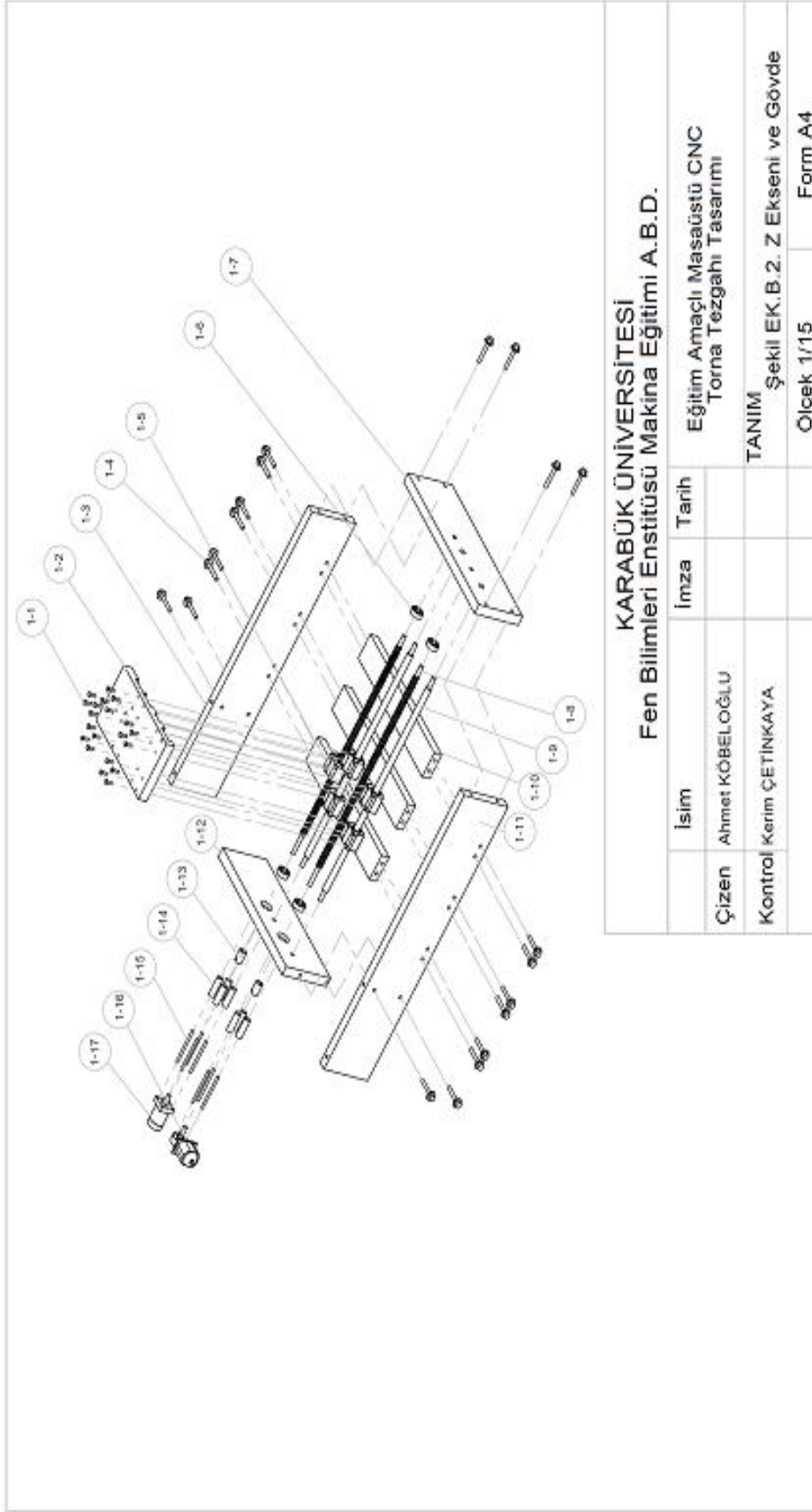
Şekil EK A.2. Fotoğraf 2.

EK AÇIKLAMALAR B
(CNC TEZGAHIN İMALAT RESİMLERİ)



4	AD.	Z EKSENİ	1	_____	AK-4	_____	_____
3	AD.	X EKSENİ	1	_____	AK-3	_____	_____
2	AD.	İŞ MİLİ TERTİBATI	1	_____	AK-2	_____	_____
1	AD.	PUNTA TERTİBATI	1	_____	AK-1	_____	_____
POZ	BRM	PARÇA ADI	ADET	MALZEME	RESİM NO	BİRİM AĞIRLIK	AÇIKLAMA
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü- Makina Eğitimi A.B.D.							
	İsim	İmza	Tarih	Eğitim Amaçlı Masaüstü CNC Torna Tezgahı Tasarımı TANIM Şekil EK. B.1. Komple Antet			
Çizen	Ahmet KÖBELOĞLU						
Kontrol	Kerim ÇETİNKAYA						
Onay	Kerim ÇETİNKAYA						
YÜRÜRLÜK TARİHİ			ÖLÇEK	1/10	ÇİZİM NO	AK	FORM
							A4

Şekil EK B.1. Komple antet.



