

**SİLİNDİRİK TAŞLAMADA PLC KONTROLLÜ TAŞ BİLEME
APARATININ TASARIMI, İMALATI VE BİLEME PARAMETRELERİNİN
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Hatice ÜSTÜN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2013
ANKARA**

Hatice ÜSTÜN tarafından hazırlanan “SİLİNDİRİK TAŞLAMADA PLC KONTROLLÜ TAŞ BİLEME APARATININ TASARIMI, İMALATI VE BİLEME PARAMETRELERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

Tez Danışmanı, İmalat Mühendisliği

Bu çalışma, jürimiz tarafından Makina Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet ÖZDEMİR

İmalat Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

İmalat Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Hakan DİLİPAK

İmalat Mühendisliği, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ali SAYGIN

Elektrik Elektronik Mühendisliği, Gazi Üniv.

Yrd. Doç. Dr. Yunus KAYIR

Makina Eğitimi, Gazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarih: 29 / 05 / 2013

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hatice ÜSTÜN

**SİLİNDİRİK TAŞLAMADA PLC KONTROLLÜ TAŞ BİLEME
APARATININ TASARIMI, İMALATI VE BİLEME PARAMETRELERİNİN
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Hatice ÜSTÜN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2013**

ÖZET

Bu çalışmada, silindirik taşlama tezgâhında kullanılan zımpara taşlarının taşlama yüzeylerini dönme eksenine paralel, konik ya da değişik yarıçapta iç bükey, dış bükey bilemek veya şekil vermek amacıyla PLC kontrollü aparat tasarımı, imalatı ve çalışma testleri yapılmıştır. Bu aparat ile taştaki silindiriklik hatası düzeltildikten ve kavisler için kaba şekillendirme yapıldıktan sonra, taş tane büyüklüğü dikkate alınarak bileme işlemi çok kaba, kaba, orta, ince ve çok ince olarak yapılabilmektedir. Taş bileme aparatının tahrik edilmesinde adım motoru, lineer cetvel, enkoder, sonsuz dişli, kaplin vb. elemanlar kullanılmıştır. Siemens S7-200 PLC ve Siemens EM 253 Pozisyonlama modülü kullanarak adım motoru kontrolü yapılmıştır. Bilgisayarda mevcut olan STEP 7-microWIN PLC derleyici programında EM 253 Pozisyonlama modülü programlama sihirbazından yararlanılmıştır. Sihirbazda yapılan ayarlar EM 253 pozisyon kontrol paneline yüklenmiş ve istenilen çıkışa gönderilmiştir. Ayrıca sihirbazda yapılan ayarlar kontrol panelinden değiştirilebilmektedir. Çalışmada, hibrid adım motor tercih edilerek ona uygun sürücü kullanılmıştır. Tasarımı ve imalatı yapılan aparat taşın tablasına kolayca bağlanıp hızlı bir şekilde taş bileme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bilim Kodu : 708.3.028
Anahtar Kelimeler : Silindirik Taşlama, Taşların Bilenmesi, Bileme
Aparatı Tasarımı ve İmalatı, PLC, Bileme
Parametreleri, Yüzey Pürüzlülüğü
Sayfa Adedi : 110
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

**PLC CONTROLLED A WHEEL DRESSER DESIGN AND
MANUFACTURING, THE RESEARCH OF DRESSING PARAMETERS'S
EFFECTS ON THE SURFACE ROUGHNESS IN CYLINDRICAL
GRINDING**

(M. Sc. Thesis)

Hatice ÜSTÜN

**GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APLLIED SCIENCES**

May 2013

ABSTRACT

In this study, designing and manufacturing and testing of PLC controller apparatus have been carried out in order to grinding or shaping of cylindrical grinding machine turning faces that are in parallel axis, conical, various radius in concave and convex. Also, by the use of this apparatus, cylindrical error has been eliminated and rough shaping has been done for curves. By consideration of grinding wheel size, grinding process could be carried out very rough, rough, medium, and very fine levels . Step motor, linear scale, encoder, infinite gear, coupling have been used to actuation of dressing process. Step motor control has been done by using of Siemens S7-200 PLC and Siemens EM 253 positioning modules. EM 253 positioning module wizard have been by using of step 7 MICROWIN PLC compiler program. Adjusted wizard settings has been set up to EM 253 positioning control panel and sent to intended position. Furthermore, adjusted wizard settings could be change on control panel. In this thesis hybrid step motor has been chosen and relevant driver has been used. Designed and manufactured could easily connect machine and its table and with the grinding dressing process could occurred quickly.

Science code : 708.3.028
Key words : Cylindrical Grinding, dressing of wheels, Design and
Manufacture of a wheel dresser, PLC, Dressing
parameters, Surface roughness
Page number : 110
Adviser : Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca büyük sabırla yardımlarını, yol göstericiliğini ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli danışmanım sayın Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ'ye ve yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım sayın Yrd. Doç. Dr. Ali SAYGIN'a, desteğinden dolayı sayın Zülfü KOYUNCU ve Zafer DEMİRSAL'a, maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca çalışmaya Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında maddi destek sağlayan Gazi Üniversitesi'nin kurumsal kimliğine ve emeği geçen tüm yöneticilerine de teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1.GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....	3
3.TAŞLAMA.....	12
3.1.Tanımı Ve Endüstrideki Önemi.....	12
3.2.Taşlama Tezgâhının Kısımları.....	13
3.3. Taşlama Çeşitleri.....	13
3.4.Silindirik Dış Yüzey Taşlama.....	14
4.ZIMPARA TAŞLARI.....	15
4.1.Aşındırıcı Malzemeler.....	15
4.2.Zımpara Taşlarını Oluşturan Aşındırıcı Tanelerin Birleştirilmesi.....	16
4.3.Zımpara Taşlarının Tane Büyüklüğü Ve Ölçüsü.....	18
4.4.Zımpara Taşlarının Sertliği.....	18
4.5.Zımpara Taşlarının Dokusu.....	19
5.ZIMPARA TAŞLARININ BİLENMESİ.....	21
5.1.Bileme Çeşitleri.....	21
5.1.1.Bileme tırtılları.....	21
5.1.2.Bileme taşı ve bileme topacı.....	22
5.1.3.Bileme elmasları.....	23
5.1.4.Bileme makaraları (tekerleri).....	24
6. ADIM (STEP) MOTORLARI.....	25

	Sayfa
6.1. Adım Motorların Tanımı ve Yapısı.....	25
6.2. Adım Motorların Çeşitleri.....	28
6.2.1. Sabit mıknatıslı adım motorlar.....	28
6.2.2. Değişken Relüktanslı Adım Motorları.....	29
6.2.3. Hybrid Adım Motorlar.....	30
6.2.4. Hidrolik Adım Motorlar.....	32
6.2.5. Lineer Adım Motorlar.....	33
6.3. Adım Motor Sürücü Devreleri Yapısı ve Çalışması.....	34
6.4. Adım Motorların Sürülmesi (Pozisyonlanması).....	35
6.4.1. EM 253 pozisyonlama modülünün Programlanması ve özellikleri.....	35
6.5. EM243 Pozisyonlama Modülünün Programlanması.....	38
6.5.1. Sistem ayarları.....	38
7.MALZEME VE METOD.....	47
7.1. Bileme Aparatında Mekanik Kısımda Kullanılan Parçalar Ve Özellikleri.....	47
7.1.1. Lineer kızak ve araba.....	47
7.1.2. Sonsuz vidalı dişliler.....	47
7.1.3. Hassas yaylı kaplinler.....	48
7.1.4. Vidalı mil ve somun (RSW Tipi).....	48
7.2. Bileme Aparatında Elektronik Kısımda Kullanılan Parçalar Ve Özellikleri.....	49
7.2.1. Adım motor.....	49
7.2.2. Adım motor sürücüsü.....	49
7.3. Tez Çalışmasında Gerçekleştirilen Kumanda Sistemi.....	50
8.MEKANİK TASARIM VE İMALAT.....	52
8.1. Bileme Aparatının Modellenmesi.....	52
8.1.1. X ekseninin modellenmesi ve imalatı.....	55
8.1.2. Y ekseninin modellenmesi ve imalatı.....	56
8.1.4. Açısal hareketin modellenmesi ve imalatı.....	58

	Sayfa
8.2.Bileme Aparatının Montajı.....	60
8.2.1. X ekseninin montajı.....	61
8.2.2. Y ekseninin montajı.....	62
8.2.3. Z ekseninin montajı.....	63
8.2.4. Açısal hareketin montajı.....	65
8.2.5. Taş bileme aparatı montajının tamamlanmış hali.....	65
8.3.Bileme Aparatının Genel Özellikleri.....	66
9. MALZEME VE METOD.....	67
9.1.Malzeme Seçimi.....	67
9.1.1. Numunelerin hazırlanması.....	67
9.1.2. Sertleştirme ve sertlik ölçümleri.....	68
9.1.3. Zımpara taşları.....	68
9.1.4. Taş tane büyüklüğünün (ttb) seçimi.....	68
9.1.5. Taş dokusunun (td) seçimi.....	69
9.1.6. Taş sertliğinin (ts) seçimi.....	69
9.1.7. İşin ilerlemesi (ii).....	70
9.1.8. Talaş derinliği (tad).....	71
9.1.9. Taş bileme oranı (tbo).....	71
9.1.10. Çevresel Hız Oranı (çho).....	72
9.1.11.Elmas Uçun İlerleme Hızları (Vi)	73
9.2. Deney Metotları.....	74
9.2.1. Yapılacak deney sayısının belirlenmesi.....	76
9.2.2. Deneylerin Yapılışı.....	76
9.8 Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü.....	78
10. BULGULAR	79
11. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	86
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	109

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1 Birleştirme malzemelerinin adları ve TSE ile DIN Standartlarında Sembolleri.....	17
Çizelge 4.2 Standart tane büyüklükler.....	18
Çizelge 4.3 Zımpara taşı sertlikleri.....	19
Çizelge 4.4 Zımpara taşı dokuları.....	20
Çizelge 5.1 Bilenecek taşın çapına göre bileme elmaslarının ölçüsü.....	23
Çizelge 7.1 Adım motor parametreleri.....	49
Çizelge 7.2 Adım motor sürücüsünün anahtar konumlarına göre akım ve adım değerleri.....	50
Çizelge 9.1 Numunelerin sertlik ölçüm değerleri.....	68
Çizelge 9.2 Taşların sertliği.....	69
Çizelge 9.3 Deney taşlarının bileme derinlikleri ve bileme adımları.....	72
Çizelge 9.4 Kullanılan parametrelere göre elmas ucun ilerleme hızları.....	74
Çizelge 9.5 Deneyde kullanılan parametreler.....	74
Çizelge 9.6 Deney parametrelerinin kombinasyonlarından 48 adedi.....	75
Çizelge 9.7 Deney yaprağı için örnek.....	77
Çizelge 10.1 Elde edilen deney sonuçları.....	80

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1 Silindirik dış yüzey taşlama.....	14
Şekil 4.1 Aşındırıcı kristallerinin değişik yapıları.....	16
Şekil 4.2 Taş dokuları; a) Seyrek doku, b) Sık doku.....	20
Şekil 5.1 Bileme taşı ve kullanılması.....	22
Şekil 5.2 Bileme elması ve taşın bilenışı.....	24
Şekil 6.1. Adım motorun çalışma şeması.....	27
Şekil 6.2 Sabit mıknatıslı adım motorun yapısı.....	29
Şekil 6.3 Değişken mıknatıslı adım motorun yapısı.....	30
Şekil 6.4 Hybrid adım motorunun A-B kesitlerinin görünüşü.....	32
Şekil 6.5 Hidrolik adım motor.....	33
Şekil 6.6 Lineer adım motorun parçaları.....	34
Şekil 6.7 Bir adım motor sürücü devresinin blok diyagramı.....	35
Şekil 6.8 EM 253 pozisyonlama modülünün üstten görünüşü.....	37
Şekil 6.9 EM 253 CPU versiyon yüksekse.....	41
Şekil 6.10 EM 253 CPU versiyon düşükse.....	41
Şekil 6.11 EM 253'ün diğer akıllı modüllerin arkasına takılması.....	42
Şekil 6.12 EM 253'ün giriş uçlarının konumu.....	43
Şekil 6.13 Pozitif polarite için dönüş yönünün belirlenmesi.....	45
Şekil 6.14 Negatif polarite için dönüş yönünün belirlenmesi.....	46
Şekil 7.1 Gerçekleştirilen sistem için açık döngü denetim blok diyagramı.....	50
Şekil 7.2 Bir eksen için gerçekleştirilen bağlantı şeması.....	51
Şekil 8.1 İmal edilen taş bileme aparatının demontaj görünümü.....	53
Şekil 8.2 İmal edilen taş bileme aparatının şematik görünümü.....	54
Şekil 8.3 X eksen hareket alt montajı.....	56
Şekil 8.4 Y eksen hareket alt montajı.....	57
Şekil 8.5 Z eksen hareket alt montajı.....	58
Şekil 8.6 Açısal hareket alt montajı.....	59

Şekil	Sayfa
Şekil 8.7	Elle açısal hareket alt montajı..... 60
Şekil 8.8	İmalatı gerçekleştirilen taş bileme aparatı ile taşın yüzeyine verilebilecek profil örnekleri..... 66
Şekil 10.1	Ra ve Bağımsız Parametreler Arasındaki Grafik İlişkileri..... 81
Şekil 10.2	46 taneli taşlar ve $tbo=0,5$ için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi..... 82
Şekil 10.3	46 taneli taşlar ve $tbo=0,25$ için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi..... 83
Şekil 10.4	60 taneli taşlar ve $tbo=0,5$ için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi..... 83
Şekil 10.5	60 taneli taşlar ve $tbo=0,25$ için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi..... 84
Şekil 10.6	80 taneli taşlar ve $tbo=0,5$ için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi..... 84
Şekil 10.7	80 taneli taşlar ve $tbo=0,25$ için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi..... 85

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1 Sonsuz vida dişli çifti.....	9
Resim 3.1 Taşlama tezgâhının kısımları.....	13
Resim 3.2 Taşlama çeşitleri.....	13
Resim 5.1 Saplı bileme tırtılları ve kullanım şekli.....	21
Resim 6.1 Çeşitli adım motorları.....	25
Resim 6.2 Adım motorun yapısı.....	26
Resim 6.3 Hybrid adım motorun yapısı.....	31
Resim 6.4 Hybrid adım motorun rotor ve stator kesitleri.....	31
Resim 6.5 Lineer adım motorlar ve sürücüleri.....	33
Resim 6.6 Pozisyonlama kontrol sihirbazını başlatma	39
Resim 6.7 PTO/PWM sinyallerini üretecek kaynağı seçmek.....	40
Resim 6.8 Modülün CPU'ya göre konumunun girilmesi.....	40
Resim 6.9 Kullanılacak ölçü tipinin seçilmesi.....	42
Resim 6.10 EM 253 giriş uçlarının giriş seviyeleri.....	44
Resim 6.11 Giriş filtreleme zamanı.....	44
Resim 6.12 Darbe ve yön çıkışları.....	45
Resim 7.1 Lineer kızaklı araba.....	47
Resim 7.2 Kaplinler.....	48
Resim 7.3 Vidalı mil ve somun.....	48
Resim 7.4 Dört eksen için gerçekleştirilen bağlantı şekli.....	51
Resim 8.1 Taş bileme aparatı tasarımı.....	52
Resim 8.2 X eksenindeki sistemin montajı.....	61
Resim 8.3 Y eksenindeki sistemin montajı.....	62
Resim 8.4 Z eksenindeki sistemin montajı.....	63
Resim 8.5 Açısal hareket sisteminin montajı.....	64
Resim 8.6 Elle açma verme hareket sisteminin montajı.....	65
Resim 8.7 Taş bileme aparatı montajının tamamlanmış hali.....	65
Resim 9.1 Deneyde kullanılan numune.....	67

Resim	Sayfa
Resim 9.2 Taşlama tezgahında taşlanan bir numune.....	77
Resim 9.3 Deneyde kullanılan yüzey pürüzlülük cihazı.....	78

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu tez çalışmasında kullanılmış bazı simgeler açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
$\dot{\phi}$	Çevresel hız oranı
i	İşin ilerlemesi (mm/dev)
m	İş malzemesi
n_A	Devir sayısı
P	Güç
P_A	Motor gücü
P_C	Sonsuz vida mekanizmasının ilettiği güç
P_G	Hızda taşınabilecek yük
R_a	Ortalama yüzey pürüzlülüğü (μm)
R_t	Max. yüzey pürüzlülüğü (μm)
R_z	Yüzey hassaslığı
T	Tork
t_d	Talaş derinliği (mm)
t_{bo}	Taş bileme oranı
t_d	Taş dokusu
t_s	Taş sertliği
t_{tb}	Taş tane büyüklüğü
V_G	Yük kaldırma hızı

1.GİRİŞ

Üniversal taşlama tezgâhı, genellikle sertleştirilmiş parçaları ölçü tamlığına getirmek için talaş kaldırarak şekillendirme yapan standart bir makinedir. Üniversal taşlama tezgâhları ile silindirik iç ve dış yüzeyler, iç ve dış konik yüzeyler, alın ve profil yüzeyler taşlanabilir. Taşın parçaya doğru ilerlemesi elle veya mekanik olarak yapılır ve ilerleme değeri en düşük minimum 1/10 000 mm/dev olarak verilebilir. Üniversal olmayan sadece silindirik dış yüzey taşlama tezgâhları; yarı otomatik veya tam otomatik olarak çalışır. Bu sistemlerin pek çoğunun hareketi hidrolik sistemli olup kendi kendini kontrol edebilen bir yöntemle çalıştırılır.

Taşlama, zımpara taşı ile metallerden talaş kaldırma işlemidir. Zımpara taşı, silindirik taşlama tezgâhına dengeleme prosedürü sonrasında takılır ve hesaplanan değerlere göre çalıştırılırsa, imalatı iyi bir yüzey kalitesi elde edilir. İş parçasının, boyutu ve biçimi taşlama tezgâhının kapasitesi ile uyumludur. Silindirik dış yüzeylerin taşlanabilmesi için, iş parçası kendi eksenini etrafında dönerken ya kendi eksenini doğrultusunda boyuna hareket etmeli ya da taş başlığı iş boyunca hareket etmelidir. Değişik devirlere sahip iş başlığı mili yardımıyla, iş parçasına istenilen devir sayıları verilir. Ayrıca tezgâhın hareketli tablası kendi eksenini doğrultusunda değişebilen hızlarda hidrolik olarak hareket ettirilir. Taşlanacak yüzeyin istenilen kalitede olması için; işin devir sayısı, tablanın boyuna hareketi, taşın talaş kaldırma miktarı, taşlama işlemini yapan taşın cinsi ve soğutma sıvısı gibi özelliklere bağlı olarak seçilmesi gerekir. Şayet bu değerler uygun seçilmezse taşlanacak yüzey istenilen kalitede olmayabilir.

Bileme işlemi zımpara taşının daha iyi kesmesi için yapılan bir işlemdir. Taşın yüzeyindeki tanelerin kendiliğinden kırılıp dökülmesi sonucunda taşta körelme olur. Körelmiş veya gözenekleri dolmuş (yüzeyi parlamış) bir taşın sağlıklı kesme yapması beklenemez ve bu durumdaki bir taş hemen bilinmelidir. Aksi halde taş iş parçasından normal talaş kaldırmayacak ve taşlanan yüzey aşırı pürüzlü çıkacaktır. Sert veya sertleştirilmiş malzemeler, mutlaka yumuşak taşlarla taşlanmalı ya da işin hızı artırılmalıdır. Çünkü işin hızının artırılması körelen tanelerin dökülmesine sebep olur. Taş, körelmiş veya uygun bilinmemiş ise taşta aşırı ısınma meydana gelir. Bu

ısınma; taşın kırılmasına, iş parçasının çatlamasına ve renk değiştirmesine neden olur.

Silindirik taşları bilemek için değişik metotlar geliştirilmiştir. Bu metotların bir kısmında tablaya bağlanan bileme aparatı, tabla ile birlikte hareket ettirilir. Bir kısmında da sanayi ortamında çok yaygın olarak kullanılan elektromanyetik elmas uç ile bileme aleti kullanılır. Bu bileme aleti ile tablanın ilerleme hareketi tamamen göz kararı ve deneyime bağlı olarak verilir.

Bu çalışmada, silindirik taşların bilenmesine yönelik olarak bilgisayar kontrollü bir bileme aparatı imal edilmiştir. İmalatı yapılan bağlama aparatının tasarımı Solidworks programı ile tasarlanmış olup kontrolü PLC ile yapılmıştır. Bu bağlama aparatı universal silindirik taşlama tezgâhının tablasına uyumlu şekilde bağlanır. PLC kontrol panosu aracılığı ile elmas ucun ileri geri (X,Y,Z ekseninde) ve açısal hareket miktarı istenilen derecede ayarlanır. Hareket kontrolü, lineer cetvel ve enkoder yardımı ile yapılır. İmalatı yapılan aparata, bağlanan motorlar yardımı ile taşın bilenme işlemi gerçekleştirilir.

Bu tez çalışmasında öncelikle bağlama aparatı Solidworks ile tasarlanmış, imalatı ve çalışma testleri de Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi atelyelerinde gerçekleştirilmiştir. Sisteme PLC kontrollü olarak hareket verilmektedir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Yapılan PLC kontrollü taş bileme aparatı ile ilgili olarak literatürde yaklaşık olarak benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yapılan literatür çalışmada taşlama işlemi ile ilgili genel bilgi, yüzey pürüzlülüğü ve adım motoru hakkında araştırma yapıldı. İmalatı yapılmış olan aparat ile taşlama tezgâhında 46, 60 ve 80 tane büyüklüğündeki M sertliğinde ve doku sıklığı 5 olan taşlarla deneysel amaçlı bileme işlemi gerçekleştirildi. Yapılan aparat ile taş bilendikten sonra Ç8620 Sementasyon çeliği üzerinde taşlama yapıldı ve elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ölçüldü. Bu aşamaların sonucunda elde edilen değerler ile literatür çalışmasında incelemesini yapmış olduk.

Taşlama işleminin avantajları ve uygulama şekilleri, silindirik yüzeylerin taşlanması taş-ış ilişkisi, taşlama sistemi ve taş-ış uyumunda talaş kaldırma prensipleri formüle edilmiştir. Taşlama taşlarını meydana getiren elemanlar ve yapım şekilleri gösterilmiş ve ayrıca kullanılacak taşlarda dikkat edilmesi gereken unsurlar, taş seçimi, temas alanı taşlama taşlarının muhafazası, taşların emniyetli kullanımı gibi taşlamacılığın genel bir şekilde özellikleri anlatılmıştır [1].

İmalat sektöründe önemli bir yer tutan taşlamacılıkta taş seçimi çok önemlidir. İşlenecek malzemenin özelliklerine ve işleme şartlarına bağlı olarak taşın belirlenmesi, taşlama işleminin verimini etkilemektedir. Taşlamanın bitirme işlemi olması veya daha sonraki işlemlere iyi bir geçiş sağlaması bakımından taşlama parametrelerinin iyi seçilip doğru belirlenmesi gerekir. Taşlama işleminde sürtünme ve deformasyonun etkisiyle iş parçası yüzeyinde kalıcı gerilmeler meydana gelmekte ve metalürjik hasarlar oluşmaktadır. Bu hasarları azaltmaya ve taşlama kalitesini arttırmaya yönelik bir takım çalışmalar yapılmıştır [2, 3, 4]. Ayrıca bu çalışmada da taşlama işlemi, yüzey taşlama işleminde taş dokusunun yüzey pürüzlülüğüne ve taşlama kuvvetlerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Taşlama deneyleri 3, 5 ve 7 dokularına sahip Al_2O_3 taşlarla farklı tabla hızlarında ve farklı kesme derinliklerinde yapılmıştır [5,6].

Bir taşlama taşının aşınması iş parçası titreşimi ve iş parçası kalitesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Zımpara taşı aşınırken titreşim sinyallerini işleme ve iş parçası kalitesi (ortalama pürüzlülük, dairesellik ve yanma) arasındaki ilişkiye bağlı olarak taşı tam zamanında bilemeye karar vermek için bu sinyallerden yararlanma araştırılmıştır. Bu amaca ulaşmak için gerginliği giderilmiş ve sertleştirilmiş AISI 52100 çeliği üzerinde değişik bileme oranları, taşlama zamanı ve iş parçası hızları girilerek birkaç dalma silindirik taşlama operasyonu yapılmıştır [7].

Taşlamada varsayılan çok büyük titreşim modellerinde burulma titreşim etkileri yoktur. Son zamanlarda yapılan bir doktora çalışmasında iş parçası işlenirken burulma dayanımındaki değişme ile taşlama titreşimlerini elimine etmenin mümkün olduğu bulundu. Varsayılan taşlama kuvvet modeli için titreşimden taş ve iş parçası sisteminin her ikisinin burulma karakteristikleri ile etkilenebileceği sonucu çıkarıldı. Literatürde, titreşimli talaş kalınlığı ve titreşimli iş parçası ile değişik kuvvetlerde nasıl taşlanacağına karar vermek için deneyler yapıldı. Birçok titreşim araştırması burulma titreşiminin anlamlı bir faktör olmadığı varsayımı ile yapılmıştır. Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar iş parçasının işlenmesi sırasında oluşan burulma dayanımındaki değişme ile taşlamadaki titreşimin etkilendiğini göstermektedir [8,9].

Dış silindirik taşlama için akıllı bir tahmin kontrol sistemi geliştirilmiştir. Tahmin kontrol uzman sistem tarafından, taşlama işlemi sırasında sinir ağı ve bulanık mantık kullanılmıştır. İlk aşama olarak kaba taşlama işleminde çeşitli yüksek hız stratejileri verimliliğinde bileme ile parçada yanma olabilir. Daha sonra tahmini sinir ağı ve bulanık mantık denetleyicisi ile taşlama sırası optimize edildi ve iş parçasının boyut kontrolü yapıldı. Son olarak, kıvılcım-out taşlama sırasında bulanık-sinir ağları, tahmin ve iş parçası yüzey pürüzlülüğü kontrolü akıllı tahmin kontrol sistemi kullanılarak kontrol edildi [10].

Literatüre göre taşlama işlemi, yüzey taşlama işleminde taş dokusunun yüzey pürüzlülüğüne ve taşlama kuvvetlerine etkileri, iş parçasındaki burulma titreşim ve yüzey pürüzlülük incelemesi yapılmıştır. Taşlamadaki kıvılcım-out taşlama sırasında, bulanık-sinir ağları ve iş parçası yüzey pürüzlülüğü kontrolü akıllı tahmin kontrol sistemi kullanılarak kontrol edilmiştir.

Silindirik taşlamada ihtiyaca göre kaba ve ince taşlama yapılabilir. Taşlama esnasında taş malzemeyi aşındırırken kendisi de aşınmaktadır. Bu çalışmada taşın ve malzemenin aşınma parametreleri IDE' ye (An Improved Differential Evolution) tanıtılarak, çalışma optimum sonuçlar ile karşılaştırılır. Sonuçlar, orijinal DE (differential evolution) algoritması ile elde edilerek pratik sorunlara akılcı bir şekilde telafi işlemi uygulanır [11].

Bilemede taşın aşınması ve iş parçası yüzeyinin taşlanması, taşlamanın normal kuvvetleri dâhil olmak üzere bir süreç modeline dayanmaktadır. İmalatta endüstriyel taşlama işlemleri parçaların son aşamasında kullanılır. Artan kalite standartları nedeniyle, özel ilgi bileme işlemleri tasarımına yönlendirilir [12].

Silindirik taşlamada düzenli taş bileme aralığı ve uygun taşlamaderinliğine karar vermek için sistematik bir yaklaşıma çözümlenmektedir. Zımpara taşının yüzey topografyası, girdapakım sensörü ve bir lazer yer değiştirmesensörü ile çalışantaş üzerinde taşlamayı ölçmek için kullanılır. Taştaki aşınmayı azaltmak ve taşın yüzey kalitesini arttırmayı sağlamak için en iyi taşlama derinliğine; bilenen taşın yüzey topografya varyans analizi ile karar verilir [13].

Taşlama işlemi bir makine parçasına uygulanan son işlem olduğundan herhangi bir yanlışlık, işin bozulmasına, hurdaya çıkmasına ve büyük bir zaman kaybına sebep olur. Seri imalatta yavaşlama olmaması için, taş köreldiği anda kısa zamanda sağlıklı bir şekilde bileme işlemi gerçekleştirilmelidir.

Elmas aşındırıcı takımlarla bileme, sert ve diğer organik taşların işlenmesi için kullanılan en yaygın metotlardan biridir. Taşlama bölgesindeki sıcaklık değerleri 2 renkli kızıl ötesi detektör kullanılarak ölçülmüştür. Ölçme, net taşlama kuvveti ile birlikte sonradan sıcaklık eşleştirme tekniğiyle sert taştaki enerji oranını tahmin etmek için kullanılmıştır. Bu sayede ölçülen sıcaklık teorik sıcaklığa eşit çıkmıştır. Ölçülen sıcaklık değerleri taşlama bölgesinde üçgen şeklinde yayılan ısı kaynağının hareketi analitik tahminlerle uyum içinde olmuştur [14].

Üniversal taşlama tezgâhları ile genellikle silindirik dış ve iç yüzeyler, iç ve dış konik yüzeyler, alın ve profil yüzeyler taşlanır. Üniversal taşlama tezgâhı iş parçası hareketini iş başlığından alır. İş başlığı mili, değişik devirlere sahiptir ve iş çapına göre istenilen devir sayısına ayarlanır. Tezgâhın sabit tablası üzerinde mekanik ve hidrolik kumanda kolları, tabla hız ayarı, otomatik ilerletme kolları ve ayrıca tezgâhı ilk harekete geçiren elektrik düğmeleri vardır. Uzun boylu silindirik parçaların taşlanması, iş parçasının esnemesini önlemek amacıyla iki ayaklı yataklar, uzun boylu parçaların delik taşlama işlemlerinde ise üçayaklı yataklar kullanılır [15].

Literatürde zımpara taşlarının çeşitleri, bilenme sebepleri, bilenmesinde kullanılan bileme topacları, zımpara taşının renklendirilme nedenleri, tane büyüklüğü, sertliği, dokusu, biçim ve boyutları gibi özellikleri belirtilmiştir [16].

Farklı iş parçası malzemeleri üzerinde taş ile bileme işlemi yapılarak modeldeki katsayı değeri ve minimum sayı parametreleri aynı değer sonucunu veriyorsa bileme işlemine o parçada devam edilir. Farklı çelik ve alüminyum malzemelerin yanan yüzeyi ve pürüzlü yüzeyi arasındaki kuvvet ilişkisi değişiklikler açıklanmıştır. Sertleştirilmiş SCM440 çeliği kullanılarak silindirik bileme yöntemi ile yüzeydeki pürüzlülük ve kuvvet analizi yapılmıştır. Motora güç verilerek bilemedeki kuvvetin ölçme işlemi sensör yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Ölçme işlemi sonunda ölçülerde değişikliklerin olduğu görülmüştür [17,18].

Açıklayıcı lazer tarayıcılar 3-boyutlu obje geometrisini doğrudan, hızlı ve detaylı elde etmeyi sağlayan ölçme donanımlarıdır. Yersel lazer tarama yönteminin en önemli avantajı karmaşık geometrideki objelerin ve yüzeylerin diğer ölçme yöntemlerine oranla kısa sürede ve yüksek detay zenginliğinde 3 boyutlu olarak elde edilmesidir. Bu çalışmada, taş parçalarının kırılma deneyi sonunda yüzeylerinde oluşan pürüzlülüğün ölçülmesi ve matematiksel olarak ifade edilmesi hedeflenmiştir. Kırılma deneyi sonunda oluşan yüzeyler incelendiğinde, en uygun ölçme ve modelleme yönteminin yersel lazer tarama olduğuna karar verilmiştir. Yüzeylerin kesme dayanımlarını etkileyen faktörlerinden biri olan pürüzlülük derecelerini belirlemek için kullanılan pürüzlülük açılarının hızlı, doğru ve güvenilir olarak belirlenmesi gerekmektedir [19].

Literatür araştırmasında PLC'nin kullanıldığı sistemler yaklaşık olarak her türlü soruna otomatik çözüm getirebilmekte ve ihtiyaçlar zamanında karşılanabilmektedir. PLC ile kontrolün tek nedeni üretimi arttırmak, zamandan kazanmak ve ürün kalitesini arttırmak değil aynı zamanda üretim yapan sistemi bilinçli kullanmak, kontrollü üretmek, üretilen ürün miktarının fazla olmasını sağlamaktır. PLC; harcanan ham madde miktarına, üretimde kullanılan iş gücüne ve üretimin tüm süreçlerine hakim olduğunu yansıtmıştır.

Endüstride PLC (Programlanabilir Mantıksal Denetleyici), sıkça kullanılmaya başlanmıştır. PLC'ye çok sayıda giriş ve çıkışı olan bir bilgisayar denilebilir. PLC denetleme kabiliyetini içinde yazılı olan programdan alır. Daha önceden birçok elektrik kumanda sistemleri PLC'de sadece program yazılımı ile gerçekleştirilir. Bu da maliyeti düşürdüğü gibi sistemin denetlenebilirlik esnekliğini yükseltir. Endüstriyel robotlar çok fonksiyonlu kullanımlar için tasarlanmıştır. Endüstride yaygın olarak kullanılan PLC ve donanımları, üç fazlı AC motor sürücü ve enkoder ile gerçekleştirilmiştir. Uygun olarak seçilen robot ele göre; mobilya sektöründe dikme, metal veya tahta kesimi, reklam sektöründe ise isim yazma, boya yapma ve parça taşıma işlemlerinde kullanılır. Kullanılan tüm malzemelerin, yazılımların kolay erişilebilir olması ve kontrol yapısının basit olması sebebiyle endüstriyel uygulamalara kolayca uyarlanabilir. Günümüzde PLC'ler yiyecek-içecek, kimya, petro-kimya, otomotiv endüstrisinde, cam işlemlerinde, parça taşımada, motor denetiminde, robotlarda, makinelerin denetiminde ve güç sistemleri gibi birçok alanda kullanılır [20].

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, makinelerin hareket ve kontrol sistemi olarak PLC'yi tercih ettikleri görülür. PLC'yi tercih etme nedenleri yeteneklerine göre çok küçük ve az yer kaplayan cihazlar olmasıdır. Bu da her ortamda sorunsuzca kullanılmalarını sağlamaktadır.

Bu literatür çalışmasında adım motorların kullanarak, 2-boyutlu lazer sensör ölçümü gerçekleştirildi. X ve Y eksenlerinde Lazer sensör Siemens S7-200 PLC, EM253 hareket modülü ve adım motor yardımıyla temassız ve hassas ölçüm gerçekleştirildi. Lazer

sensörlerin sistem güvenilirlik kontrol ve temassız yüksek hassasiyet gibi birçok yararları vardır [21].

Son yıllarda, tamsayısal kontrollü çok eksenli sistemler geliştirilmiştir. Endüstriyel Programlanabilir Lojik Kontrol (PLC) beş eksenli robotun, yön ve hız pozisyon kontrolü için kullanılır. PLC'nin güvenilirliği motorun önce saat yönünde sonra saat ibresinin tersi yönünde dönmesiyle tespit edilir [22].

Takım tezgâhlarındaki imalat hatalarının en aza indirilmesi, takım ve tezgâh çalışma ömrünün artırılması için tezgâhın sürüm sistemlerinde kullanılan motorların çalışma sırasında sarsıntısız ve titreşimsiz çalışması da oldukça önemli bir husustur.

Taşlamanın, bir bitirme işlemi olması veya daha sonraki işlemlere, sağlıklı geçiş yapılabilmesi için parametrelerin iyi seçilmiş olması gerekir. “Ortalama Pürüzlülük” (R_a), “Ortalama On Nokta Yüksekliği” (R_z) ve “Ortalamaların Karelerinin Toplamının Karekökü” (R_q) değerleri arasındaki bağlantılar değerlendirilerek taşlama parametreleri belirlenir. Silindirik taşlama işleminde düz yüzeyli zımpara taşı ve helisel oluklu zımpara taşı kullanılır. Yüzey pürüzlülük cihazından alınan çıktılar yardımıyla sonuçlar değerlendirilir. Deneyin sonunda; düz yüzeyli zımpara taşına oranla helisel oluklara sahip zımpara taşının kullanılması ile yüzey kalitesinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca yüzey pürüzlülük kalitesini belirleyen parametrelerden birinin de zımpara taşının geometrik biçimi olduğu görülmüştür [23].

Yapılan literatür çalışmalarında, yeni imal edilen aparatların işlevlerinin kaliteli olması, güvenilirliği ve operatörün kullanma kolaylığına imkân vermesi gibi birçok avantajları olduğundan yapılabilecek yatırımlar incelenip uygulamaya geçilmelidir. Yeni tasarım ve imalatı yapılan aparatların gelişmesiyle paralel olarak seri üretim süresinde hata yapma işlemlerinin çok kısaldığı, ürün kalitesinin arttığı, işçilik maliyetlerinin alt seviyelere indiği ve rekabet gücünün arttığı görülmüştür.

Yüke dışarıdan uygulanacak başka bir kuvvete karşı yükün salınımının en düşük seviyede tutulması gerekir. Yükü taşıyan sarkaç sistemi bir arabaya bağlıdır ve bu araba lineer kızak üzerinde yatay olarak hareket etmek suretiyle sarkacın kızak ile yaptığı açığı dik açı olarak tutmaya çalışır. Vidalı mil ve somun, döndürme

hareketini düzlemsel harekete çeviren mekanizmadır. Somun motordan aldığı döndürme kuvvetiyle sarkaç sisteminin düzlemsel hareketini sağlar [24].

Teknik anlamda sonsuz vidalı dişliler genelde eksenlerinin izdüşümleri birbirine dik olan fakat kesişmeyen millerle güç iletirler. Genel olarak sonsuz vida dişli çifti “Sonsuz vida redüktörü” dür. Sonsuz vida redüktörü, sonsuz vida dişli mil, yani giriş mili ile tahrik edilen sonsuz vida çarkından ve buna bağlı çıkış milinden oluşur. Kademeyi oluşturan her iki dişli birer helisel dişlidir (Resim 2.1) [25].



Resim 2.1. Sonsuz vida dişli çifti [25]

Bir uygulama için motor seçilirken öncelikle aşağıdaki noktalar belirlenmelidir:

1. Güç kaynağının gerilimi, frekansı,
2. Faz sayısı motorun koruma tipi,
3. Sıcaklık yükselmesi,
4. Motorun devir sayısı,
5. Motor moment karakteristiği,
6. Motor anma gücü.