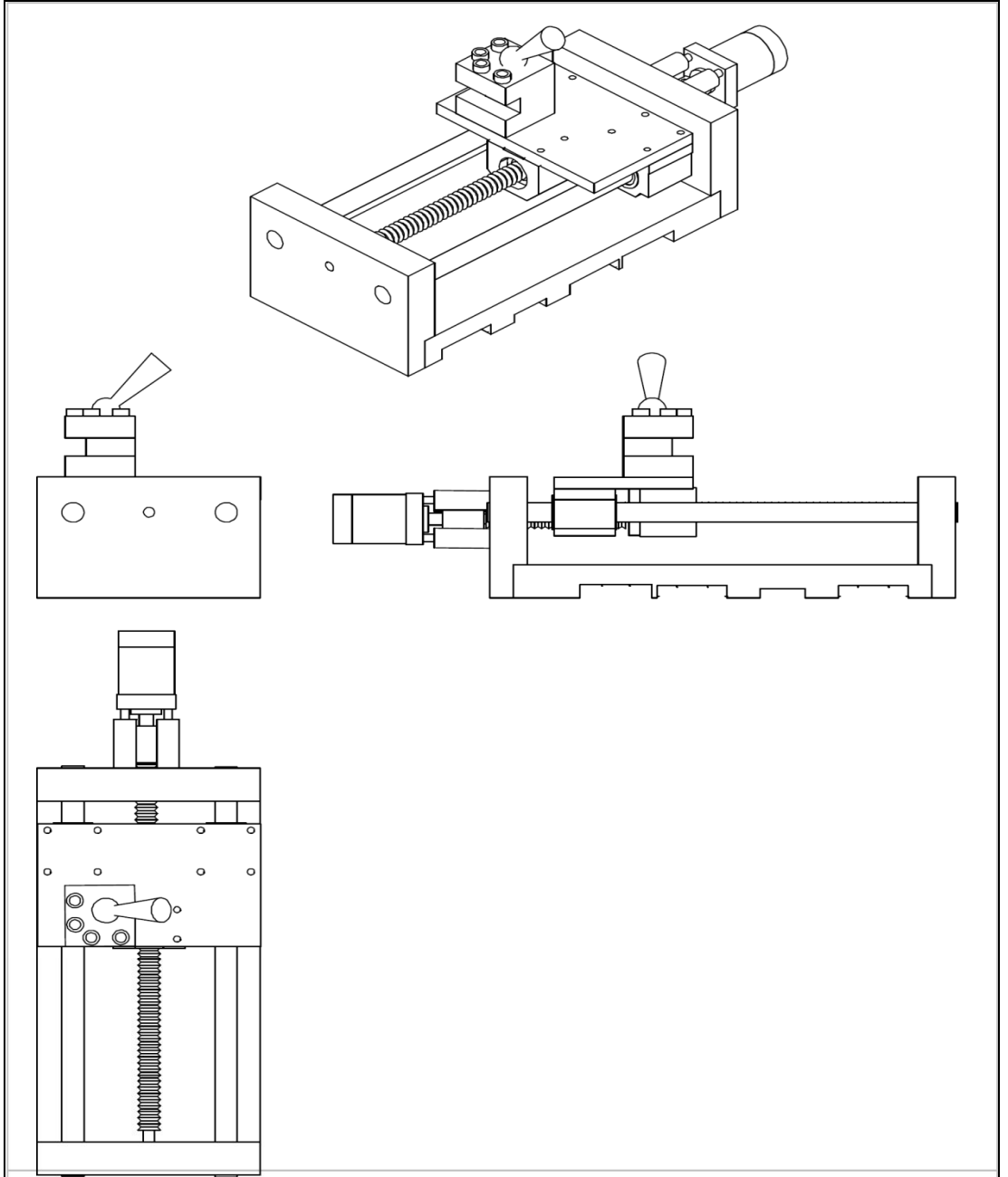
Şekil EK B. 2. Z eksenli ve gövde

POZ	BRM	AD.	STEP MOTOR	1	HAZIR	RESİM NO	BİRİM AĞIRLIK	AÇIKLAMA
1-17	AD.	STEP MOTOR	1	HAZIR	---	---	---	---
1-16	AD.	REDÜKTÖRLÜ DC MOTOR	1	HAZIR	---	---	---	BASKURT MOTOR
1-15	AD.	MOTOR SABİTLEME VİDASI	7	HAZIR	---	---	---	---
1-14	AD.	STEP MOTOR AYIĞI	7	ALÜMİNYUM	---	---	---	---
1-13	AD.	KAPLIN	2	PIRİNC	---	---	---	---
1-12	AD.	ÖN KAPAK	1	KESTAMİT	---	---	---	---
1-11	AD.	SOL YANKAPAK	1	KESTAMİT	---	---	---	---
1-10	AD.	ARA FEDERLER	3	KESTAMİT	---	---	---	---
1-9	AD.	ÇELİK MİL	2	HAZIR	---	---	---	BİRLİK RULMAN
1-8	AD.	VİDALI MİL	2	HAZIR	---	---	---	BİRLİK RULMAN
1-7	AD.	ARKA KAPAK	1	KESTAMİT	---	---	---	---
1-6	AD.	RULMAN	4	HAZIR	---	---	---	---
1-5	AD.	VİDALI MİL SOMONU VE TUTUCUSU	1	HAZIR	---	---	---	BİRLİK RULMAN
1-4	AD.	GÖVDE BİRLEŞTİRME CİVATASI	20	HAZIR	---	---	---	---
1-3	AD.	SAĞ YAN KAPAK	1	KESTAMİT	---	---	---	---
1-2	AD.	EKSEN TABLASI	1	KESTAMİT	---	---	---	---
1-1	AD.	EKSEN TABLASI SABİTLEME CİVATASI	20	HAZIR	---	---	---	---
POZ	BRM	PARÇA ADI	ADET	MALZEME	RESİM NO	BİRİM AĞIRLIK	AÇIKLAMA	

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Eğitimi A.B.D.

İsim	İmza	Tarih
Çizen Ahmet KÖBELOĞLU		
Kontrol Kenan ÇETİNKAYA		
TANIM		
Şekil EK.B.2. Z Eksenli ve Gövde		
Ölçek 1/15		Form A4

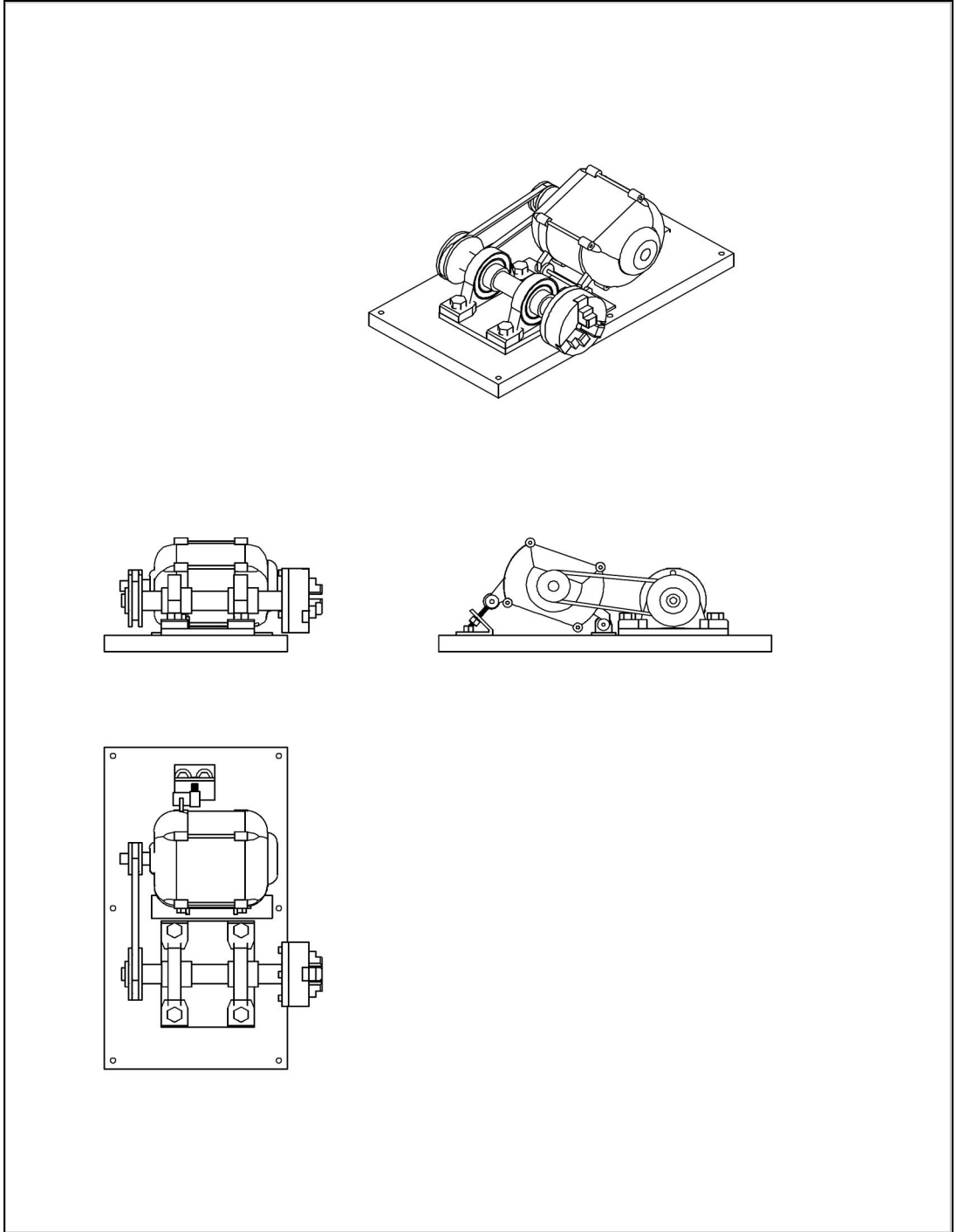
Şekil EK B. 2. (Devam ediyor).



KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü- Makina Eğitimi A.B.D.

	İsim	İmza	Tarih	Eğitim Amaçlı Masaüstü CNC Torna Tezgahı Tasarımı		
Çizen	Ahmet KÖBELOĞLU				TANIM	
Kontrol	Kerim ÇETİNKAYA					
Onay	Kerim ÇETİNKAYA			Şekil EK. B.3. X eksen		
YÜRÜRLÜLÜK TARİHİ				ÖLÇEK 1/5	ÇİZİM NO AK	FORM A4

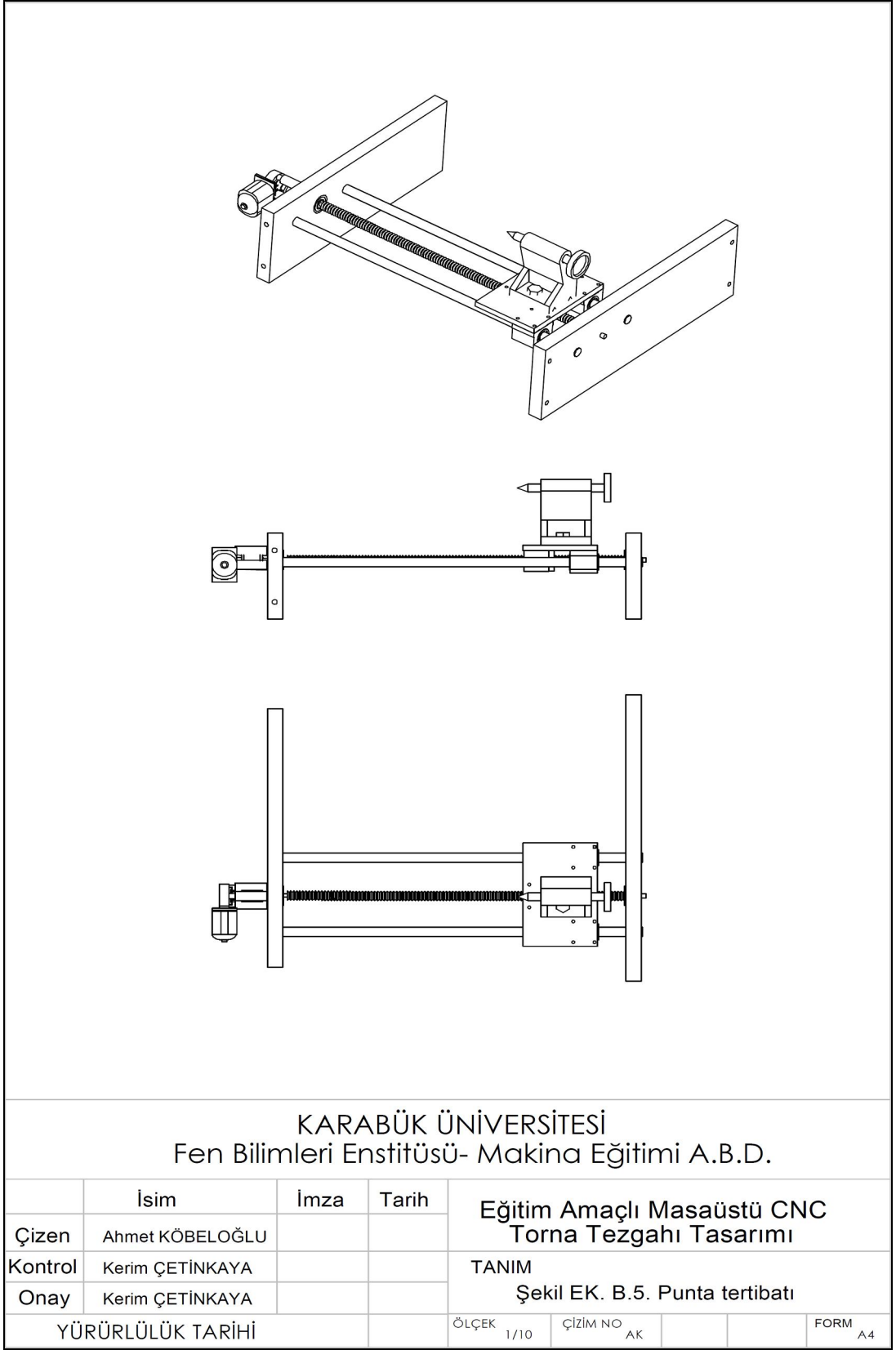
Şekil EK B.3. X Eksen.



KARABÜK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü- Makina Eğitimi A.B.D.

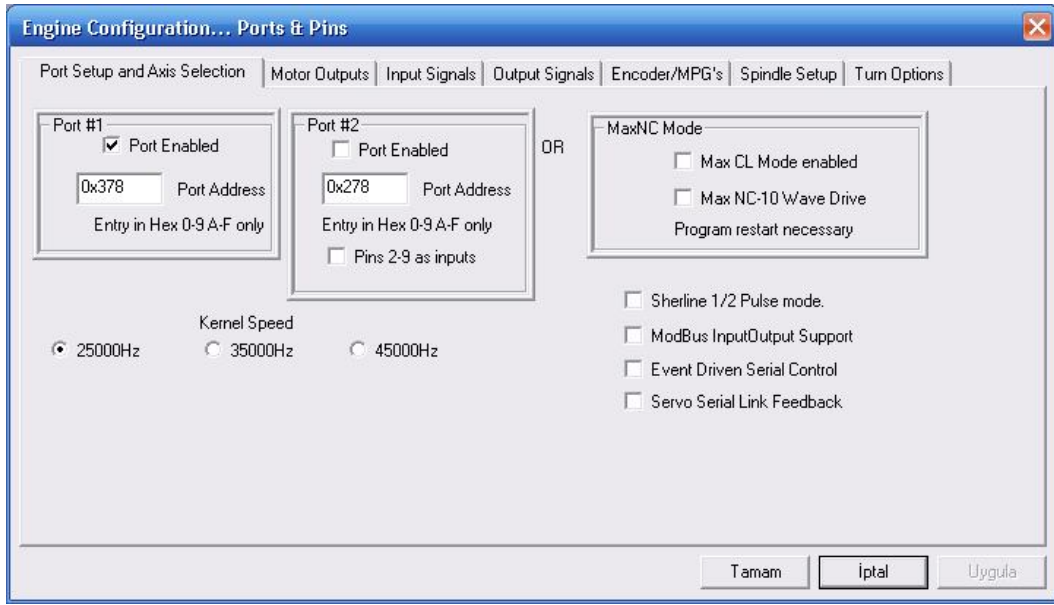
	İsim	İmza	Tarih	Eğitim Amaçlı Masaüstü CNC Torna Tezgahı Tasarımı					
Çizen	Ahmet KÖBELOĞLU			TANIM Şekil EK. B.4. İş mili tertibatı					
Kontrol	Kerim ÇETİNKAYA								
Onay	Kerim ÇETİNKAYA								
YÜRÜRLÜK TARİHİ				ÖLÇEK	1/10	ÇİZİM NO	AK	FORM	A4