Takım tezgâhlarının tasarımındaki önemli hususlardan biri yeterli kesme kuvveti ve tezgâh uzuvlarının hareketlerinin oluşumunu sağlayan elektrik motorlarının seçimidir. Günümüzde talaşlı imalatla kullanılmakta olan konvansiyonel ve nümerik kontrollü takım tezgâhlarında tezgâh ana mili tahriki için güç, iş parçasının veya

kesici takımın gerekli konumlandırılması için tezgâh uzuv hareketlerini sağlayan sürüm sistemlerine, verim-performans ve kontrol teknikleri bakımından elektrik motoru seçimi ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Uygulamanın yapılacağı yerin niteliği motorun koruma tipini ve motorun yalıtım sınıfını belirler. Sürülecek yükün niteliği ise motorun devrinin, moment karakteristiğinin ve anma gücünün belirlenmesini sağlar. Motor yükü sürekli ve sabit, kesintili veya değişken olabilir. Sürekli sabit yükte çalışmak için motor üreticilerinin kataloglarından uygun bir motor seçilebilir. Kesintili ve değişken yüklerde, yük karakteristiği Türk standartlarında tarif edilen biçimlerden birine uyuyorsa, motor üreticilerinden bu çalışma biçimine hangi tip standart motorun uygun olduğu konusunda bilgi alış-verişi yapılır [26, 27].

Makinenin X,Y ve Z yönlerinde hareket etmesi için 3 hareket kaynağına ihtiyaç vardır. 3 adet adım motor ve 3 adet sürücü uygun fiyatları ve isabet oranları nedeniyle hareket kaynağı olarak seçilir. Sürücülerin bilgisayar ile bağlantıya geçmesi için, paralel port ara yüzü üretilir. Adım motorlara akım sağlayabilmek için yüksek dereceli güç kaynağı ünitesi yapılır. Çelik profiller ve sac metaller lineer kızaklara ve vidalı millere montajlanır. 3 dairesel hareket, vidalı mil ve lineer kızaklar yardımıyla lineer harekete dönüştürülür. Mekanik montajın tamamlanmasından sonra adım motorlar ve sürücüler makineye bağlanır [28].

Takım tezgâhlarının tasarımında ilerleme eksenlerindeki hareketler, lineer motorlar yardımıyla gerçekleştirilir. Şimdiye kadar tezgâh yapısının ideal rijitlikte olduğu kabul edilmiştir. Bu nedenle, bilyeli vida gibi mekanik hareket iletim elemanlarındaki kusurlar ilk baskın sürücü frekansını meydana getirir. Geliştirilmiş kontrol davranışına karar verilmesiyle elektrikli lineer doğrusal sürücüler ile kontrol edici grupların artması mekanik salınımlar oluşturur. Sistem kendi kendini salınım yapmaya zorlar. Ayrıca yüksek doğal frekanslar, yüksek kontrol bant genişlikli lineer motorun, rijit olmasından dolayı uyarılabilir [29].

Takım tezgâhlarındaki imalat hatalarının en aza indirilmesi, takım ve tezgâh çalışma ömrünün artırılması için tezgâhın sürüm sistemlerinde kullanılan motorların çalışma sırasında sarsıntısız ve titreşimsiz çalışması da oldukça önemli bir husustur.

Yapılan literatür araştırması sonunda eksikliği fark edilen ve taş tane büyüklüğünü esas alarak bileme yapabilen bir aparata ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Bu beklentileri karşılamak için PLC kontrollü bir taş bileme ve şekillendirme aparatı tasarlanmış ve imalatı yapılmıştır.

3. TAŞLAMA

3.1. Tanımı Ve Endüstrideki Önemi

İş parçasından daha sert, biçimi ve dağılımı düzensiz tanelerden oluşan değişik boyutlardaki taşların, mekanik hareketleriyle iş parçasından talaş kaldırma olayına taşlama denir.

Taşlama, hem yüzey kalitesinin hem de ölçü tamlığının aynı iş üzerinde yapıldığı bir işlemdir. Genellikle bitirme işlemi olarak kullanılır.

Taşlama işlemi sonucunda 0,01 mm ile 0,002 mm arasında ölçü tamlığı ve 6,3 µm ile 0,05 µm ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) elde etmek mümkündür [2].

Taşlamacılık, iş parçası yüzeylerinde yüksek ölçü tamlığı ve iyi bir yüzey pürüzlülüğü sağlaması yönünden endüstride büyük önem taşır. Hassas makine parçalarının üretimi, öncelikle çeşitli takım tezgâhlarında işlenerek belirli bir ölçüye getirilir. Tamamlama işlemi, taşlama işlemi yapılarak gerçekleştirilir.

Taşlama, endüstriyel üretimde, yüksek ölçü tamlığı, üstün yüzey kalitesi, sertleştirilmiş parçaların işlenebilmesi, birlikte çalışacak parçaların alıştırılması kolaylığı, diğer takım tezgâhlarında işlenemeyen parçaların işlenebilmesi, üretimde serilik, alet ve takım bileyerek ömür kazandırma gibi üstünlükler sağlanmıştır.

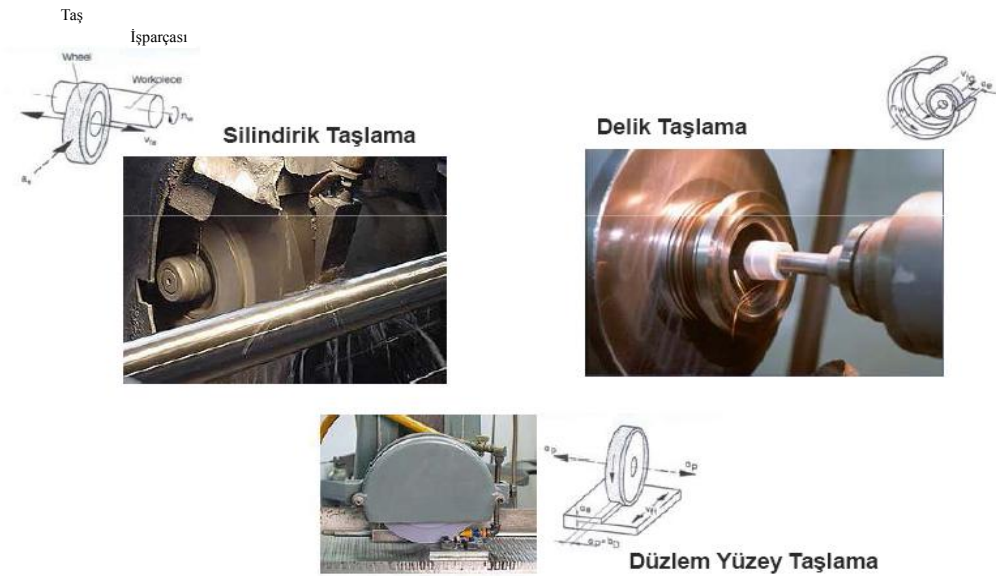
3.2. Taşlama Tezgâhının Kısımları



Resim 3.1. Taşlama tezgâhının kısımları [15]

3.3. Taşlama Çeşitleri

Taşlama işlemleri işin biçimine ve taş ile işin bağlı hareketlerine göre adlandırılır. Bunlar: silindirik taşlama, konik taşlama, krank taşlama, puntasız taşlama, düzlem taşlama, dalma taşlama, profil taşlama, elektro kimyasal taşlama olmak üzere 8 sınıfta toplanmıştır [15].



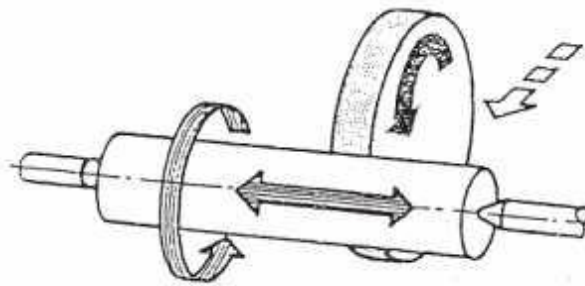
Resim 3.2. Taşlama çeşitleri [15]

3.4. Silindirik Dış Yüzey Taşlama

Silindirik dış yüzey taşlama, silindirik iş parçalarının dış yüzeylerinin taşlanmasıdır. Bir eksen etrafında dönen iş parçası, yüzeyinden dönen bir taş yardımıyla talaş kaldırarak yapılır. Taş başlığı iş parçası eksenine dik yönde hareket edecek şekilde yapıldığı gibi çok büyük tezgâhlarda da taş başlığı, iş üzerinde aksel olarak hareket edecek şekilde yapılır. Kesme çizgisi üzerinde taş ve iş parçasının yönleri zıt olmalıdır. Taş, iş eksenine paralel olarak veya iş, tabla ile birlikte taşın dönme eksenine paralel olarak hareket eder. Böylece talaş kaldırma olayı gerçekleşir.

Silindirik taşlamada iş parçasının kendi eksenine paralel dönmesi sağlanmalıdır. Bunu sağlamak içinde doğru bir bağlama yapılmalıdır. İş parçası iki punta arasında taşlanabildiği gibi üçayaklı ayna veya sıkma pensi yardımıyla da taşlama işlemi yapılabilir. Şekil 3.1’de silindirik dış yüzey taşlamada taş ve iş parçasının hareketleri ok yönlerinde gösterilmektedir. Silindirik taşlama işleminde; temel olarak iki ana talaş kaldırma yöntemi vardır. Bunlar;

1. İş parçası ve taşın aynı yönde dönmesi ile talaş kaldırma,
2. İş parçası ve taşın zıt yönde dönmesi ile talaş kaldırma, (puntasız taşlama)



Şekil 3.1. Silindirik dış yüzey taşlama [2]

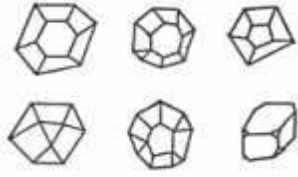
4. ZIMPARA TAŞLARI

4.1. Aşındırıcı Malzemeler

Aşındırıcı malzemeler elde ediliş yöntemlerine göre iki ana grupta incelenir. Bunlar;

- 1.** Doğal Zımpara Taşları
- 2.** Doğal korund,
- 3.** Kuvars,
- 4.** Elmas,
- 5.** Diğer doğal zımpara taşları,
- 6.** Yapay Zımpara Taşları
 - a.** Silisyum karpit (karborundum),
 - b.** Alüminyum oksit (korund),
 - c.** Saf korund,
 - d.** Yarı saf korund,
 - e.** Normal korund,
 - f.** Siyah korund,
 - g.** Elmas zımpara taşları,
 - h.** Bornitrit (borazan) zımpara taşları,
 - i.** Elmas,
 - j.** Diğer yapay zımpara taşları,
 - k.** Berilyum oksit zımpara taşları,
 - l.** Bor karpit zımpara taşları.

Aşındırıcı maddelerin değişik yapısal konumları mevcuttur. Bu konumlar Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Aşındırıcı kristallerinin değişik yapıları

4.2. Zımpara Taşlarını Oluşturan Aşındırıcı Tanelerin Birleştirilmesi

Zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı taneleri bir arada tutabilmek için birleştirme maddesine ihtiyaç vardır. Birleştirme maddeleri iki ana grupta toplanmıştır. Bunlar:

1. İnorganik Birleştirme Maddeleri
2. Seramik birleştirme maddesi,
3. Silikat birleştirme maddesi,
4. Oksi-klorit (Magnezit) birleştirme maddesi.
5. Organik Birleştirme Maddeleri
6. Bakalit,
7. Kauçuk,
8. Şellak,
9. Güçlendirilmiş bakalit,
10. Güçlendirilmiş kauçuk.

Birleştirme araçları belirli standart sembollerle ifade edilir. Birleştirme malzemelerinin adları ve değişik standartlara göre sembolleri aşağıdaki Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Birleştirme malzemelerinin adları ve TSE ile DIN standartlarında Sembolleri [2].

Birleştirme malzemesinin cinsi	Standartlar	
	TSE	DIN
İnorganik birleştirme malzemeleri a. Seramik birleştirme malzemesi b. Silikat birleştirme malzemesi c. Oksi - klorit (Magnezit) birleştirme malzemesi	V S Mg-(O)	Ke Si Mg
Organik birleştirme malzemeleri a. Bakalit b. Kauçuk c. Şellak d. Güçlendirilmiş bakalit e. Güçlendirilmiş kauçuk	B - (Ba) R E BF RF	Ba Gu Nh BF RF

Zımpara taşlarında kullanılan birleştirme maddelerinin özellikleri ve kullanım alanları;

- *Seramik (Ceramic) (V)*: Yüksek sertlikte seyrek gözenekli birleştirme maddesidir. Darbelere duyarlı, kuru ve ıslak taşlamaya uygun olmasından dolayı en çok kullanılan birleştirme maddesidir.
- *Silikat (S)*: Düşük sertlikte sık gözenekli birleştirme ve ıslak taşlamaya uygun birleştirme maddesidir.
- *Magnezit (Mg)*: Neme duyarlı, kuru ve hassas taşlamaya uygun birleştirme maddesidir.
- *Bakalit (B) ve Güçlendirilmiş bakalit (BF)*: Yüksek sertlikte ve elastikiyette birleştirme maddesidir. Yüksek kesme hızı ile çalışmaya uygun ve çok kullanılan bir birleştirme maddesidir.
- *Kauçuk (R) ve Güçlendirilmiş kauçuk (RF)*: Yüksek hızda kuru ve ıslak taşlamaya uygun birleştirme maddesidir. Isıya duyarlı, ince ve profilli yüzeylerin taşlanması için kullanılır. Ancak taşlama gücü düşüktür.
- *Şellak (E)*: İnce ve hassas yüzeylerin taşlanması için uygun olan birleştirici bir maddedir [2].

4.3. Zımpara Taşlarının Tane Büyüklüğü Ve Ölçüsü

Zımpara taşlarını oluşturan değişik ölçü ve biçimdeki aşındırıcı kristal parçacıklara tane denir. Bu tanelerin boyutlarını belirleyen değerlere ölçü denir. Aşındırıcı bloklar, özel değirmenlerde öğütülerek standart ölçüleri belirten eleklerden geçirilir. Böylelikle taneler sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, 1 inç uzunluğundaki kare delik sayısı biçimindeki eleklerle yapılır.

Örneğin; bir eleğin 1" uzunluğundaki (dizili kare biçimli) delik sayısı 120 ise bu elekten elenen tanelerin sayısı 120'dir. Bu tanelerle elde edilen zımpara taşına da tane büyüklüğü 120 olan zımpara taşı denir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Standart tane büyüklükleri

Çok Kaba	Kaba	Orta	İnce	Çok İnce	Toz
6	14	30	70	150	320
8	16	36	80	180	400
10	20	46	90	220	500
12	24	54	100	240	600
-	-	60	120	280	800
-	-	-	-	-	1000
-	-	-	-	-	1200

4.4. Zımpara Taşlarının Sertliği

Zımpara taşlarını oluşturan tanelerin taş üzerinden sökülebilme özelliğine veya taneleri birleştiren birleştirme maddesinin taneleri bırakıp bırakmama özelliğine göre tanelerin birbirine olan bağlantı kuvvetine sertlik denir. Bir başka deyişle zımpara taşının sertliği, birleştirme maddesinin aşındırıcı taneleri tutma direncidir. Zımpara taşı kesme işlemini yaparken taşı oluşturan aşındırıcı taneler birleştirme aracı tarafından kolayca bırakılıyor veya aşındırıcı tane yuvasını kolayca terk edebiliyorsa buna yumuşak zımpara taşı denir. Aşındırıcı taneler yuvasını kolayca terk etmiyor veya birleştirme maddesi aşındırıcı taneyi kolayca bırakmıyorsa buna da sert zımpara taşı denir.

Birleştirme maddesinin cinsine bağlı olarak taneler kolay kopuyorsa, taş yumuşak; zor kopuyorsa, taş sert demektir.

Birleştirme maddesi sert olan zımpara taşları ile genellikle yumuşak malzemeler taşlanır. Bu taşlarla sert malzemeler taşlanırsa, aşındırıcı taneler kısa zamanda körelir ve keskinliğini kaybeder. Ayrıca birleştirme maddesi yumuşak olan zımpara taşları ile de genellikle sert malzemeler taşlanır. Yumuşak zımpara taşı ile yumuşak malzeme taşlanırsa, zımpara taşının kesme yüzeyi çabucak dolar ve taş kesme özelliğini kaybeder. Bunların dışında taşlar, taşlanacak parçaya göre seçildiği halde taş sertmiş gibi görünüm veren etkenler bulunabilir. Bu etkenler;

- Aşındırıcı tanelerin büyüklüğü ve biçimi,
- Birleştirme maddesindeki yabancı maddelerin miktarları ve dirençleri,
- Taş yapımındankaynaklanan ve belirlenemeyen hatalar,
- Taşların istenilen gözenekliliğe sahip olmaması,
- Taş çapına uygun çevresel hızın seçilmeyişi,

Zımpara taşlarının sertliği alfabetik sıraya göre belirlenmiştir. Bunlar büyük harflerle ifade edilir. Alfabetik sıraya göre “A” en yumuşak zımpara taşını, “Z” ise en sert zımpara taşını belirtir. Çizelge 4.3’te zımpara taşlarının sertlik dereceleri gösterilmektedir [16].

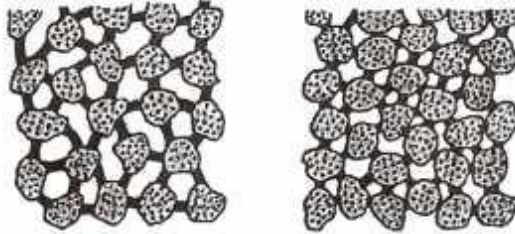
Çizelge 4.3. Zımpara taşı sertlikleri [16]

Olağanüstü Yumuşak	Çok Yumuşak	Yumuşak	Orta	Sert	Çok Sert	Olağanüstü Sert
A, B, C, D	E, F, G	H, I, J, K	L, M, N, O	P, Q, R, S	T, U, V, W	X, Y, Z

4.5. Zımpara Taşlarının Dokusu

Zımpara taşlarını oluşturan aşındırıcı tanelerin birbirine olan uzaklıklarına (tane aralıklarına) taşın dokusu veya yapısı denir. Zımpara taşlarını oluşturan tanelerin birleştirme maddeleri ile birbirine bağlanması; taşın yapısı, dokusu veya tane aralıkları göz önünde bulundurularak standartlaştırılmıştır. Zımpara taşları gözenekli

bir dokuya sahiptir. Taş, iri gözenekli ise doku seyrek; küçük gözenekli ise doku sık durumdadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Taş dokuları; a) Seyrek doku, b) Sık doku

Taşların dokusal gözenekliliği, Çizelge 4.4 ‘de gösterildiği gibi sayısal verilerle ifade edilir. Seyrek dokulu taş, gözenekleri geç dolacağı için uzun süre keskinliğini korur. Taş ve iş parçası çok az ısınır. Bu taşlar, kaba işlemlerde kullanılır. Sık dokulu taşlar ise çabuk aşınmaz. Gözenekleri çabuk dolacağı için sık sık bilenmelidir. Bu taşlar, hassas ve ince taşlamalarda kullanılır.

Çizelge 4.4. Zımpara taşı dokuları

Dokular				
Çok Sık	Sık	Orta	Seyrek	Çok Seyrek
0, 1, 2	3, 4, 5	6, 7, 8	9, 10, 11, 12	13, 14

5. ZIMPARA TAŞLARININ BİLENMESİ

5.1. Bileme Çeşitleri

Bileme işlemi zımpara taşının daha iyi kesmesi için yapılan bir işlemdir. Taşın yüzeyindeki tanelerin kendiliğinden kırılıp dökülmesi sonucunda taşta körelme olur. Körelmiş veya gözenekleri dolmuş bir taş hiçbir zaman keskin değildir. Bu durumdaki bir taş hemen bilenmelidir. Aksi halde taş iş parçasından normal talaş kaldırmayacak ve taşlanan yüzey bozuk çıkacaktır. Taş, körelmiş veya uygun bilenmemiş ise taşta aşırı ısınma meydana gelir. Bu ısınma; taşın kırılmasına, iş parçasında kılcal çatlakların oluşmasına ve renk değiştirmesine neden olur. Çeşitli bileme yöntemleri vardır:

1. Bileme tırtılları,
2. Bileme taşı ve bileme topacı,
3. Bileme elmasları,
4. Bileme makaraları (tekerleri).

5.1.1. Bileme tırtılları

Bileme tırtılları çelik saçtan veya dökümden yapılırlar. Bileme tırtıllarının çevreleri bazılarında sivri uçlu bazılarında da çevreleri dalgalı şeklinde yapılırlar. Resim 5.1'den anlaşılabileceği gibi tırtıllı bileme aparatı çeşitli plakalardan meydana gelmiştir. Plakalar takıldığı sap üzerinde göbekten serbest dönebilecek şekilde yapılırlar. Çelik sacdan yapılmış sivri uçlu bileme tırtılları sert taşların bilenmesinde, dökümden yapılanlar da normal sertlikteki taşların bilenmesinde kullanılırlar [16].



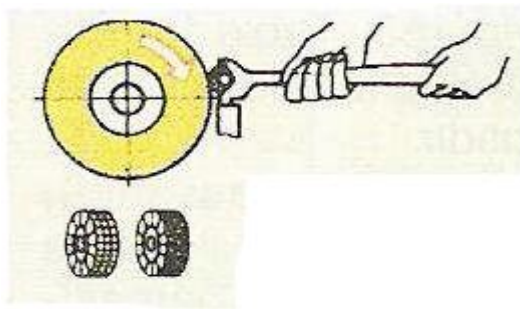
Resim 5.1. Saplı bileme tırtılları ve kullanım şekli [16]

Tırtıl plakalarının sertleştirilmelerine gerek yoktur. Çünkü bileme sırasında tırtıllar taşa temas eder etmez çok yüksek devirde dönerler. Taş ile tırtılın çevre hızları birbirine eşit olmasına rağmen çap farkından dolayı tırtıllar yüksek devirde dönerek taş yüzeyindeki körelmiş taneleri kolayca yerinden çıkarır ve dolmuş gözenekleri açar. Resim 5.1’de görülen bileme tırtılları sadece masa üstü zımpara taşlarının bilenmesinde ve düzeltilmesinde kullanılır. Bu tür bileme tırtılları sadece elle tutularak bileme yapıldığından taşın yüzeyi pürüzsüz olarak düzeltilemez.

5.1.2.Bileme taşı ve bileme topacı

Bileme taşı prizmatik veya silindirik biçimli olarak suni taşlardan yapılmakta olup elle kullanılır. Bileme taşları ana malzeme olarak karborandum (C) veya korund (A) tanelerinden oluşur. Ayrıca karışımında cam tozu, demir talaşı ve bazı türlerinde de elmas tozu da bulunur. Bileme taşının birleştirme maddesi keramiktir.

Bileme topaçlarının esas taneleri karborandum, birleştirme aracı da bakalittir. Bileme topaçlarının içinde de demir talaşları, cam ve kısmende elmas tozları bulunur. Bileme topaçları, ayaklı (sehpa üzerinde veya masada kullanılan taşlar) taşların bilenmesinde kullanılır. Şekil 5.1’de bir zımpara taşının bileme topacı ile nasıl bilendiği görülmektedir [16].



Şekil 5.1. Bileme taşı ve kullanılması [16]

Topaçlarla taş bilenirken, bileme topacının taş yüzeyinden bir iki defa geçmesi yeterlidir.

5.1.3.Bileme elmasları

Bileme elmasları veya elmas uçlu bileme aletleri, mors koniği ve silindirik bir sapın ucuna nar tanesi büyüklüğünde bir elmas parçanın sert lehimle kaynatılması ile yapılan bir bileme aletidir. Elmas, minerallerin en sert olduğundan taş tanelerini kırarak bileme yapar ve yeni çıkan taneleri de bir miktar köreltir. Taşa düzgün bir yüzey sağlamasından dolayı silindirik ve düzlem taşlama makineleri için en iyi bileme aracıdır [15].

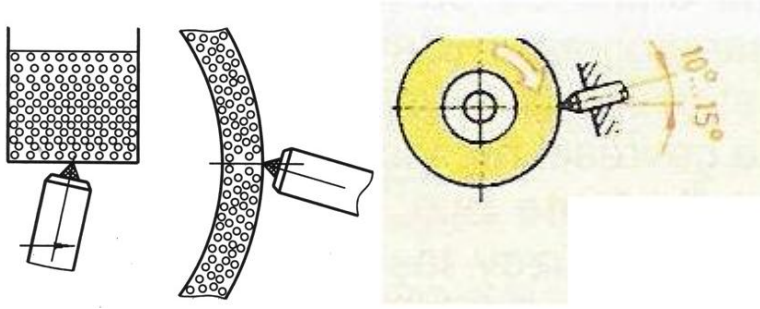
Bileme elması alınırken bilenecek taşların büyüklüğüne uygun seçilmesine dikkat edilmelidir. Bunun için bileme elmasları alınırken aşağıdaki çizelgeye göre seçim yapılır. Elmasın ölçü birimi “karat”dır (1 karat 0,2 gr). Bileme elmasının ağırlığı sapın üzerinde yazılır.

Çizelge 5.1. Bilenecek taşın çapına göre bileme elmaslarının ölçüsü [15]

Taşın çapı	Elmasın ağırlığı
100 mm çapa kadar	0,25-0,35 karat
200 mm çapa kadar	0,40-0,60 karat
300 mm çapa kadar	0,65-0,70 karat
400 mm çapa kadar	0,80-0,90 karat
500 mm çapa kadar	1,00-1,35 karat
600 mm çapa kadar	1,50-2,00 karat
800 mm çapa kadar	2,00-3,00 karat

Elmas uçlarla bilenen bir taşta elde edilen yüzey kalitesi ile diğer bileme aletleri ile bileneceği sonucunda elde edilen yüzey kaliteleri arasında kalite farkı vardır.

Elmas uçlu bileme aparatları universal taşlama makinelerinin üzerine monte edilmesi durumunda taşı bilmek için işin sökülmesine gerek yoktur. Elmas uçlu bileme aparatı ile nasıl bileme yapıldığı Şekil 5.2’de görülmektedir. Elmas uçla bileme yapılırken elmas, taşa yatay ve düşey konumlarda yaklaşık 10°’lik açılarda eğik tutulur. Bu kural elmasın çatlamaması içindir [15].



Şekil 5.2. Bileme elması ve taşın bilenışı [15]

5.1.4.Bileme makaraları (tekerleri)

Bileme tekerleri keramik oksitten ve karbürlerden yapıldığı için çok sert ve çok sık dokuludur. Bundan dolayı sert metal görünümündedir. Bileme tekerleri büyük kapasiteli silindirik taşlama makinelerinde kullanılan büyük çaplı ve geniş taşların bilenmesinde olumlu sonuçlar verir. Bileme tekerleri sert metal niteliğinde olduğundan bileme sırasında az aşınırlar. Bileme tekerleri, bir mil üzerinde serbestçe dönecek şekilde imal edilir.

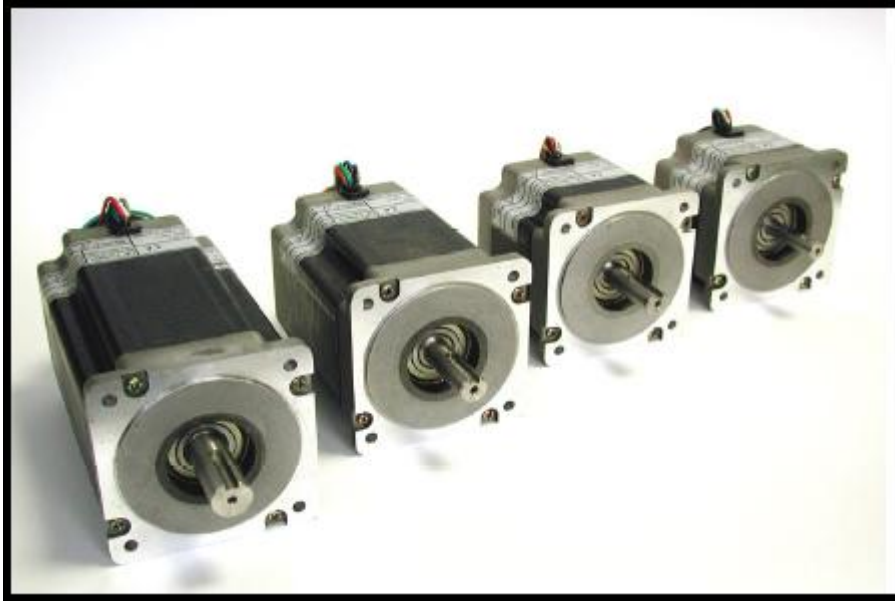
Bileme tekerleri, bileme sırasında taştan çok yüksek bir devir kazanırlar. Bu nedenle bileme tekerleri aşınmadan ve profilleri bozulmadan hatasız bir bileme yapar.

6. ADIM (STEP) MOTORLARI

6.1. Adım Motorların Tanımı ve Yapısı

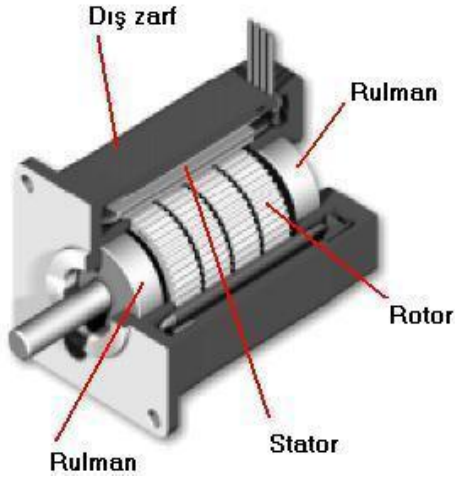
Adım motorları adından da anlaşılacağı gibi adım adım hareket eden yani sargılarından birinin enerjilenmesi ile sadece 1 adım hareket eden motorlardır. Bu adımın kaç derece olacağı motorun tasarımına bağlıdır.

Adım motor, elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren elektro-mekanik bir cihazdır. Elektrik enerjisi alındığında rotor ve buna bağlı şaft, sabit açısal birimlerde (adım-adım) dönmeye başlar. Adım motorlar, çok yüksek hızlı anahtarlama özelliğine sahip bir sürücüye bağlıdır (adım motor sürücüsü). Bu sürücü, bir enkoder, PC veya PLC'den giriş darbeleri (pals) alır. Alınan her giriş darbesinde, motor bir Adım ilerler. Adım motorlar bir turundaki adım sayısı ile anılırlar. Örnek olarak 400 adımlık bir adım motor bir tam dönüşünde (360°) 400 adım yapar. Bu durumda bir adımın açısı $360/400 = 0.9^\circ$ derecedir. Bu değer, adım motorun hassasiyetinin bir göstergesidir. Bir devirdeki adım sayısı yükseldikçe adım motorun hassasiyeti de artar.



Resim 6.1. Çeşitli adım motorları

Adım motorlar, yarım adım modunda çalıştıklarında hassasiyetleri daha da artar. Örnek olarak 400 adım tur değerindeki bir adım motoru yarım adım modunda tur başına 800 adım yapar. Bu da 0.9° 'ye oranla daha hassas olan 0.045° bir adım açısı anlamına gelir. Bazı adım motorlarda mikro adım tekniği ile adım açılarının daha da azaltılması söz konusudur. Resim6.1.'de değişik büyüklüklerde ve çeşitlerde adım motor örnekleri görülmektedir.



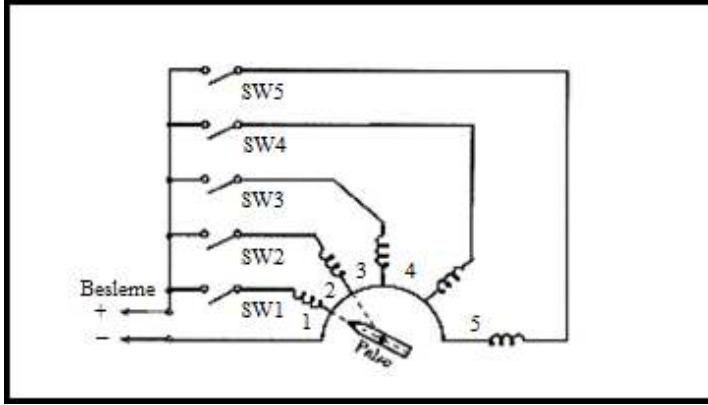
Resim 6.2. Adım motorun yapısı

Bir adım motor yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi stator, rotor, bunları kapatan bir dış zarf ve rotora bağlı şaftın rahat hareket etmesini sağlayan rulmanlardan oluşmuştur. Adım motor statorunun birçok kutbu (genellikle sekiz) vardır. Bunların polaritesi elektronik anahtarlar yardımıyla değiştirilir. Rotorun mıknatıslığı ise ya sabit mıknatıs ile veya dış uyartım metotlarıyla oluşturulur. Daha iyi seçicilik elde etmek için rotor ve stator üzerine küçük dişler açılmaktadır (Resim 6.2).

Adım motorlar robot teknolojisinde sıkça kullanım alanı bulmuştur. Ayrıca maliyetinin düşük olması diğer motorlara (servo) karşı bir üstünlüğüdür. Adım motorların tercih edilmesinin ikinci bir nedeni tutma karakteristiğinin robotlarla bağdaşmasıdır.

Adım motorun çalışma esasları Şekil 6.1'de gösterilmiştir. Anahtarlar yardımıyla sargılara enerji uygulandığında rotor enerji uygulanan sargının karşısına gelerek durur. Bu dönme miktarı motorun yapısına bağlı olarak değişir. Bu dönme açısı adım

motorlarda belirleyici bir parametredir. Adım motoru sürekli hareket ettirilmek istenirse sargılara sırasıyla enerji vermeliyiz. Bir sargıya enerji verdiğimizde rotor sargının karşısına gelerek durur. Diğer sargıya enerji verinceye kadar burada kilitlenir. Bu da adım motorların bir özelliğidir.



Şekil 6.1. Adım motorun çalışma şeması

Adım motorların özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Hata yalnız adım hatasıdır.
- Motor bakımı kolaydır.
- Tasarım maliyeti ucuzdur.
- Otomatik kilitleme özelliğine sahiptir.
- Yüke yeterli momenti sağlar.
- Isınma gibi olumsuzluklardan meydana gelebilecek zararlar en azdır.
- Hızı programlama yoluyla ayarlanabilir.
- Mikrobilgisayarlar ile kolayca kontrol edilebilir.
- Çalışma sırasında hızı sabit kalır.
- Kullanım ömrü uzundur.

Adım motorları; bant sürücüler, imalat tezgâhları, yazıcılar, teyp sürücüler, tıbbi cihazlar, makine tezgâhları, dikiş makineleri, taksimetreler, kart okuyucular vb. yerlerde kullanılır.

Sonuç olarak adım motorları; her türlü denetlenmiş hareket ve pozisyon gerektiren yerlerde, dijital bilgileri mekanik harekete çeviren bir eleman (transduser) olarak görev yapar.

Adım motoru seçiminde birçok kistas mevcuttur. En iyi seçimi yapabilmek için ekonomik olmasının yanında kapsamlı mekanik yapı, yükün durumu ve elektronik sürücü devre ihtiyaçlarının göz önüne alınması gerekir. En basit seçim motorun tork ihtiyacı bakımından verimliliği esas alınarak yapılandır.

6.2. Adım Motorların Çeşitleri

Adım motorlar yapılarına göre 5 çeşittir.

➤ Sabit mıknatıslı adım motorları (PM)

- İki fazlı sabit mıknatıslı iki fazlı adım motor
- Orta uçlu sargılara sahip sabit mıknatıslı adım motor
- Disk tipi sabit mıknatıslı adım motor
- Dört fazlı sabit mıknatıslı adım motor

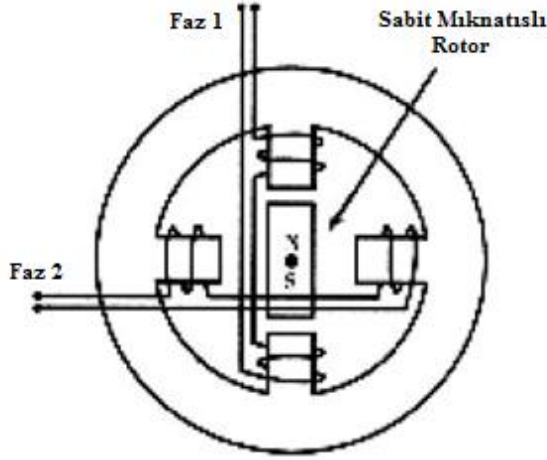
➤ Değişken relüktanslı adım motorları (VR)

- Tek parçalı
- Çok parçalı
- Hibrid adım motorlar
- Hidrolik adım motorlar
- Lineer adım motorlar

6.2.1. Sabit mıknatıslı adım motorlar

Sabit Mıknatıslı İki Fazlı Adım Motor

En basit olarak sabit mıknatıslı adım motoru, oyuklu dört kutuplu stator içinde dönen iki kutuplu sabit mıknatıslı rotordan meydana gelmiştir. Böyle bir adım motorun yapısı Şekil 6.2.'de verilmiştir.



Şekil 6.2. Sabit mıknatıslı adım motorun yapısı

Bu motorun çalışması, temel çalışma esaslarında açıklandığı gibidir. Birinci sargıya (faz 1'e) gerilim uygulandığında rotor, bu sargıların karşısında duracak şekilde hareket eder.

Birinci sargı gerilimi kesilip ikinci sargıya (faz 2'e) gerilim uygulandığında rotor, bu kez ikinci sargıların karşısında olacak şekilde döner ve durur. Bu şekilde 90° lik dönme tamamlanmıştır.

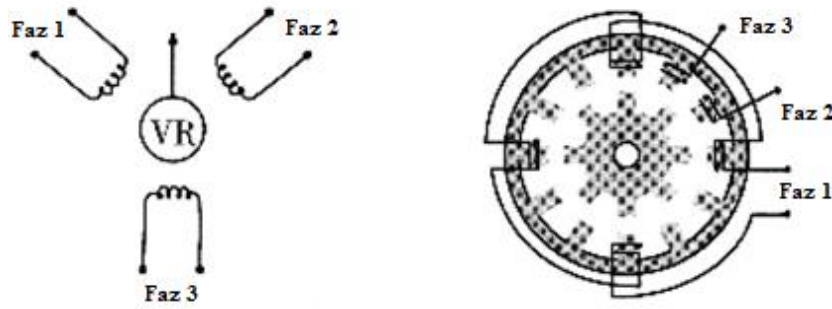
Dönmenin devamı için bu kez faz 1'e uygulanacak gerilim öncekinin tersi yönünde olmalıdır. Bu dönüşün aynı yönde olması için şarttır. Çünkü faz 1'e gerilim değiştirmeden uygulaysaydık rotor ilk durumuna geri dönecekti. Bir ileri bir geri hareket ise dönme hareketi vermeyecektir.

6.2.2. Değişken Relüktanslı Adım Motorları

Değişken relüktanslı adım motorlarında da sabit mıknatıslı adım motorlarda olduğu gibi en az dört kutuplu stator bulunur. Sabit mıknatıslı adım motorlarından tek farkı ise rotorun, sabit mıknatıs yerine artık mıknatıslık özelliği göstermeyen olması ve dişler açılmış yumuşak demirden imal edilmesidir. Dişler, silindir eksenine paralel olarak açılmış oluklarla şekillendirilmiştir. Şekil 6.3.'te üç fazlı değişken relüktanslı adım motorunun yapısı görülmektedir. Statordaki diş sayısının rotordaki diş sayısından fazla olduğu şekilden görülmektedir. Örnekteki statorda 12 diş (kutup),

rotorda ise 8 diş (kutup) bulunmaktadır. Stator kutupları arasındaki merkez açısı 30° ($360:12=30^\circ$) olduğu halde rotor kutupları arasında merkez açısı 45° ($360:8=45^\circ$) olmaktadır.