Şekil EK B.4. İş mili tertibatı

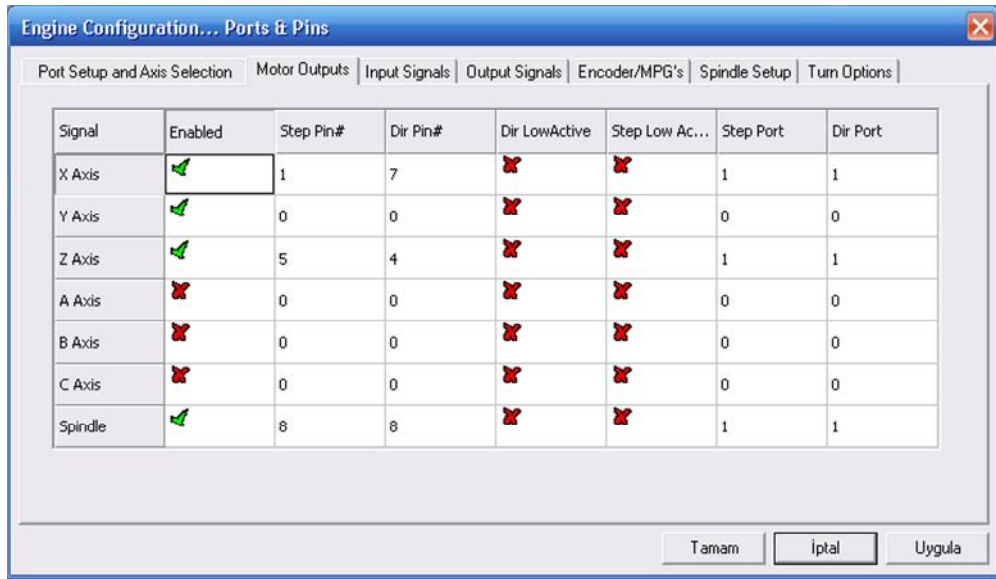


Şekil EK B.5. Punta tertibatı

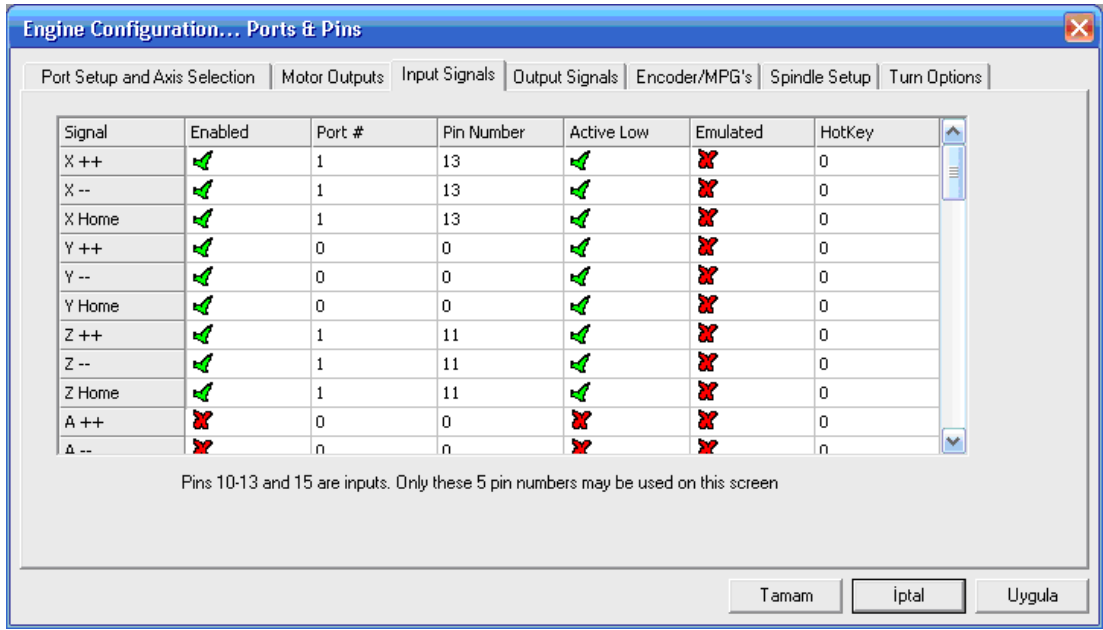
EK AÇIKLAMALAR C
(TEZGAHA AİT MACH3 CNC PROGRAM AYARLARI)



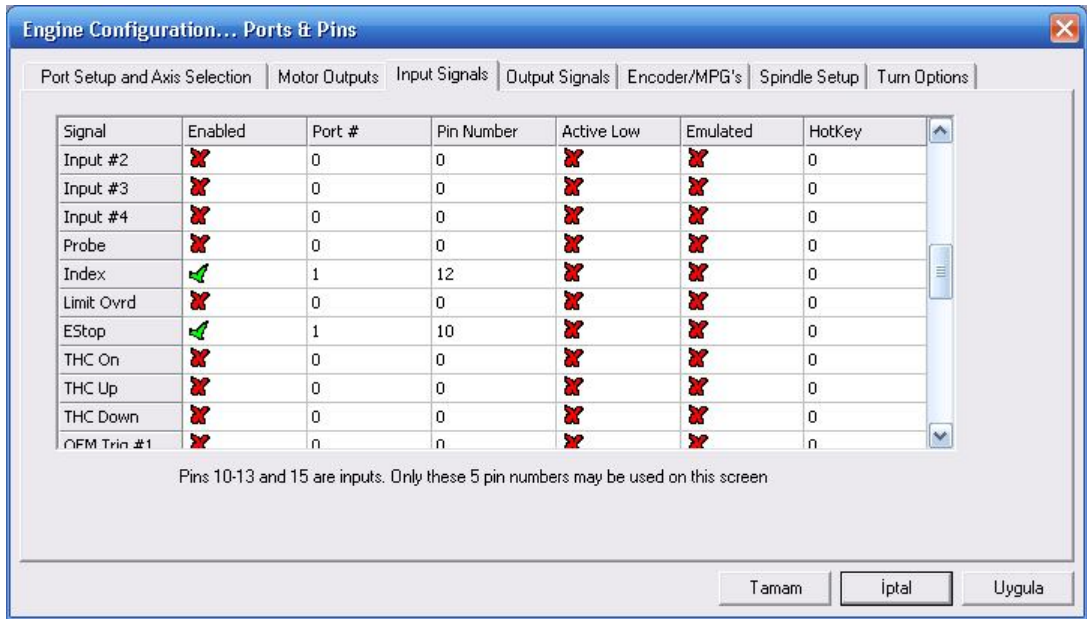
Şekil EK C.1. Bilgisayar port ayarı.