- Çalışması



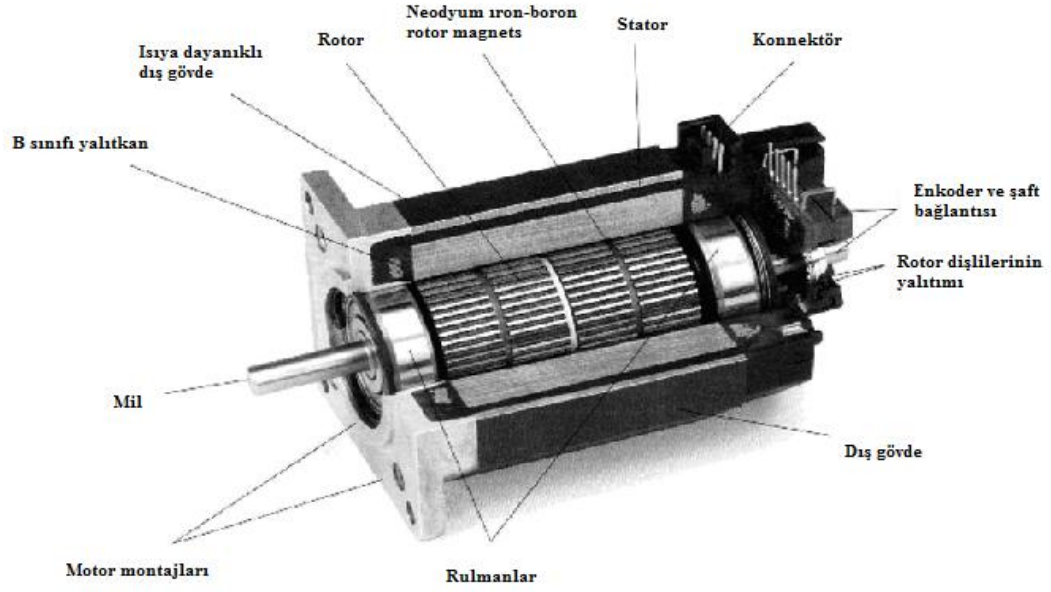
Şekil 6.3. Değişken mıknatıslı adım motorun yapısı

6.2.3. Hybrid Adım Motorlar

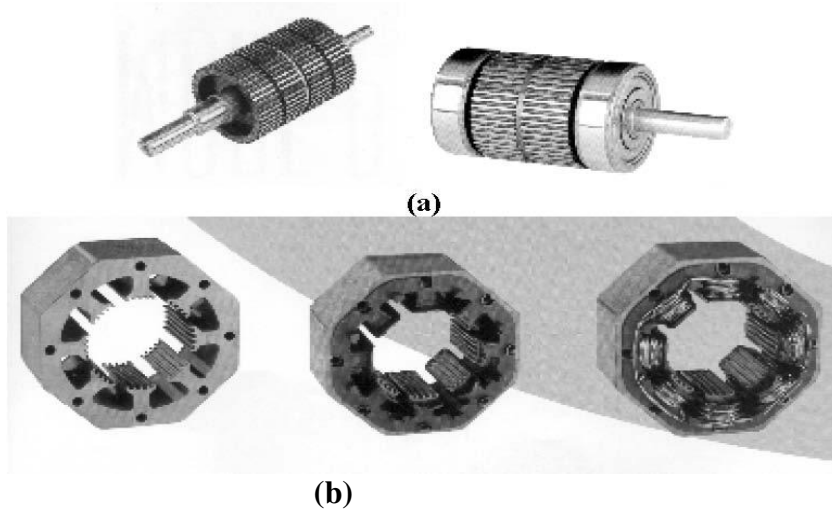
Hybrid adım motorlar sabit mıknatıslı ve değişken relüktanslı adım motorların birleştirilerek geliştirilmiş şeklidir. Resim 6.3'te hybrid adım motorun parçaları ve adım motorun yapısı görülmektedir.

Hybrid adım motorlarda rotor, sabit mıknatıslı olup çeşitli dişli (kesit) sayısında yapılmaktadır. Ayrıca her bir dişli üzerinde de çeşitli sayıda dişler bulunmaktadır. Bu dişlilerin arası diskler yardımıyla yalıtılmıştır. Resim 6.4.a'da dört dişli ve iki dişli adım motor rotorları görülmektedir.

Hybrid adım motorlarda stator, çok parçalı değişken relüktanslı tipindedir. Genel olarak stator kutbu 8 kadardır ve her bir kutup 2–8 arası diş sayısına sahiptir. Stator kutupları üzerine sargılar sarılmak suretiyle çeşitli kutup sayıları elde edilir. Resim.4.b'de boş stator ve sargıları görülmektedir.

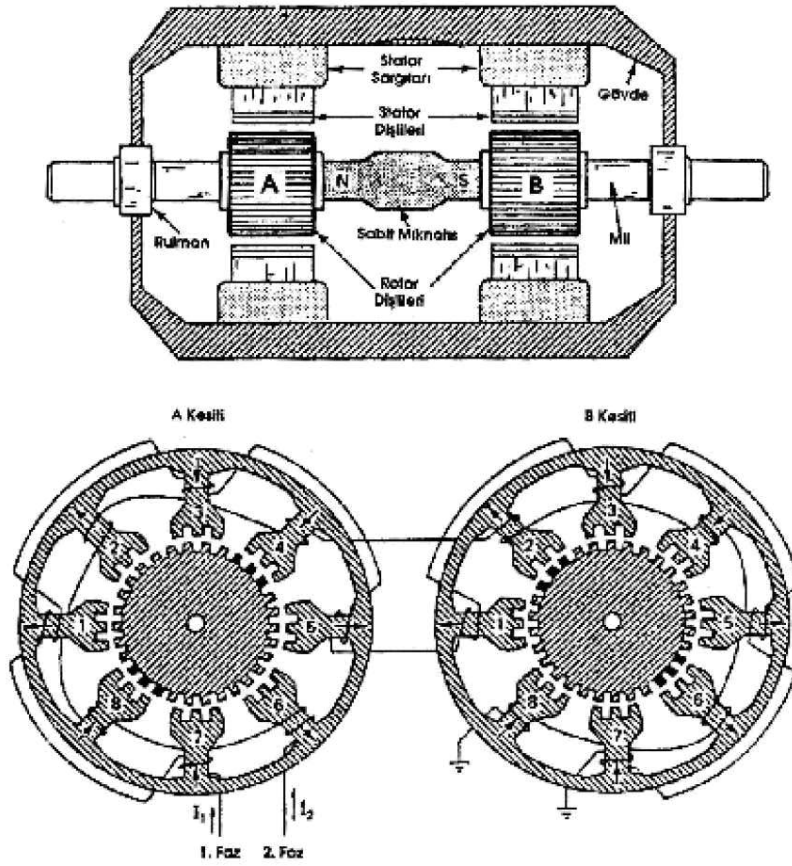


Resim 6.3. Hybrid adım motorun yapısı



Resim 6.4. Hybrid adım motorun rotor ve stator kesitleri

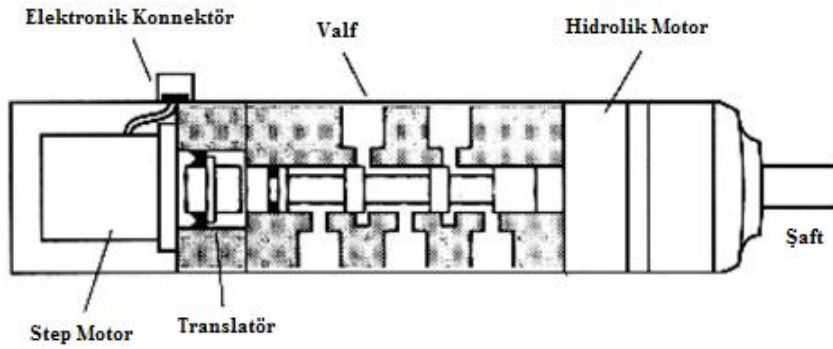
Resim 6.4'te şafta (mile) paralel olarak kesiti yapılmış hybrid tipi adım motor şekli verilmiştir. Şekil 6.4'de verilen adım motorun A ve B kesitlerinde rotor dişli sayısı 30, stator dişli sayısı 24 ,adım açısı 3 derecedir. İki fazlı hybrid adım motorun, birinci faz 1,3,5,7 ve ikinci faz 2,4,6,8 kutuplarına yerleştirilir.



Şekil 6.4. Hybrid adım motorunun A-B kesitlerinin görünüşü

6.2.4. Hidrolik Adım Motorlar

Bir hidrolik motora ait servo valf 'inin basınç giriş yolunu translatörlerle (dönebilir lineer çeviriciyle) kontrol eden adım motorlara hidrolik adım motor denir. Kısaca hidrolik motorun basınçlı yağ yolunu denetlemek suretiyle şaftın hareketini ve yönünü tayin eden adım motorlara hidrolik adım motor denir. Hidrolik adım motorlara elektro–hidrolik adım motorlar da denilmektedir. Şekil 6.5'te kesiti görülen hidrolik adım motor parçaları verilmiştir.



Şekil 6.5. Hidrolik adım motor

6.2.5. Lineer Adım Motorlar

Mekanik hareketi dairesel bir hareket olmayıp yatay eksen (x veya y eksenleri) üzerinde hareket eden motorlara lineer motor denir. Yani lineer motorlar X ve Y yönlerinde veya X ve Y düzleminde herhangi bir vektör yönünde hareket ederler. Bu tür motorların tasarımı yapılırsa motor bir gövde üzerinde iki tane ortogonal elektromanyetik alanı içerir. Bu alanı tamamlamak için demir nüve kare şeklinde yapılır. Böylece iki eksenli lineer adım motor oluşturulur.

Bu tip adım motorlara örnek olarak 1969 yılında Kaliforniya’da gerçekleştirilen sawyer adım motoru gösterilebilir. Resim 6.5’te lineer adım motorlar ve sürücüleri görülmektedir.

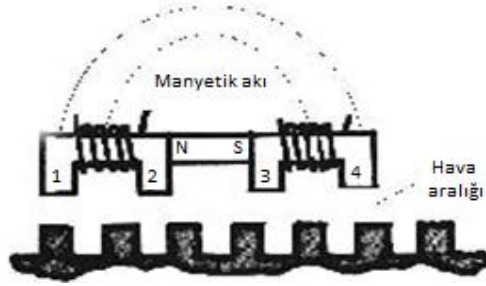


Resim 6.5. Lineer adım motorlar ve sürücüleri

Bu motor iki ana mekanik bileşenden oluşur. Birinci mekanik bileşen, gücü oluşturan hareketli armatürdür. Armatürün statora sabitlendiği (demir nüve) kısım ikinci bileşendir (Şekil 6.6). Armatür ve stator arasında sabit bir mil yatağı (hava aralığı) olup, kapalı geometrik şekilde dönmeye izin verir. Yükü harekete geçirmek, demir

nüve uzunluğuna bağlı olan güçle değişir. Bu değişim bir yükü getiren motorun rotor hareketine benzemez. Ayrıca güç iletimi için mekanik üstünlüklere de sahip değildir.

Şekil 6.6’da gösterildiği gibi lineer adım motor, sabit mıknatıs (PM) ve dört kutuplu iki elektromıknatıs (EM) oluşur.

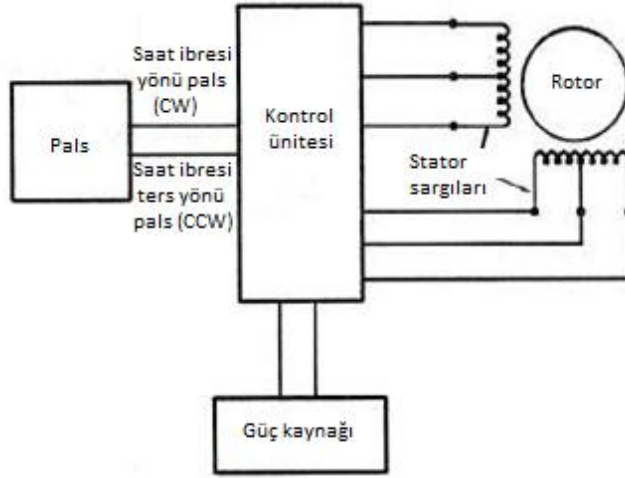


Şekil 6.6. Lineer adım motorun parçaları

Çalışması:Manyetik alanın alt ve demir nüvenin üst noktaları arasındaki hava aralığı oluşur. Kutup yüzeylerine sawyer motorda olduğu gibi oluklar açılmıştır. Oluklar, örnekteki demir nüvenin şeklinde yapılırlar. Ayrıca oluklar arasındaki boşluklar manyetik olmayan maddeler tarafından doldurulmuş olup ve bu düz yüzeyler manyetik alanın alt ve demir nüvenin üst noktasındaki hava aralığını oluşturur. Manyetik alan içerisindeki küçük deliklerden hava basıncı sağlanmasıyla bu iş gerçekleştirilebilir. Bu hava aralığında ihmal edilmeyecek bir hareketli sürtünme yüzeyi oluşturur.

6.3. Adım Motor Sürücü Devreleri Yapısı ve Çalışması

Adım motorları istenilen yönde ve hızda çalıştırmak istendiğinde sargılarına belli bir sırada darbeler uygulanmalıdır. Adım motorun kaç adım atacağı uygulanan darbelere bağlıdır. Fazlara uygulanacak darbeler (sinyaller-gerilimler) basit olarak bir anahtarlama sistemi ile yapılabilir. Bu işlemi yapan devrelere sürücü devresi veya kontrolör denir. Günümüzde elektronik devreler ile bu işlem çok kolay bir şekilde yapılmaktadır. Adım motorların ve kullanılacak yerin özelliğine göre hazırlanmış mikroişlemci kontrollü sürücü kartları mevcuttur. Bu kartlar sayesinde adım motorların istenilen hızda ve istenilen hassasiyetle çalıştırmak mümkündür. Bir adım motor sürücü devresinin blok diyagramı Şekil 6.7’de verilmiştir.



Şekil 6.7. Bir adım motor sürücü devresinin blok diyagramı

Adım motorların sürülebilmesi için 2 temel noktaya dikkat etmek gerekmektedir. Bunlardan birincisi motorun bağlanacağı sürücü devresinin olmasıdır. İkincisi ise bu sürücü devresi yardımıyla motorun doğru sargılarına gerekli tetiklemeleri gönderebilmektir.

Sürücü devresi hazır alınabileceği gibi amatör uygulamalar için özel olarak da tasarlanabilir. Sürücüyü tetiklemek için elektromekanik anahtarlar kullanılabileceği gibi bilgisayarın seri veya paralel portu uygun bir yazılımla da kullanılabilir. Ayrıca günümüzde sanayide kullanılan adım motorlar için mikroişlemci kontrollü sürücüler ve bu işler için özel olarak tasarlanmış PLC'leri de bulunmaktadır.

6.4. Adım Motorların Sürülmesi (Pozisyonlanması)

6.4.1. EM 253 pozisyonlama modülünün programlanması ve özellikleri

Adım motorların sürülmesinde, çalıştırılmasında değişik tip ve özelliklere sahip kontrol modülleri kullanılmaktadır.

EM 253 Pozisyonlama modülü, adım ve servo motorların hız ve pozisyon kumandası için darbe çıkışlar üreten özel bir fonksiyon modülüdür. S7-200 ile genişleme I/O bus üzerinden iletişim ve giriş/çıkış konfigürasyonunda 8 dijital çıkışa sahip bir akıllı modül olarak görünür.

Pozisyonlama modülü, S7-200'ün V hafızasında yer alan konfigürasyon bilgisine göre, hareketi kontrol etmek için gereken darbe dizilerini üretir. Uygulamadaki pozisyon kontrolünü kolaylaştırmak için ADIM 7-Micro/WIN, bir Pozisyon Kontrol Sihirbazı sunar. Bu yardımcı araçla pozisyonlama modülü dakikalar içerisinde ayarlanabilir. ADIM 7-Micro/WIN, uygulamasını kontrol etmek, izlemek ve test etmek için bir kumanda paneli de sunar.

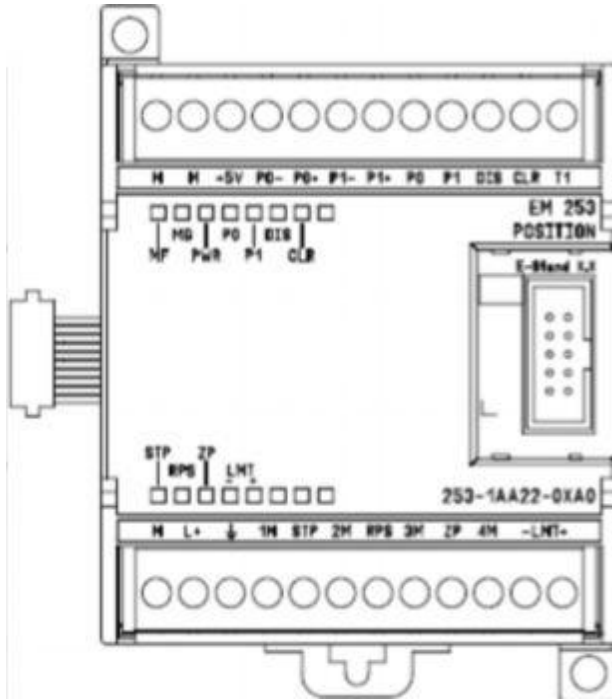
EM 253 aşağıdaki sıralamaya göre programlanır

- Frekans sinyallerinden oluşan pozisyonlama profilini oluştur.
- Pozisyonlama kontrol profilini kaydet.
- Pozisyonlama kontrol profilini elde et (kaydettiğin profil dosyasını aç).
- Dağıtılmış yarı logaritmik frekans değerini hesaplayınız, her bir hesapladığınız pals ve darbe sayısı ve artırımlı olmayan kararlı clock sayıcıyı ekleyerek hesaplayınız.
- Pozisyonlama için sınır değerlerini ayarlayın (ss_speed, min_speed....).
- Tablo oluşturarak değerleri tabloya doldurunuz.
- PLC'nin pals jeneratöründen (EM253 pozisyonlama modülünün pals çıkışından) çıkış alınız.
- Alınan pals çıkışını motor sürücü devresine bağlayınız.

Pozisyonlama modülünün kullanıcıya sunduğu özellikleri

- 5 dijital giriş, 4 dijital çıkış
- Sürücüyü direk sürececek 24 pals (forwards/backwards or speed/direction)
- 2 kontrol çıkışı (DIS;CLR)
- 12 adet işlem durumu gösteren LED
- Pozisyonlama modülü, tek eksen açık çevrim kontrol için gerekli olan işlevselliği ve performansı sunar:
- Saniyede 12 darbeden 200.000 darbeye kadar ayarlanabilir hızlı kumanda sağlar.
- Sarsıntı(S eğrisi) veya doğrusal hızlanma veya yavaşlanmayı destekler.

- Ayarlanabilir ölçü sistemi sunar. Böylece, verilerin darbenin yanı sıra mühendislik birimi üzerinden (inç veya cm olarak) da girilmesini sağlar.
- Mutlak, bağıl ve manüel olarak pozisyon kontrolü sağlar.
- Kesintisiz çalışma sağlar.
- Her biri 4 hız değişimine izin veren 25 adete kadar hareket profili sağlar.
- Dört ayrı referans noktası araştırma moduna izin verir. Araştırma yönü ve nihai yaklaşım yönü seçilebilir.
- Sökülebilir fiş-priz tipi klemens içerdiğinden montaj ve sökme işlemi çok kolaydır.



Şekil 6.8. EM 253 pozisyonlama modülünün üstten görünüşü

ADIM 7-Micro/WIN'i kullanarak pozisyonlama modülünün gereksinim duyduğu ayarları ve profil bilgisi girilebilir. Bu ayarlar ve bilgiler, program bloklarıyla birlikte S7-200'e yüklenir. Pozisyonlama modülünün gereksindiği tüm bilgiler CPU'nun içinde yer aldığından, herhangi bir ayarlama veya konfigürasyona gerek kalmadan yeni bir pozisyonlama modülü takılabilir.

S7-200, pozisyonlama modülüyle ara yüz oluşturmak üzere 8 bitlik çıkış imge kütüğü alanını (Q hafıza) modülünün işleyişini kontrol eder. S7-200’de yer alan uygulama programı, bu bitlere kumanda ederek pozisyonlama modülünün işleyişini kontrol eder. Bu sekiz çıkış biti pozisyonlama modülünün fiziksel çıkışlarına bağlanmış değildir (Şekil 6.8).

6.5. EM243 Pozisyonlama Modülünün Programlanması

EM 253 pozisyonlama modülünün programlanması, adım motorların pozisyon kontrolünün yapılabilmesine yönelik olarak aşağıdaki işlemler sırası ile yapılmalıdır

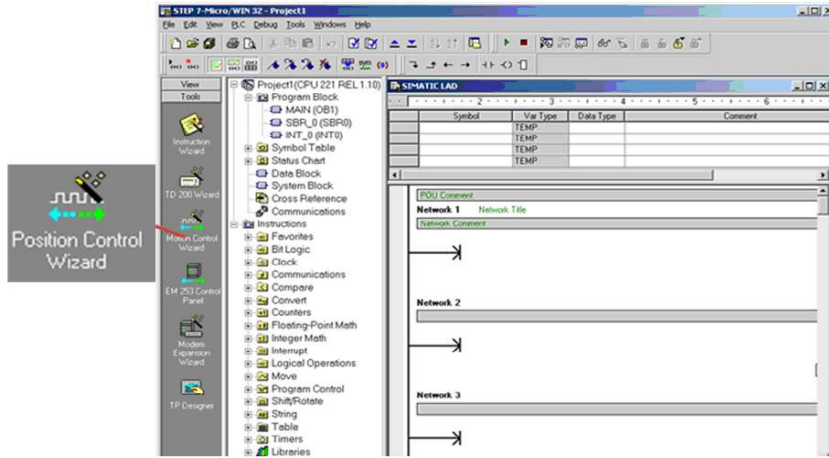
- Sistem ayarları
- Sürücü bilgisi
- Ardışık referans kaynakların ayarlanması
- Profillerin tanımlanması
- Wizard Results (bilgi bölgesi ve PLC kodu)
- EM253 kontrol paneli

6.5.1. Sistem ayarları

- Pozisyonlama Kontrol Sihirbazını Başlatma

Pozisyon modülünü ayarlamak için Pozisyon Kontrol Sihirbazı çalıştırılarak adım adım ayarlama yapılabilir. Konfigürasyon/Profil tablosu S7-200’ün V hafızasında yer almaktadır. Pozisyon Kontrol Sihirbazı, konfigürasyon (yapılandırma)/profil tablosunu PLC, bilgisayara bağlı değilken de oluşturmamızı sağlar (Resim 6.6).

Pozisyon kontrol sihirbazını çalıştırmak için, proje derlenmiş ve sembolik adresleme ayarlanmış olmalıdır. Tools Menü / Position Control Wizard



Resim 6.6. Pozisyonlama kontrol sihirbazını başlatma

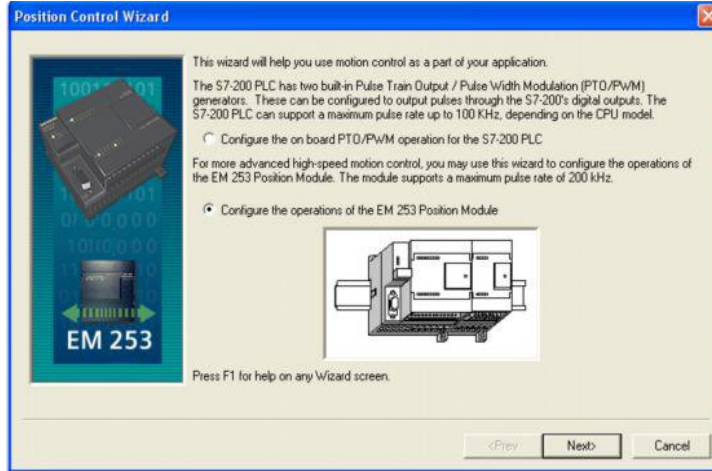
PTO/PWM sinyallerini üretecek kaynağı seçmek

Resim 6.7’de görüldüğü gibi PLC, PTO ve PWM sinyallerini üretebilmektedir ve bu sinyallerle 20 KHz’e kadar pozisyon kontrolünü rahatlıkla yapabilmektedir. Ancak günümüzde sanayi uygulamalarında çok daha yüksek hızlarda PTO ve PWM sinyalleri gerekmektedir. Dolayısıyla EM253 Pozisyonlama modülü kullanılmaktadır.

EM253 Pozisyonlama modülü 200 KHz’e kadar yüksek PTO ve PWM sinyalleri üretebilirler.

Burada karşımıza pozisyonlama kontrol sihirbazı çıkar ve iki seçenekten oluşur;

- PTO/PWM çalışma sinyallerini S7-200 PLC üzerinden konfigüre etmek
- PTO/PWM çalışma sinyallerini EM 253 Pozisyonlama Modülü üzerinden konfigüre etmek

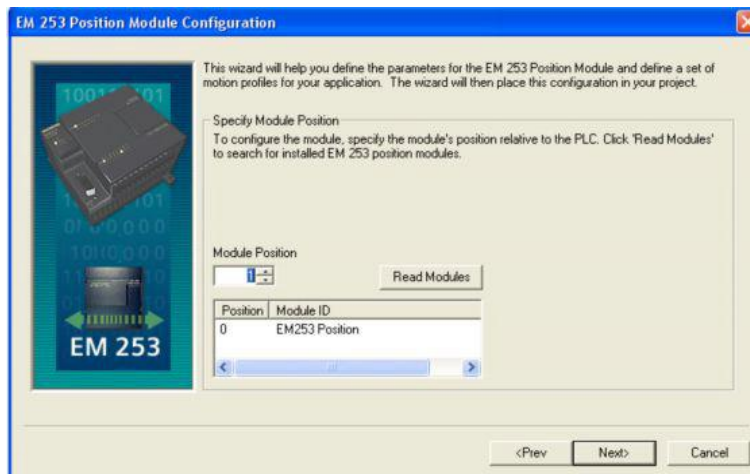


Resim 6.7. PTO/PWM sinyallerini üretecek kaynağı seçmek

Pozisyon kontrol sihirbazı, Pozisyonlama modülünün yanında Darbe Çıkış fonksiyonunun PTO/PWM çalışma şeklini de ayarlama imkânı sunar. Pozisyonlama modülünü seçtikten sonra Next'i tıklayarak diğer ayarlar yapılır (Resim 6.7).

Akıllı modülün CPU'ya göre konumunun ve bazı parametrelerinin girilmesi gereklidir;

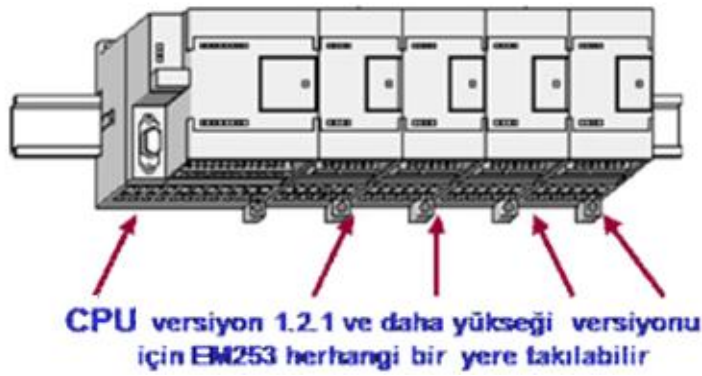
“Read Modules” butonuna tıklanınca Pozisyon kontrol sihirbazı, akıllı modülün bulunduğu yeri otomatik olarak okur. (Resim 6.8) “Module Position” seçeneğinde modülün kaçınca konumda (PLC'ye bağlanan kaçınca modül olduğu) olduğu bilgisi verilir.



Resim 6.8. Modülün CPU'ya göre konumunun girilmesi

Eğer daha önce bir EM253 pozisyonlama kontrol sihirbazı çalıştırılmışsa ikinci kez açılan kontrol sihirbazı daha önce yapılan motor ayarlarının mı değiştirileceği yoksa yeni bir motor için mi konfigürasyon yapılacağını sorar:

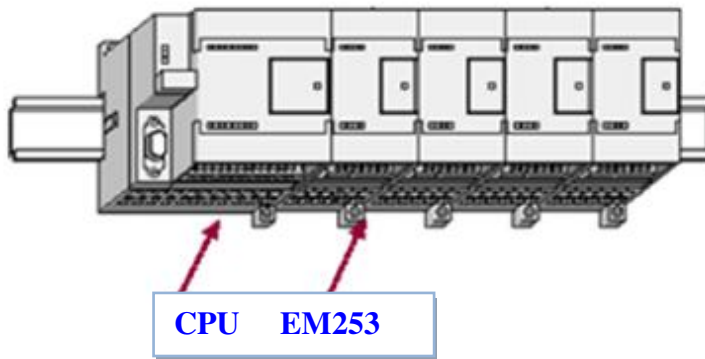
PLC S7-200 CPU versiyon 1.2.1 veya daha yüksekse EM253 pozisyonlama modülü herhangi bir slota takılabilir (Şekil 6.9).



Şekil 6.9.. EM 253 CPU versiyon yüksekse

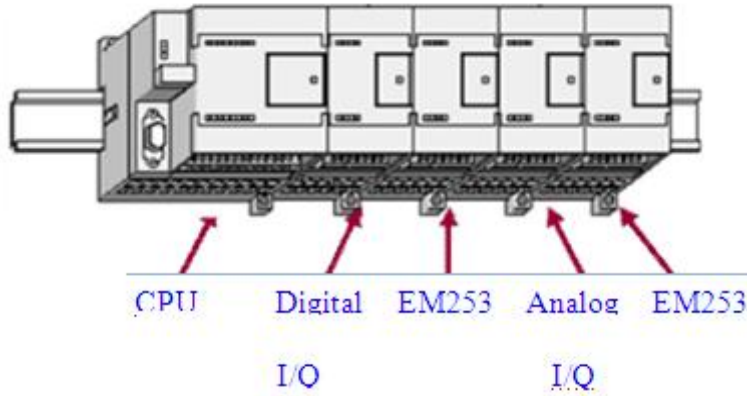
PLC s7-200 CPU versiyon 1.2'den daha düşükse;

1)EM253 PLC'nin hemen yanına takılabilir (Şekil 6.10).



Şekil 6.10. EM 253 CPU versiyon düşükse

2)EM253 diğer akıllı modüllerin arkasına takılabilir. (örneğin EM241, EM253, EM277) akıllı modüller, EM253 ile S7-200 PLC arasında olabilir (Şekil 6.11).

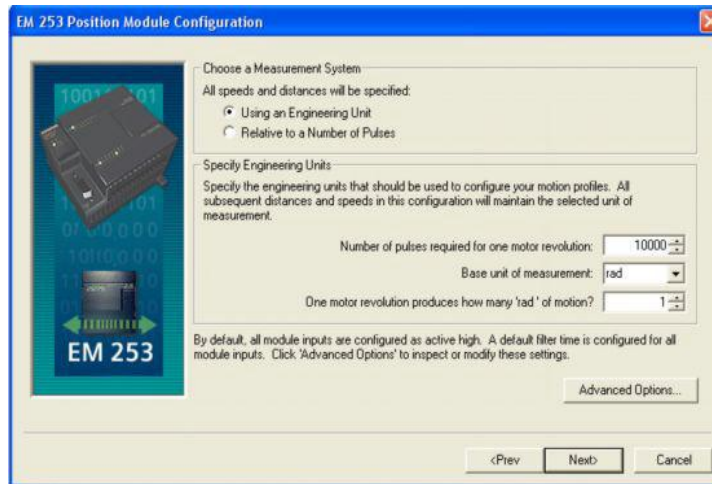


Şekil 6.11. EM 253'ün diğer akıllı modüllerin arkasına takılması

Kullanılacak ölçüm tipi

Resim 6.9'da görüldüğü gibi konfigürasyonun yapılmasında farklı ölçümler yapmak mümkündür. Bu ölçüm sistemleri mühendislik birimi veya darbe olabilir. Eğer darbe ölçü sistemi kullanılacak olursa bazı değerler girilmez çünkü bunları kendi seçer.

Ancak mühendislik ölçü sistemi kullanılacak olursa;



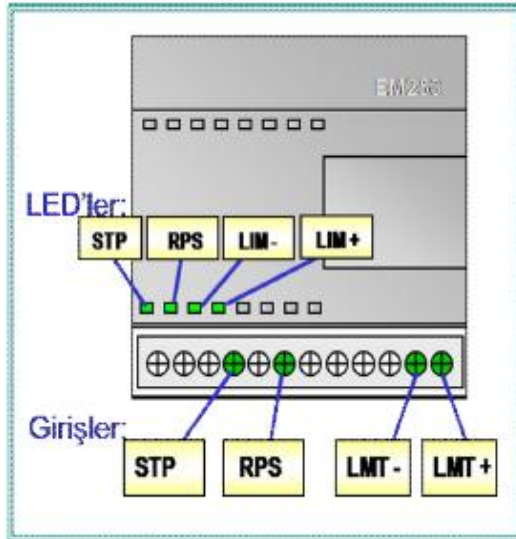
Resim 6.9. Kullanılacak ölçü tipinin seçilmesi

- Number of pulses required for one motor revolution: Motorun bir turunda oluşacak darbe sayısı (bu durum motor ve motor sürücüsünün özelliklerine bağlıdır).
- Base unit of measurement: Kullanılacak mühendislik ölçü sistemindeki ölçü birimi (inç, adım, milimetre veya santimetre).

- One motor revolution produces how 'inç, foot, mm, cm' of motion: Motorun bir tam turunda oluşacak hareket miktarı (seçilen ölçü birimi üzerinden hesaplanarak) seçeneklerindeki bilgiler verilmelidir.

EM253 Kontrol paneli motorun tam bir turunda oluşacak hareket miktarını daha sonra da değiştirme imkânı sağlar. Ancak ölçü birimi daha sonra değiştirilebilmesi için tüm ayarlamalar yeniden yapılmalıdır konfigürasyon silinip yeni baştan yapılmalıdır. Resim 6.9'da Advanced Options...(gelişmiş seçenekler) sekmesi tıklanınca karşımıza 'Advanced I/O Options' penceresi gelir.

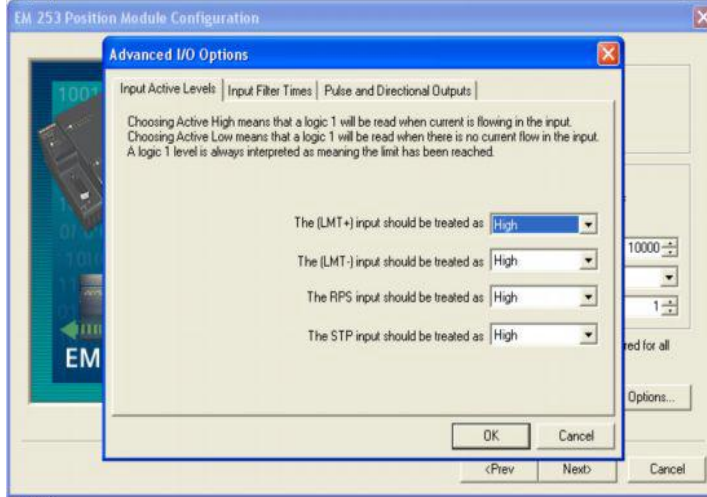
- i. Input Active Levels (giriş sinyallerinin aktif olma seviyesi): Bu bölmede LMT+, LMT-, RPS ve STP ayarları yapılır.



Şekil 6.12. EM 253'ün giriş uçlarının konumu

- LMT+: Bu giriş motor hareketinin pozitif maksimum sınırını belirler.
- LMT-: Bu giriş motor hareketinin negatif maksimum sınırını belirler.
- STP : Bu giriş sayesinde devam eden hareket durdurulabilir.
- RPS (Referans Noktası Anahtarı) : Bu giriş, mutlak hareketler için referans noktası oluşturan sensörün bağlanacağı yerdir (Şekil 6.12).

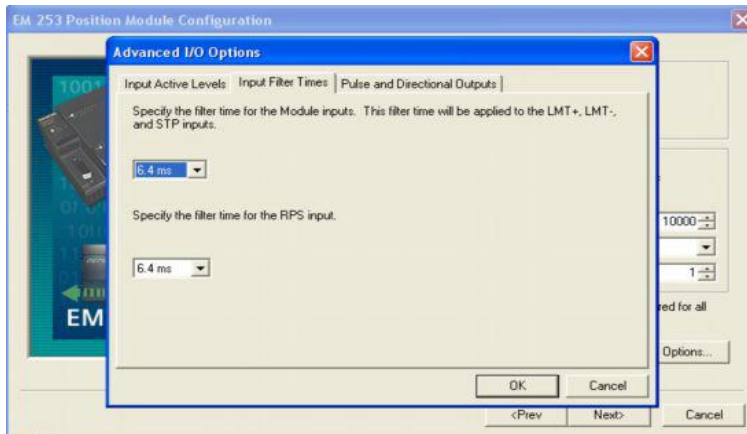
Not: Burada seviye High olarak ayarlanırsa, giriş enerji (akım) geldiğinde lojik bilgi '1' seviyesinde olur. Ancak seviye Low olarak ayarlanırsa, girişe akım geldiğinde lojik bilgi '0' akım kesildiğinde lojik bilgi '1' seviyesinde olur.



Resim 6.10. EM 253 giriş uçlarının giriş seviyeleri

ii. Input filter times (Giriş filtreleme zamanı):

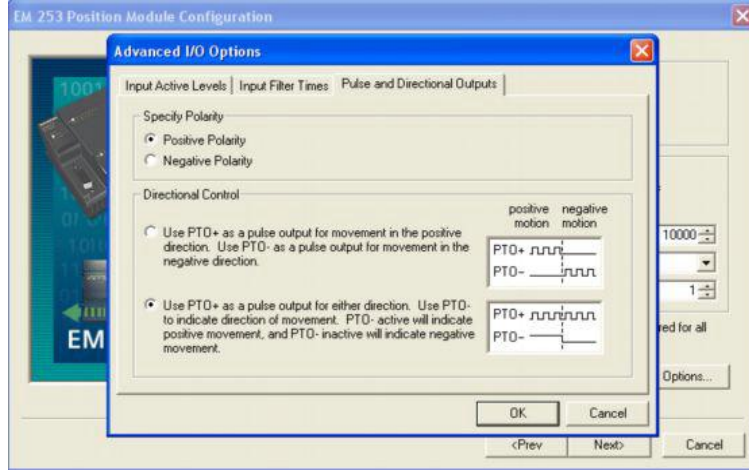
Bu bölmede, Resim 6.10'da gösterilen LMT+, LMT-, RPS ve STP sinyallerinin girişleri sırasında gecikme süresi ayarlanır; 0.2 ms ile 12.8 ms zaman değerleri arasında gecikme zaman ayarı yapılması mümkündür (Resim 6.11).



Resim 6.11. Giriş filtreleme zamanı

iii. Pulse and directional outputs (Darbe ve yön çıkışları):

Bu bölüme, çıkışların polaritesigirilerek yön kontrolüyapılmasına imkan verir (Resim 6.12).