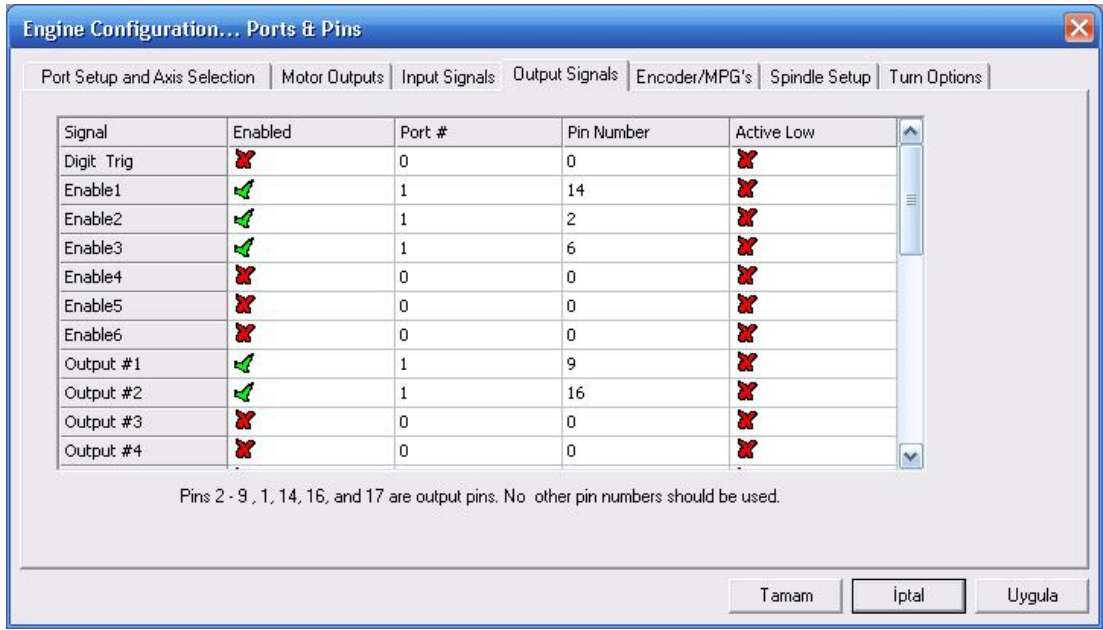
Şekil EK C.2. Motor çıkış ayarları.



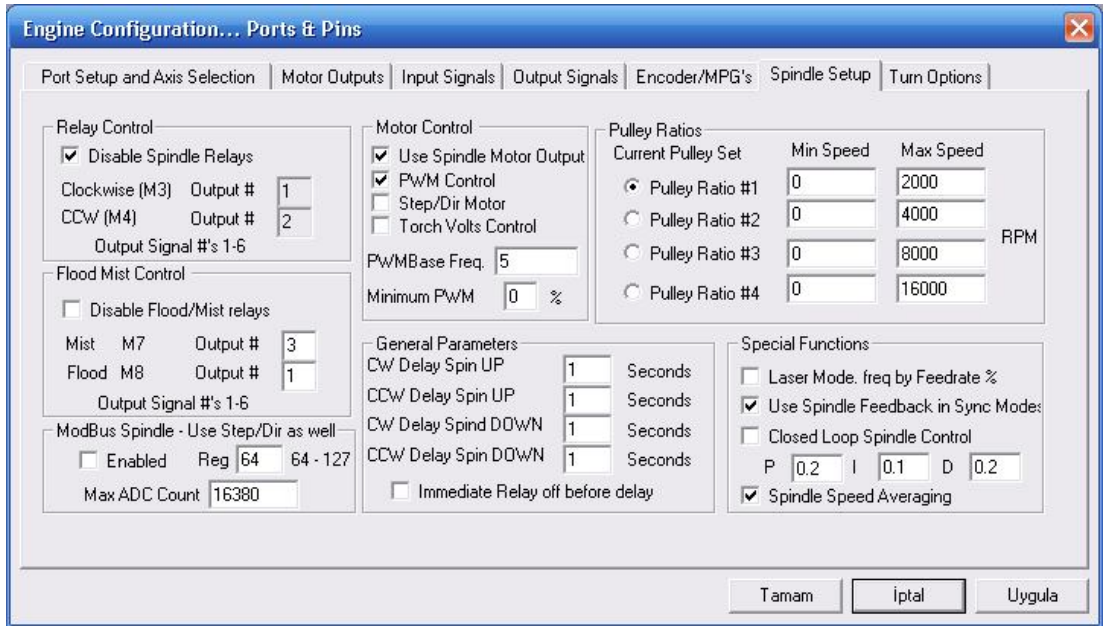
Şekil EK C.3. Program giriş sinyal ayarları 1.



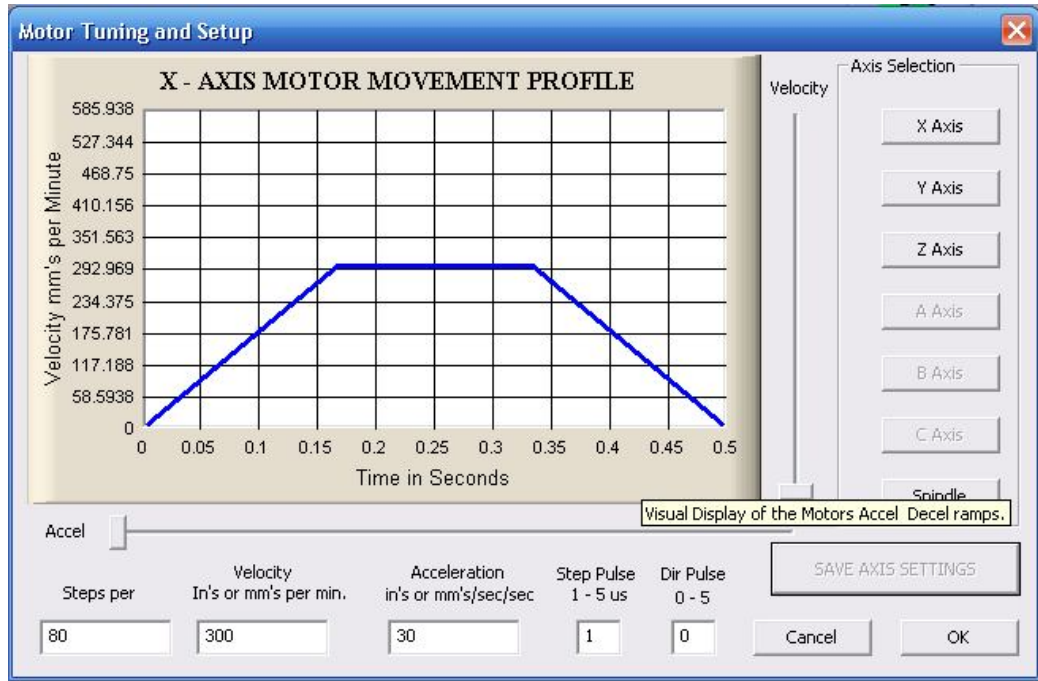
Şekil EK C.4. Program giriş sinyal ayarları 2.



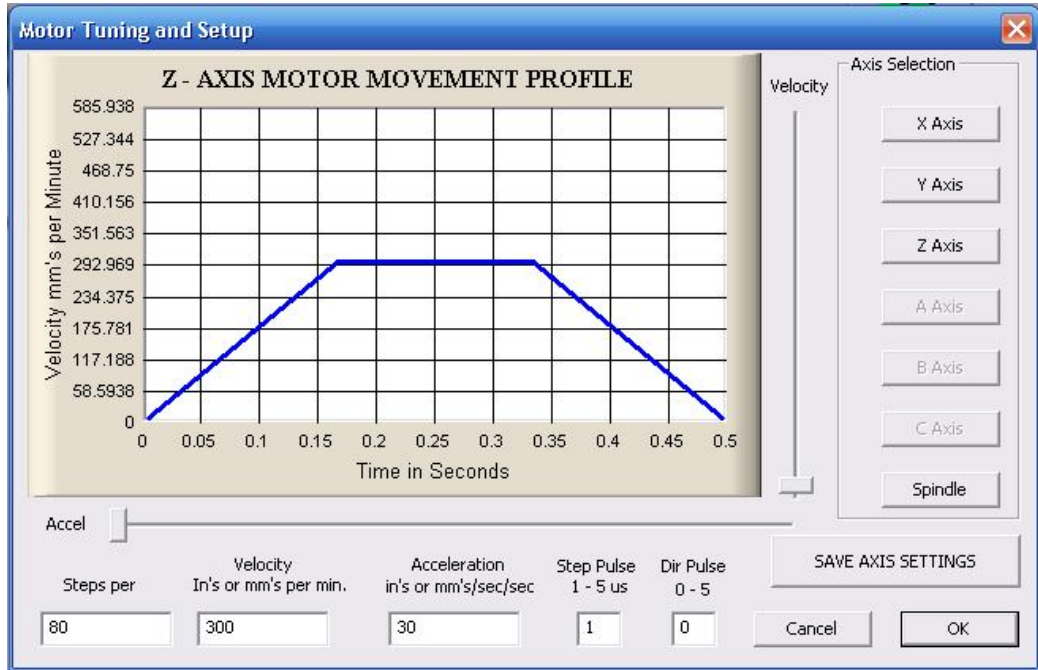
Şekil EK C.5. Program çıkış sinyal ayarları.



Şekil EK C.6. İş mili ayarları.



Şekil EK C.7. X eksen hız ve ivme ayarları.



Şekil EK C.8. Z eksen hız ve ivme ayarları.

EK AÇIKLAMALAR D

(MACH3 CNC TURN MODÜLÜ WIZARD UYGULAMALARI)

Çizelge EK D.1. Mach3 CNC Turn Modülü Wizard penceresi ile alın tornalama işleminde üretilen CNC kodları.

G18 G40 G49 G90 G94 G80	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-1.9F300
M3	G1 Z0.2	G0 Z-1.1	G1 X9.95F200
G0 X4.8 Z0.2	G0 X4.8	G1 Z-1.3F300	G1 Z0.2
F200	G0 Z-0.5	G1 X9.95F200	G0 X4.8
G0 Z0.1	G1 Z-0.7F300	G1 Z0.2	G0 Z-1.8
G1 Z-0.1F300	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-2F300
G1 X9.95F200	G1 Z0.2	G0 Z-1.2	G1 X9.95F200
G1 Z0.2	G0 X4.8	G1 Z-1.4F300	G1 Z0.2
G0 X4.8	G0 Z-0.6	G1 X9.95F200	G0 X4.8
G0 Z0	G1 Z-0.8F300	G1 Z0.2	G0 Z-1.9
G1 Z-0.2F300	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-2.1F300
G1 X9.95F200	G1 Z0.2	G0 Z-1.3	G1 X9.95F200
G1 Z0.2	G0 X4.8	G1 Z-1.5F300	G1 Z0.2
G0 X4.8	G0 Z-0.7	G1 X9.95F200	G0 X4.8
G0 Z-0.1	G1 Z-0.9F300	G1 Z0.2	G0 Z-2
G1 Z-0.3F300	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-2.2F300
G1 X9.95F200	G1 Z0.2	G0 Z-1.4	G1 X9.95F200
G1 Z0.2	G0 X4.8	G1 Z-1.6F300	G1 Z0.2
G0 X4.8	G0 Z-0.8	G1 X9.95F200	G0 X4.8
G0 Z-0.2	G1 Z-1F300	G1 Z0.2	G0 Z-2.1
G1 Z-0.4F300	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-2.3F300
G1 X9.95F200	G1 Z0.2	G0 Z-1.5	G1 X9.95F200
G1 Z0.2	G0 X4.8	G1 Z-1.7F300	G1 Z0.2
G0 X4.8	G0 Z-0.9	G1 X9.95F200	G0 X4.8
G0 Z-0.3	G1 Z-1.1F300	G1 Z0.2	G0 Z-2.2
G1 Z-0.5F300	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-2.4F300
G1 X9.95F200	G1 Z0.2	G0 Z-1.6	G1 X9.95F200
G1 Z0.2	G0 X4.8	G1 Z-1.8F300	G1 Z0.2
G0 X4.8	G0 Z-1	G1 X9.95F200	G0 X4.8
G0 Z-0.4	G1 Z-1.2F300	G1 Z0.2	G0 Z-2.3
G1 Z-0.6F300	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-2.5F300
	G1 Z0.2	G0 Z-1.7	G1 X9.95F200

Çizelge EK D.1 (devam ediyor).