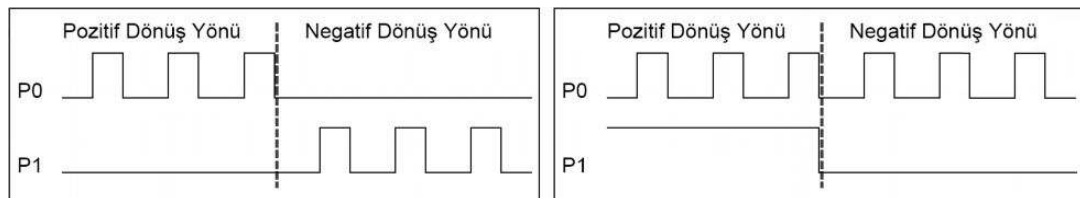
Resim 6.12. Darbe ve yön çıkışları

Polaritenin belirlenmesi ile ilgili seçenekler aşağıda anlatıldığı gibidir:

Pozitif polaritenin belirlenmesi

Uygulama yaparken polarite belirlemede sürücünün özelliklerine de bakılmalıdır. Dolayısıyla Şekil 6.13’de gösterilen pozitif polaritedeki çıkış iki seçenekle mümkündür. Bu seçeneklerden biri seçilmelidir.

- Pozisyon modülü, pozitif dönüş yönü için P0 çıkışından, negatif dönüş yönü için P1 çıkışından darbe üretir.
- Pozisyonlama modülü darbeleri P0 çıkışından üretir. Dönüş yönü pozitif ise P1 çıkışı 1, negatifse 0’dır (Başlangıçtaki ayar budur).

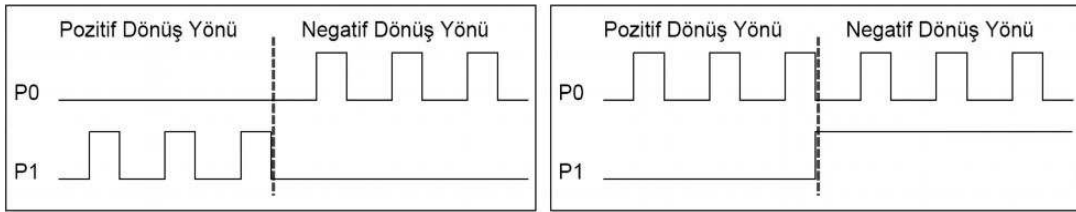


Şekil 6.13. Pozitif polarite için dönüş yönünün belirlenmesi

Negatif polaritenin belirlenmesi

Şekil 6.14’de gösterilen negatif polaritedeki çıkış iki seçenekle mümkündür. Bu seçeneklerden biri seçilmelidir.

- Pozisyon modülü, negatif dönüş yönü için P0 çıkışından, pozitif dönüş yönü için P1 çıkışından darbe üretir.
- Pozisyonlama modülü darbeleri P0 çıkışından üretir. Dönüş yönü negatif ise P1 çıkışı 1, pozitif ise 0’dır (Başlangıçtaki ayar budur).



Şekil 6.14. Negatif polarite için dönüş yönünün belirlenmesi

7. MALZEME VE METOD

7.1. Bileme Aparatında Mekanik Kısımda Kullanılan Parçalar Ve Özellikleri

7.1.1. Lineer kızak ve araba

Tablaların talaş tozundan etkilenmemeleri ve bileme esnasında oluşacak titreşimleri önlemek amacı ile lineer kızaklar tercih edildi (Resim 7.1). Geliştirilen sistemde doğrusal kızak modeli olarak SCHNEEBERGER marka BMF 15 serisi seçildi.



Resim7.1. Lineer kızaklı araba

7.1.2. Sonsuz vidalı dişliler

Sonsuz vida ve dişlisi bir mekanizmadır Sonsuz vidalı dişliler, genelde eksenlerinin izdüşümleri birbirine dik olan fakat kesişmeyen millerle gücü iletirler. Bir makinede çalışacak redüktörde; tahrik eksenini ile çıkış eksenini birbirine dik, redüktör hacmi küçük, çevirme oranı büyük ve hareketin frensiz durdurulması gibi şartlar isteniyorsa bu şartları en ekonomik olan sonsuz dişli redüktör yerine getirir [25].

7.1.3. Hassas yaylı kaplinler

Kaplin bir hareketi diğer bir ekipmana iletmek için kullanılan makine parçasıdır (Resim 7.2).



Resim 7.2. Kaplinler

7.1.4. Vidalı mil ve somun (RSW Tipi)

Sonsuz vidalı mil etrafında belirli bir açı ile dönen helislerden oluşmaktadır. En yaygın olarak kullanılan sonsuz vida mekanizması, silindirik sonsuz vida ve sonsuz vidanın çevresini kısmen saran dişliden meydana gelir. Sonsuz vida ve dişlinin dişleri arasındaki temas bir çizgi boyuncadır, ayrıca güç iletim kapasitesi oldukça iyidir.

Sonsuz vidalı mil bu projede motordan aldığı döndürme kuvvetini somun vasıtası ile bileme sisteminin yatay, düşey ve dikey (X,Y,Z) eksenlerde hareket etmelerini sağlar.



Resim7.3. Vidalı mil ve somun

7.2. Bileme Aparatında Elektronik Kısımda Kullanılan Parçalar Ve Özellikleri

7.2.1. Adım motor

Bu çalışmada, MSM11H51H-0674A model numaralı adım motorlar seçilmiş ve bu motorun özellikleri Çizelge 7.1 de verilmiştir. Özellikleri verilen adım motorunu kullanma amacımız;düşük hızlarda yüksek dönme momenti ürettikleri ve kontrolü kolay olduğu için sistemin taşıyabileceği yüke göre seçilmiştir.

Çizelge 7.1. Adım motor parametreleri

Voltajı	5,7
Çalışma Akımı	0,67Amper
Adım Açısı	1,8 Derece
N-CM	0,34

4 eksen için 4 adet adım motor satın alındı. PLC'den gelen emirler doğrultusunda motorun istenilen işlemleri gerçekleştirebilmesi için M2MD353 motor sürücüsü kullanılmıştır. Her bir sürücü ikişer adet M2MD353 motor sürücü entegresi içermektedir ve maksimum olarak 2,5 amper 24 Volt tepe değerine sahiptir. Sürücü girişi olarak paralel port arabirim kartından gelen yön ve adım sinyali kullanılır.

7.2.2. Adım motor sürücüsü

Şekil 7.2.'deki devrenin bağlantı şemasında adım motor sürücüsü ve Resim 7.4'de dört eksen için gerçekleştirilen bağlantı şekli görülmektedir. Ek olarak orada gösterilmeyen iki adet fonksiyonu daha vardır. Bu fonksiyonlar kullanılacak adım motora göre akım ve pals sayılarının uygun şekilde ayarlanmasını sağlar. Çizelge 7.2'de bu kontrol anahtarlarının konumlarına göre hangi değerlere denk geldiği çizelge olarak gösterilmiştir.

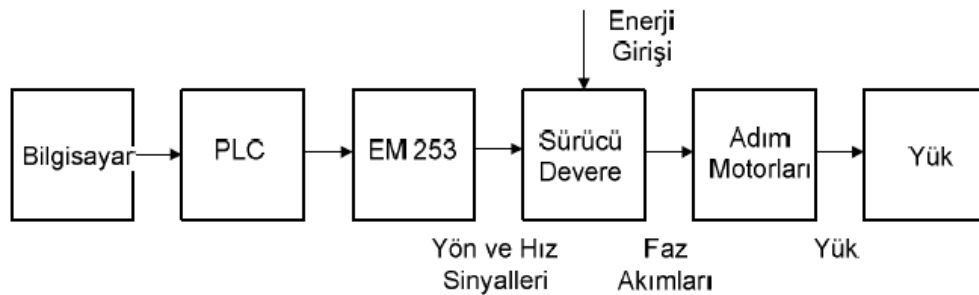
Çizelge 7.2. Adım motor sürücüsünün anahtar konumlarına göre akım ve adım değerleri

Dip1	Dip2	Akım
Off	Off	0.2A
On	Off	0.5A
Off	On	1A
On	On	2.5A

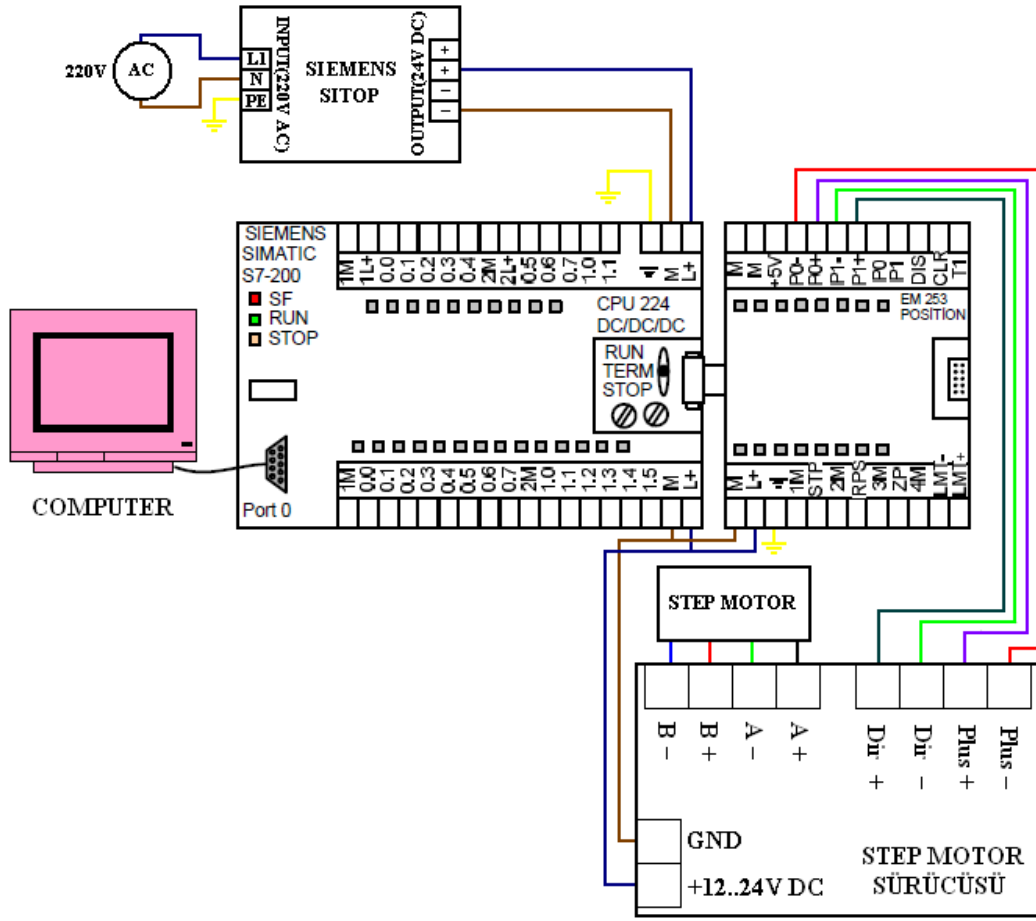
Dip1	Dip2	Step
On	On	200
Off	On	400
On	Off	800
Off	Off	1600

7.3. Tez Çalışmasında Gerçekleştirilen Kumanda Sistemi

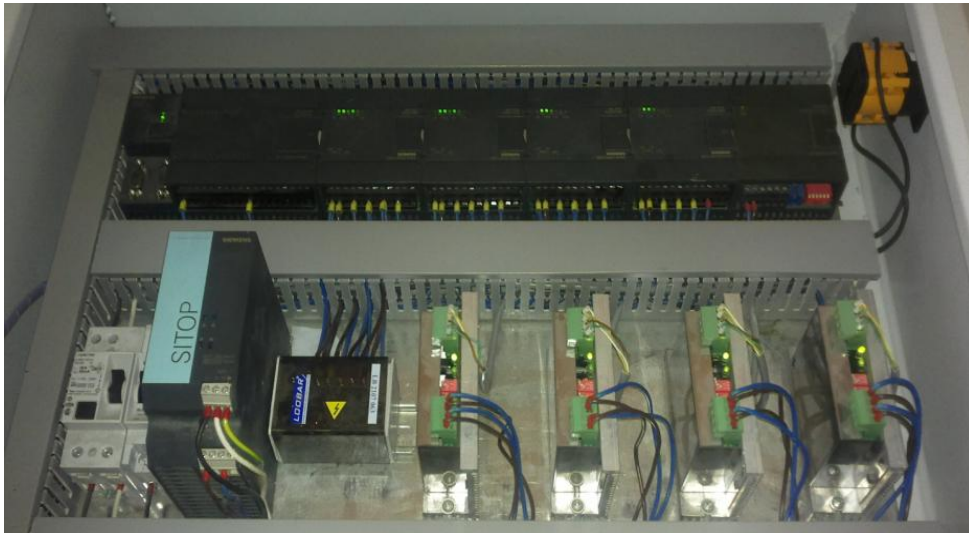
Şekil 7.1’de gerçekleştirilen sistem için açık döngü denetim blok diyagramı ve Şekil 7.2’de gerçekleştirilen sistem görülmektedir. Bilgisayar vasıtasıyla EM 253 Kontrol Panelinden kontrol sinyalleri oluşturulur ve bu sinyaller PPI veri yolu ile PLC ve EM 253 Pozisyonlama Modülüne gönderilir. Pozisyonlama modülü aldığı komutlar vasıtasıyla yön ve hız (PWM) bilgilerini sürücü devreye gönderir. Sürücü devreye gelen PWM sinyali sayısal kontrol sinyallerine dönüştürülür ve bu sayısal kontrol sinyalleri sürücü tarafından yükseltilerek adım motoru sargılarına uygulanır. Kontrol edilen adım motoru iki fazlıdır. Burada dikkat edilecek nokta sistem açık döngü denetim olduğundan motorun konumu bilinmiyor dolayısıyla motorun gönderilen bütün adım komutlarını yerine getirdiği kabul edilmektedir. Ancak yüksek hızlarda motor gönderilen komutları düzgün takip edemeyebilir ve adım kaçırabilir. Bu durumda oluşacak hatanın meydana gelmemesi için maksimum yük değeri için maksimum hız hesap edilerek bu yük ve hız değerlerinin aşılmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 7.1. Gerçekleştirilen sistem için açık döngü denetim blok diyagramı



Şekil 7.2. Bir eksen için gerçekleştirilen bağlantı şeması

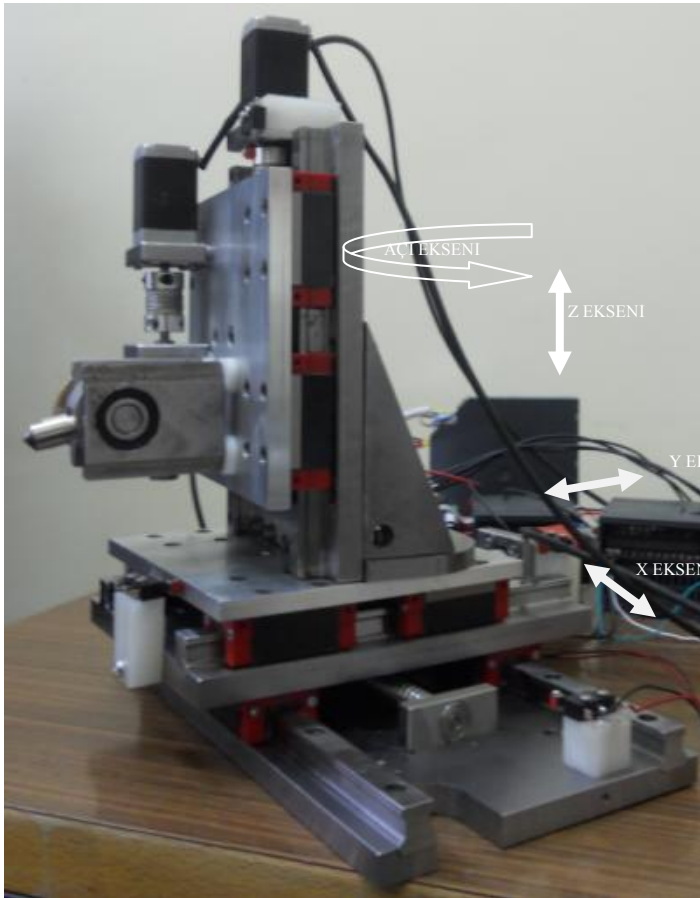


Resim 7.4.Dört eksen için gerçekleştirilen bağlantı şekli

8. MEKANİK TASARIM VE İMALAT

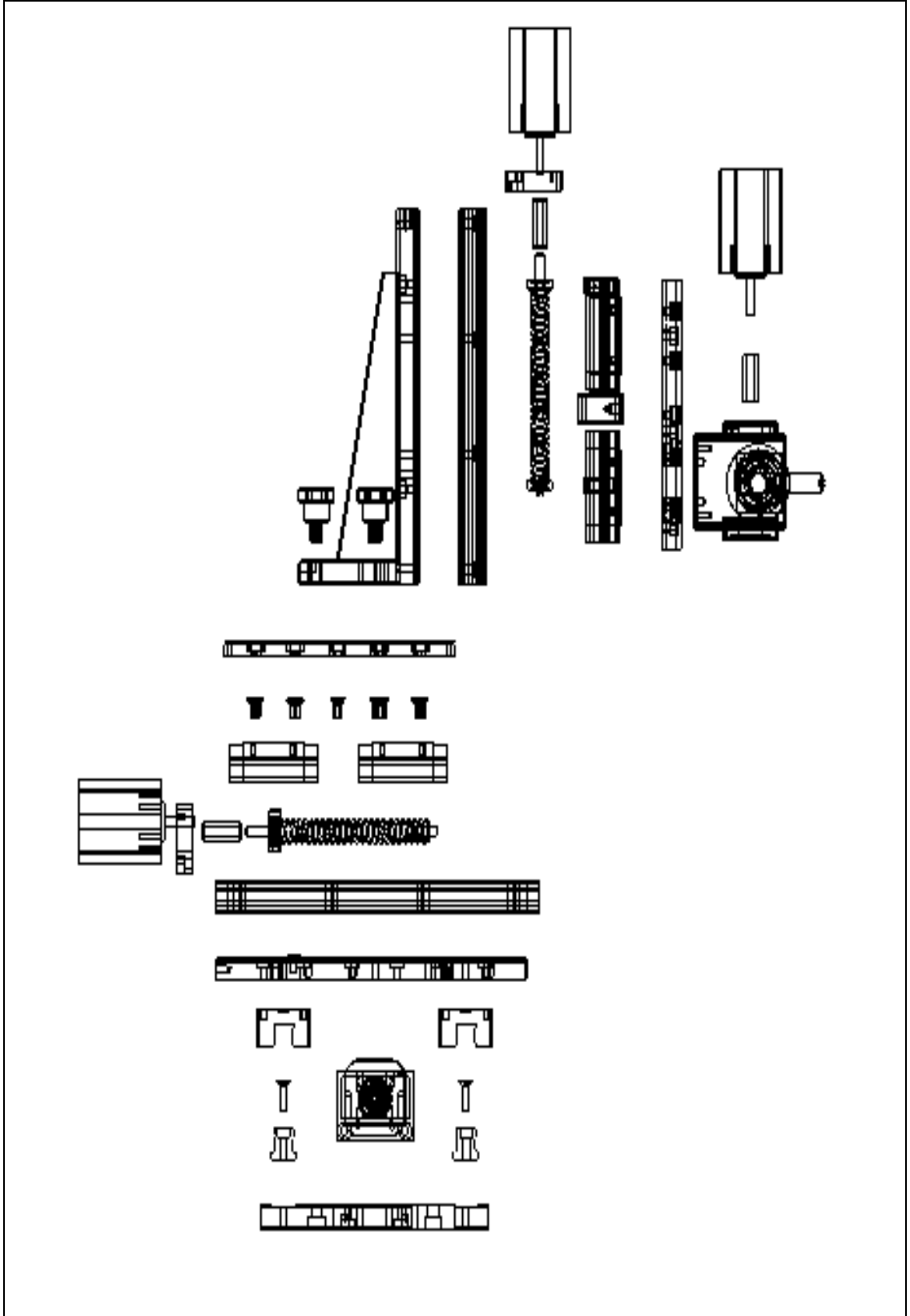
8.1. Bileme Aparatının Modellenmesi

Resim 8.1’de görülen taş bileme aparatı şu anda endüstriyel alanda kullanılan CNC’ler ile yaklaşık olarak aynı yapıya sahiptir. Taş bileme aparatının modellenmesinde X, Y, Z ve açılal eksen aynı sütun üzerinde hareket eder. Elle açılal hareket işlemi ise Z eksenini ile bağımlı hareket eder.