G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-3.9F300	G0 Z-4.4
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.6F300
G0 Z-2.4	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-2.6F300	G0 Z-3.1	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-3.3F300	G0 Z-3.8	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4F300	G0 Z-4.5
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.7F300
G0 Z-2.5	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-2.7F300	G0 Z-3.2	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-3.4F300	G0 Z-3.9	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.1F300	G0 Z-4.6
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.8F300
G0 Z-2.6	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-2.8F300	G0 Z-3.3	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-3.5F300	G0 Z-4	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.2F300	G0 Z-4.7
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.9F300
G0 Z-2.7	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-2.9F300	G0 Z-3.4	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-3.6F300	G0 Z-4.1	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.3F300	G0 Z-4.8
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-5F300
G0 Z-2.8	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-3F300	G0 Z-3.5	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-3.7F300	G0 Z-4.2	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.4F300	G0 Z-4.9
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-5.1F300
G0 Z-2.9	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-3.1F300	G0 Z-3.6	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-3.8F300	G0 Z-4.3	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-4.5F300	G0 Z-5
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-5.2F300
G0 Z-3	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-3.2F300	G0 Z-3.7	G0 X4.8	G1 Z0.2

Çizelge EK D.1 (devam ediyor).

G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.3F300
G0 Z-5.1	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-5.3F300	G0 Z-5.8	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-6F300	G0 Z-6.5	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-6.7F300	G0 Z-7.2
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.4F300
G0 Z-5.2	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-5.4F300	G0 Z-5.9	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-6.1F300	G0 Z-6.6	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-6.8F300	G0 Z-7.3
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.5F300
G0 Z-5.3	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-5.5F300	G0 Z-6	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-6.2F300	G0 Z-6.7	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-6.9F300	G0 Z-7.4
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.6F300
G0 Z-5.4	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-5.6F300	G0 Z-6.1	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-6.3F300	G0 Z-6.8	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7F300	G0 Z-7.5
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.7F300
G0 Z-5.5	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-5.7F300	G0 Z-6.2	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-6.4F300	G0 Z-6.9	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.1F300	G0 Z-7.6
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.8F300
G0 Z-5.6	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-5.8F300	G0 Z-6.3	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-6.5F300	G0 Z-7	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.2F300	G0 Z-7.7
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-7.9F300
G0 Z-5.7	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-5.9F300	G0 Z-6.4	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-6.6F300	G0 Z-7.1	G0 X4.8

Çizelge EK D.1 (devam ediyor).

G0 Z-7.8	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-8F300	G0 Z-8.5	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-8.7F300	G0 Z-9.2	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-9.4F300	G0 Z-9.9
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-10.1F300
G0 Z-7.9	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-8.1F300	G0 Z-8.6	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-8.8F300	G0 Z-9.3	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-9.5F300	G0 Z-10
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-10.2F300
G0 Z-8	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-8.2F300	G0 Z-8.7	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-8.9F300	G0 Z-9.4	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-9.6F300	G0 Z-10.1
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-10.3F300
G0 Z-8.1	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-8.3F300	G0 Z-8.8	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-9F300	G0 Z-9.5	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-9.7F300	G0 Z-10.2
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-10.4F300
G0 Z-8.2	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-8.4F300	G0 Z-8.9	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-9.1F300	G0 Z-9.6	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-9.8F300	G0 Z-10.3
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-10.5F300
G0 Z-8.3	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-8.5F300	G0 Z-9	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-9.2F300	G0 Z-9.7	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-9.9F300	G0 Z-10.4
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-10.6F300
G0 Z-8.4	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-8.6F300	G0 Z-9.1	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-9.3F300	G0 Z-9.8	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-10F300	G0 Z-10.5

Çizelge EK D.1 (devam ediyor).

G1 Z-10.7F300	G0 Z-11.2	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-11.4F300	G0 Z-11.9	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.1F300	G0 Z-12.6
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.8F300
G0 Z-10.6	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-10.8F300	G0 Z-11.3	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-11.5F300	G0 Z-12	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.2F300	G0 Z-12.7
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.9F300
G0 Z-10.7	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-10.9F300	G0 Z-11.4	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-11.6F300	G0 Z-12.1	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.3F300	G0 Z-12.8
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-13F300
G0 Z-10.8	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-11F300	G0 Z-11.5	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-11.7F300	G0 Z-12.2	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.4F300	G0 Z-12.9
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-13.1F300
G0 Z-10.9	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-11.1F300	G0 Z-11.6	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-11.8F300	G0 Z-12.3	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.5F300	G0 Z-13
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-13.2F300
G0 Z-11	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-11.2F300	G0 Z-11.7	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-11.9F300	G0 Z-12.4	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.6F300	G0 Z-13.1
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-13.3F300
G0 Z-11.1	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-11.3F300	G0 Z-11.8	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-12F300	G0 Z-12.5	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-12.7F300	G0 Z-13.2
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-13.4F300

Çizelge EK D.1 (devam ediyor).

G1 X9.95F200	G1 Z-14.1F300	G0 Z-14.6	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-14.8F300	G0 Z-15.3
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.5F300
G0 Z-13.3	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-13.5F300	G0 Z-14	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-14.2F300	G0 Z-14.7	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-14.9F300	G0 Z-15.4
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.6F300
G0 Z-13.4	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-13.6F300	G0 Z-14.1	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-14.3F300	G0 Z-14.8	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15F300	G0 Z-15.5
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.7F300
G0 Z-13.5	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-13.7F300	G0 Z-14.2	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-14.4F300	G0 Z-14.9	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.1F300	G0 Z-15.6
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.8F300
G0 Z-13.6	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-13.8F300	G0 Z-14.3	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-14.5F300	G0 Z-15	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.2F300	G0 Z-15.7
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.9F300
G0 Z-13.7	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-13.9F300	G0 Z-14.4	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-14.6F300	G0 Z-15.1	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.3F300	G0 Z-15.8
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-16F300
G0 Z-13.8	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-14F300	G0 Z-14.5	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-14.7F300	G0 Z-15.2	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-15.4F300	G0 Z-15.9
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-16.1F300
G0 Z-13.9	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200

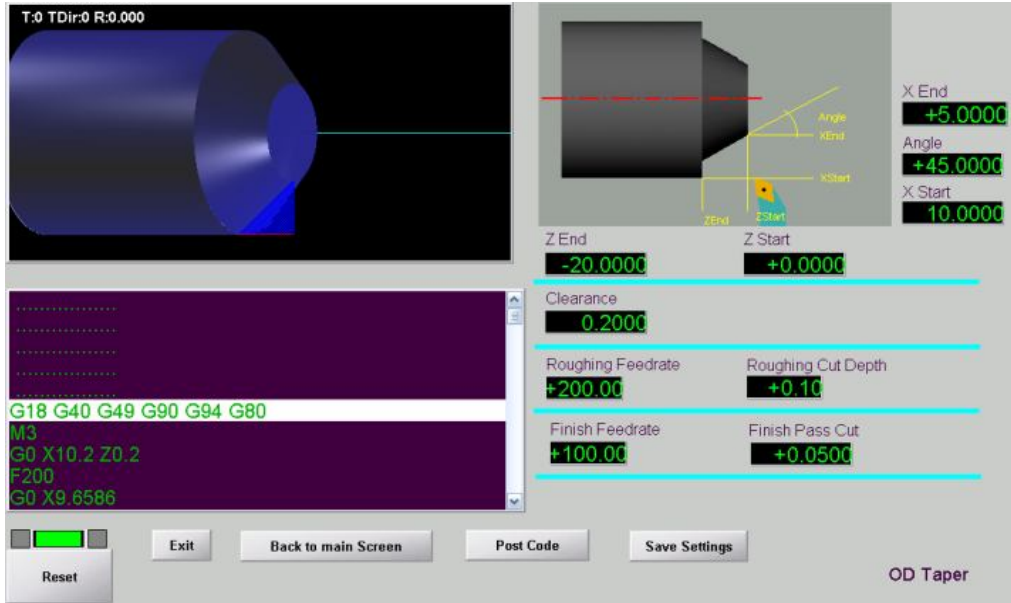
Çizelge EK D.1 (devam ediyor).

G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-17.5F300	G0 Z-18
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18.2F300
G0 Z-16	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-16.2F300	G0 Z-16.7	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-16.9F300	G0 Z-17.4	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-17.6F300	G0 Z-18.1
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18.3F300
G0 Z-16.1	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-16.3F300	G0 Z-16.8	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-17F300	G0 Z-17.5	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-17.7F300	G0 Z-18.2
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18.4F300
G0 Z-16.2	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-16.4F300	G0 Z-16.9	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-17.1F300	G0 Z-17.6	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-17.8F300	G0 Z-18.3
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18.5F300
G0 Z-16.3	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-16.5F300	G0 Z-17	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-17.2F300	G0 Z-17.7	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-17.9F300	G0 Z-18.4
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18.6F300
G0 Z-16.4	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-16.6F300	G0 Z-17.1	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-17.3F300	G0 Z-17.8	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18F300	G0 Z-18.5
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18.7F300
G0 Z-16.5	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-16.7F300	G0 Z-17.2	G0 X4.8	G1 Z0.2
G1 X9.95F200	G1 Z-17.4F300	G0 Z-17.9	G0 X4.8
G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18.1F300	G0 Z-18.6
G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200	G1 Z-18.8F300
G0 Z-16.6	G0 X4.8	G1 Z0.2	G1 X9.95F200
G1 Z-16.8F300	G0 Z-17.3	G0 X4.8	G1 Z0.2

Çizelge EK D.1 (devam ediyor).

G0 X4.8	G1 Z-19.2F300	G1 Z0.2	G0 Z-19.7
G0 Z-18.7	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-19.9F300
G1 Z-18.9F300	G1 Z0.2	G0 Z-19.4	G1 X9.95F200
G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-19.6F300	G1 Z0.2
G1 Z0.2	G0 Z-19.1	G1 X9.95F200	G0 X4.8
G0 X4.8	G1 Z-19.3F300	G1 Z0.2	G0 Z-19.75
G0 Z-18.8	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1Z-19.95F300
G1 Z-19F300	G1 Z0.2	G0 Z-19.5	G1 X9.95F200
G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-19.7F300	G1 Z0.2
G1 Z0.2	G0 Z-19.2	G1 X9.95F200	G0 X4.8
G0 X4.8	G1 Z-19.4F300	G1 Z0.2	G0 Z-19.8
G0 Z-18.9	G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-20F300
G1 Z-19.1F300	G1 Z0.2	G0 Z-19.6	G1 X10F100
G1 X9.95F200	G0 X4.8	G1 Z-19.8F300	G1 Z0.2
G1 Z0.2	G0 Z-19.3	G1 X9.95F200	M5
G0 X4.8	G1 Z-19.5F300	G1 Z0.2	M30
G0 Z-19	G1 X9.95F200	G0 X4.	

EK D.2. Konik Tornalama Örneği



Şekil EK D.2. Mach3 CNC Turn Modülü Wizard penceresi ile konik tornalama işlemi.

Bu örnekte Wizard penceresi kullanılarak 20 mm çapındaki silindirik malzemenin alın kısmına 45° lik bir koniklik verilmesi hedeflenmiştir.

Örnek uygulamaya ait parametreler Şekil EK D.2'deki iletişim penceresinde girilmiştir. Bu bilgilere göre 20 mm çapındaki silindirik malzemeye alın kısmındaki 10 mm'lik çap mesafesinden 45°'lik bir koniklik verilmiştir. Bu parametrelere göre üretilen kodlar aşağıda listelenmiştir.

Çizelge EK D.2. Mach3 CNC Turn Modülü Wizard penceresi ile konik tornalama işleminde üretilen CNC kodları.

G18 G40 G49 G90 G94 G80	G1 X10.2 Z-1.0485	G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-2.887
M3	G0 Z0.2	G0 X7.9615	G0 Z0.2
G0 X10.2 Z0.2	G0 X8.8101	G1 X10.2 Z- 2.0385	G0 X6.9716
F200	G1 X10.2 Z-1.1899	G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-3.0284
G0 X9.6586	G0 Z0.2	G0 X7.8201	G0 Z0.2
G1 X10.2 Z-0.3414	G0 X8.6686	G1 X10.2 Z- 2.1799	G0 X6.8302
G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-1.3314	G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-3.1698
G0 X9.5172	G0 Z0.2	G0 X7.6787	G0 Z0.2
G1 X10.2 Z-0.4828	G0 X8.5272	G1 X10.2 Z- 2.3213	G0 X6.6887
G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-1.4728	G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-3.3113
G0 X9.3757	G0 Z0.2	G0 X7.5373	G0 Z0.2
G1 X10.2 Z-0.6243	G0 X8.3858	G1 X10.2 Z- 2.4627	G0 X6.5473
G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-1.6142	G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-3.4527
G0 X9.2343	G0 Z0.2	G0 X7.3958	G0 Z0.2
G1 X10.2 Z-0.7657	G0 X8.2444	G1 X10.2 Z- 2.6042	G0 X6.4059
G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-1.7556	G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-3.5941
G0 X9.0929	G0 Z0.2	G0 X7.2544	G0 Z0.2
G1 X10.2 Z-0.9071	G0 X8.1029	G1 X10.2 Z- 2.7456	G0 X6.2645
G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-1.8971	G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-3.7355
G0 X8.9515		G0 X7.113	

Çizelge EK D.1 (devam ediyor).

G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-4.3012	G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-5.15
G0 X6.123	G0 Z0.2	G0 X5.1331	G0 Z0.2
G1 X10.2 Z-3.877	G0 X5.5574	G1 X10.2 Z-4.8669	F100
G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-4.4426	G0 Z0.2	G1 X4.8
G0 X5.9816	G0 Z0.2	G0 X4.9917	G1 X10.2 Z-5.2
G1 X10.2 Z-4.0184	G0 X5.4159	G1 X10.2 Z-5.0083	G0 Z0.2
G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-4.5841	G0 Z0.2	M5
G0 X5.8402	G0 Z0.2	G0 X4.8503	M30
G1 X10.2 Z-4.1598	G0 X5.2745	G1 X10.2 Z-5.1497	
G0 Z0.2	G1 X10.2 Z-4.7255	G0 Z0.2	
G0 X5.6988		G0 X4.85	