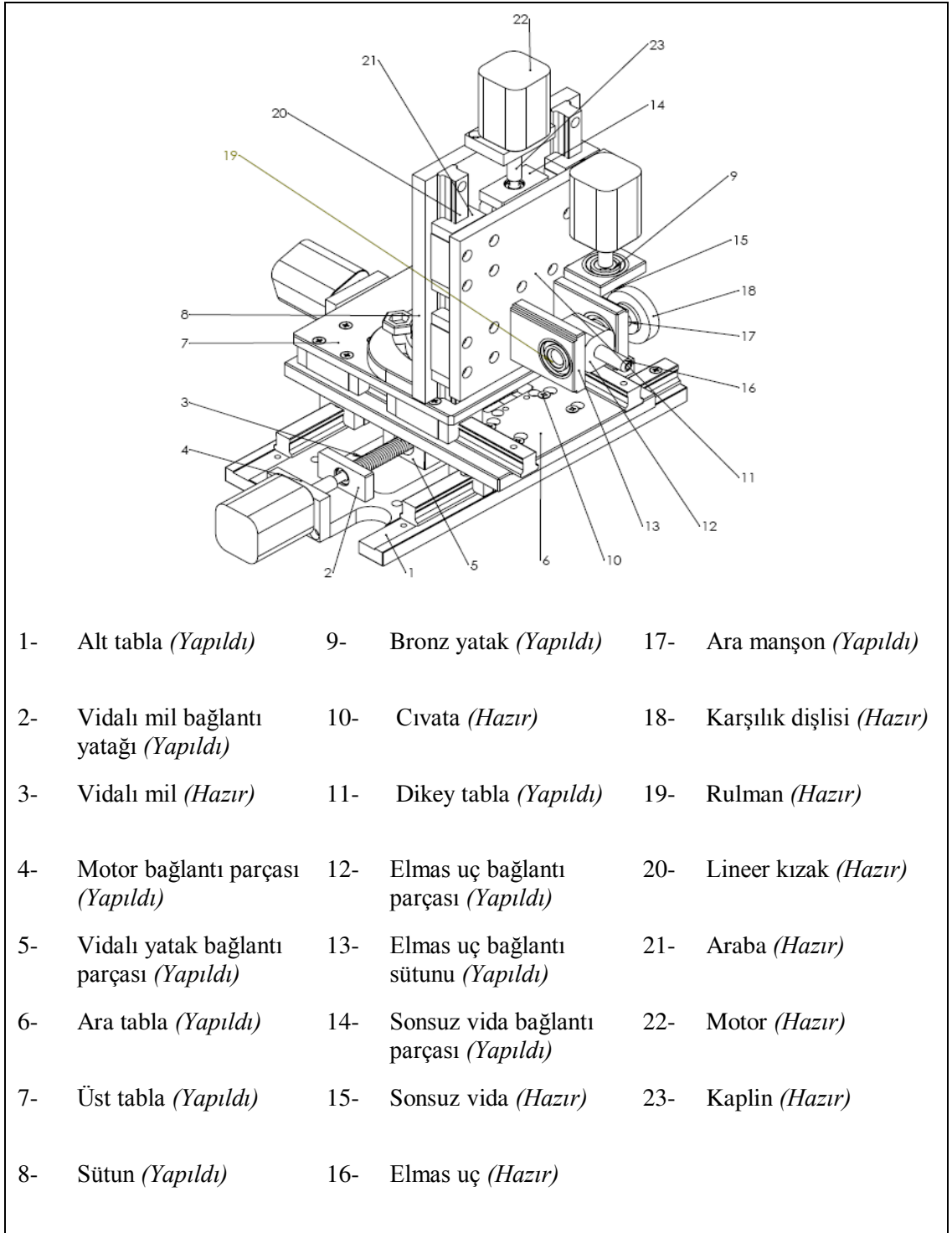


Resim8.1. Taş bileme aparatı tasarımı

İlk defa imal edilen taş bileme aparatının şematik görünümü Şekil 8.1 de verilmiştir. Çünkü kesici takım (elmas uç), dört eksenle birden hareket edebilme kabiliyetine sahiptir. Şekil 8.1’de taş bileme aparatının bir CAD ortamında tasarlanmış modeli ve numaralandırılan parçaları görülmektedir.



Şekil 8.1. İmal edilen taş bileme aparatının demontaj görünümü



Şekil 8.2. İmal edilen taş bileme aparatının şematik görünümü

Aparatın her hareket ekseni tek tek tasarlanmış ve imal edilmiştir.

Aparata yönelik olarak ;

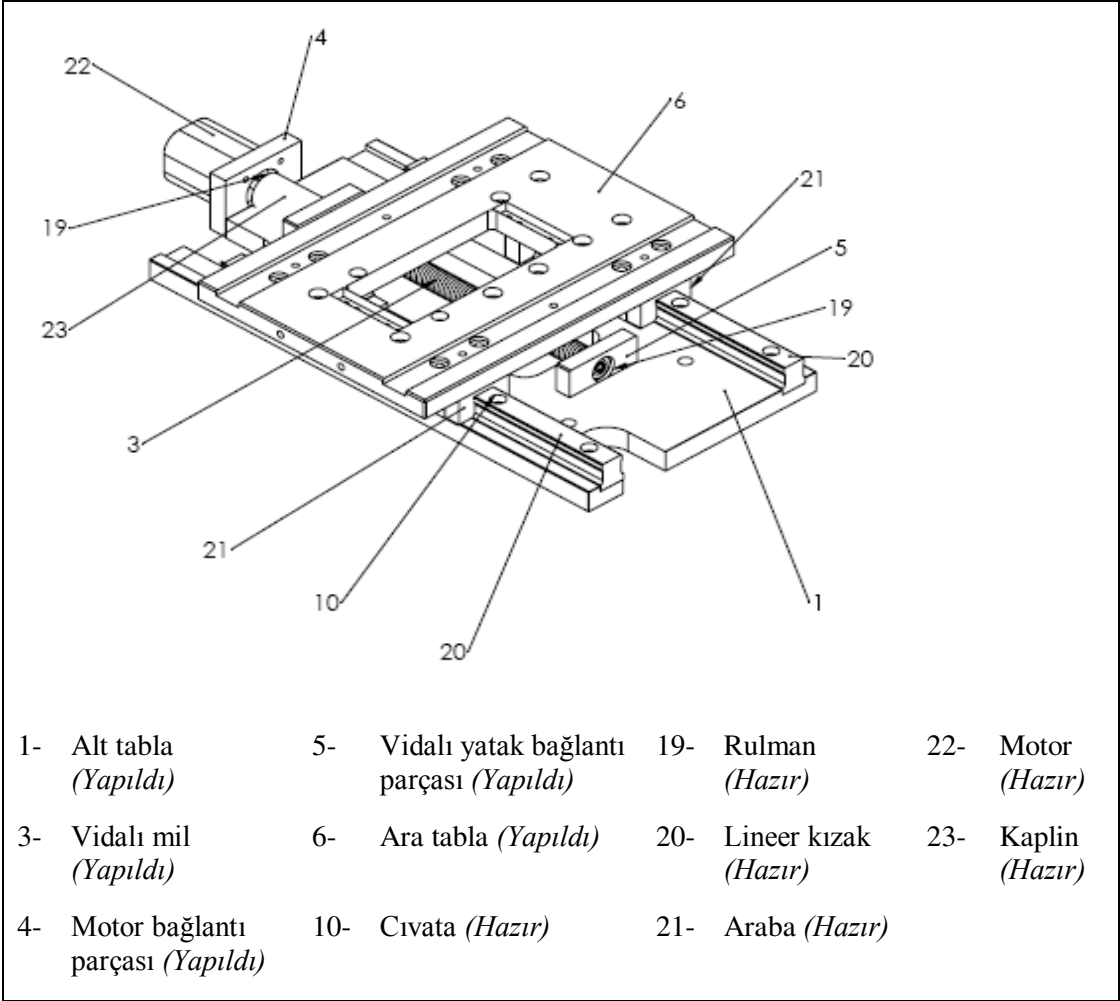
- X ekseninde tasarım ve imalat
- Y ekseninde tasarım ve imalat
- Z ekseninde tasarım ve imalat

Açısal hareketinde tasarım ve imalat yapılmıştır.

8.1.1. X ekseninin modellenmesi ve imalatı

Taş bileme aparatının modellenmesi donanım ve yazılım olarak iki başlık altında toplanır. Donanım kısmını mekanik sistemler ve sürücü devrelerden oluşur. Yazılım kısmı ise PLC yazılımından oluşur. Şekil 8.2’de görülen taş bileme aparatına ait ana elemanların fonksiyonları kısaca açıklanmıştır.

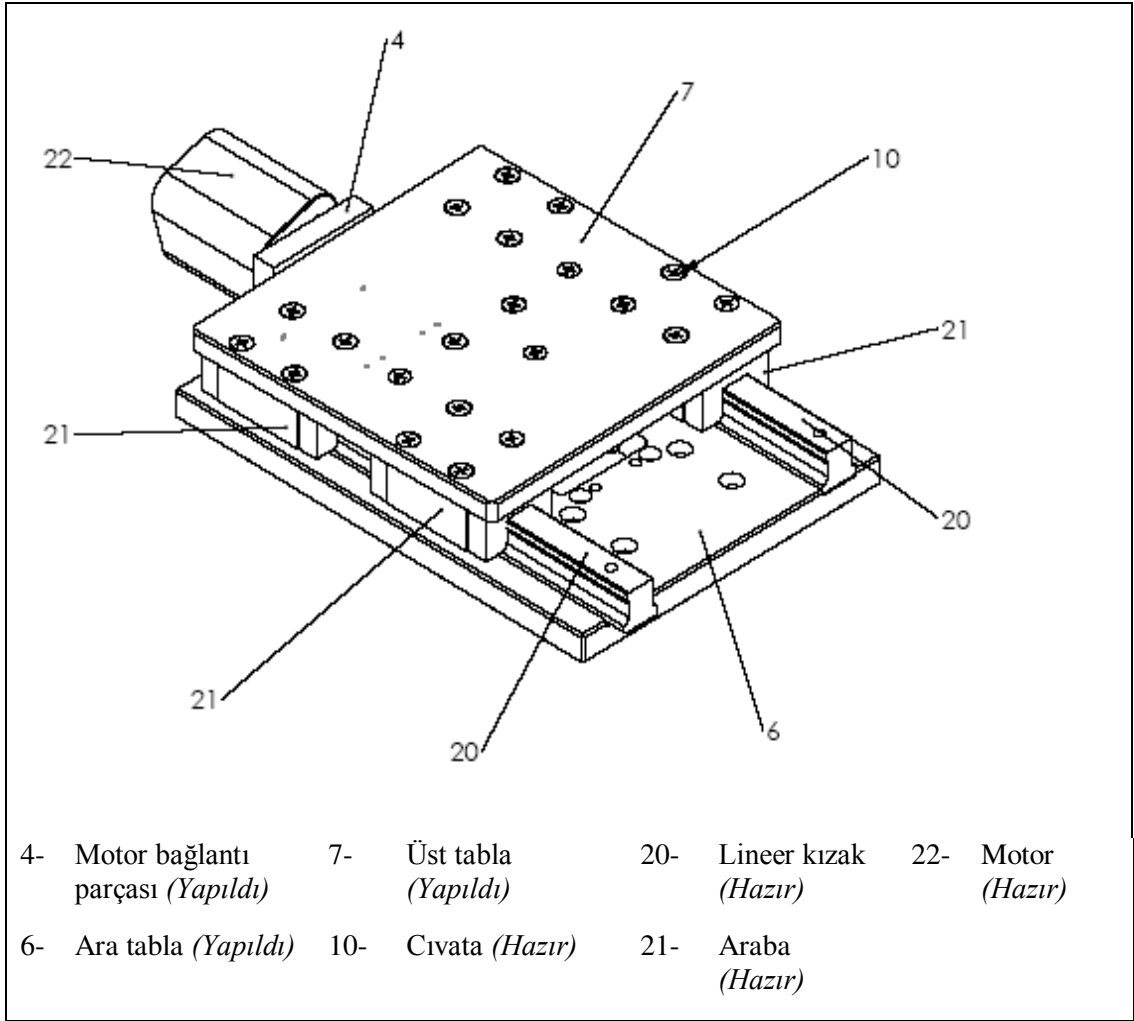
Alt tabla 290x150x12 mm boyutlarındadır. Ç1020 malzemesinden imal edilmiştir. Alt tablanın modellenmesi; lineer cetvel, kaplin, vidalı mil, lineer kızak arabaların ve motorların boyutları göz önünde bulundurularak yapılır. Lineer kızakların montajlanması işleminde titreşim ve salgıyı önlemek amacı ile alt tabla üzerine 290x15x1mm ölçülerinde boşaltma işlemi yapılmıştır. Lineer kızakların rahat ve hassas çalışması aynı zamanda motorların montajının hassas olabilmesi için alt tablanın iki yüzeyi de taşlanır. Gerekli imalat işlemleri yapıldıktan sonra alt tabladaki X eksen hareketi tahrik elemanlar montaj edilmiştir (Şekil 8.3).



Şekil 8.3. X eksenli hareket alt montajı

8.1.2. Y ekseninin modellenmesi ve imalatı

Ara tablanın 205x150x12 mm boyutlarında Ç1020 malzemesinden imalatı gerçekleştirilmiştir. Ara tablanın modellenmesi; kaplin, lineer cetvel, vidalı mil, lineer kızak, arabaların ve motorların boyutları göz önünde bulundurularak yapılır. Lineer kızakların montajlanması işleminde titreşim ve salgıyı önlemek amacı ile ara tabla üzerine 205x15x1 mm ölçülerinde boşaltma işlemi yapılmıştır. Y eksen hareketine yardımcı olmak amacıyla Ç1020 malzemesinden üst tablanın imalatı 150x150x8 mm boyutlarında yapılır. Ara tabladaki Y eksen hareketi oluşturulmaya başlanır. Alt tabla grubu tamamlandıktan sonra, ara tabla üstü ve üst tabla altı, grubuna geçilir. (Şekil 8.4).

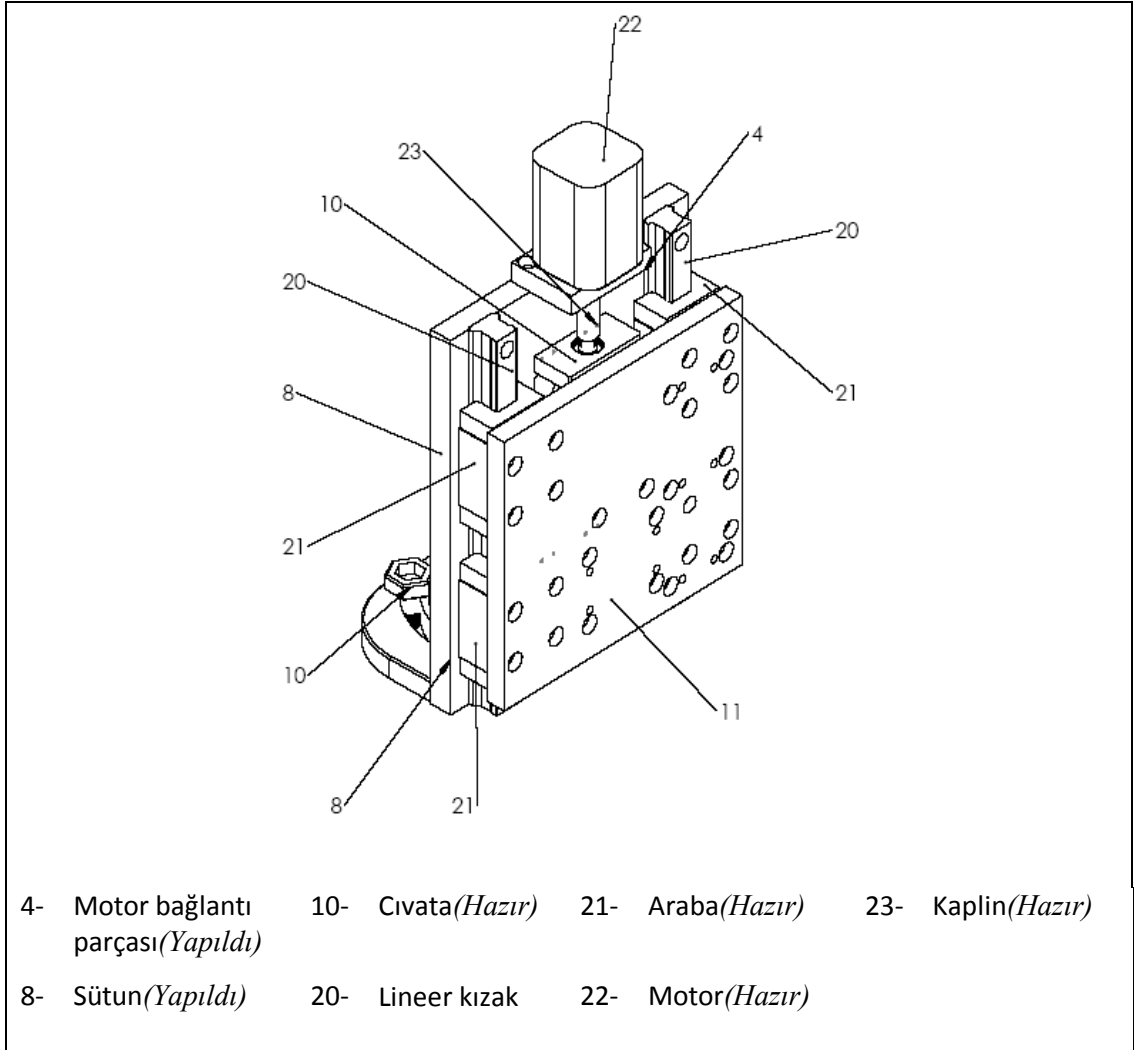


Şekil 8.4. Y eksen hareket alt montajı

8.1.3. Z ekseninin modellenmesi ve imalatı

Sütun 195x110x12 mm boyutlarında Ç1020 malzemesinden imal edilmiştir. Sütun modellenmesi; kaplin, lineer cetvel, vidalı mil, lineer kızak, arabaların ve motorların boyutları göz önünde bulundurularak yapılır. Lineer kızakların montajlanması işleminde titreşim ve salgıyı önlemek amacı ile sütun üzerine 195x15x1 mm ölçülerinde boşaltma işlemi yapılır. Sütunun alt tarafında bulunan 65x150x12 mm boyutlarındaki parçanın üzerine R8 mm yarıçapında delik açılır. Z eksen hareketine yardımcı olarak dikey tabla imalatına 150x140x10 mm boyutlarında Ç1020 malzemesinden devam edilir. Alt tabla, ara tabla üstü ve üst tablanın alt grubuna

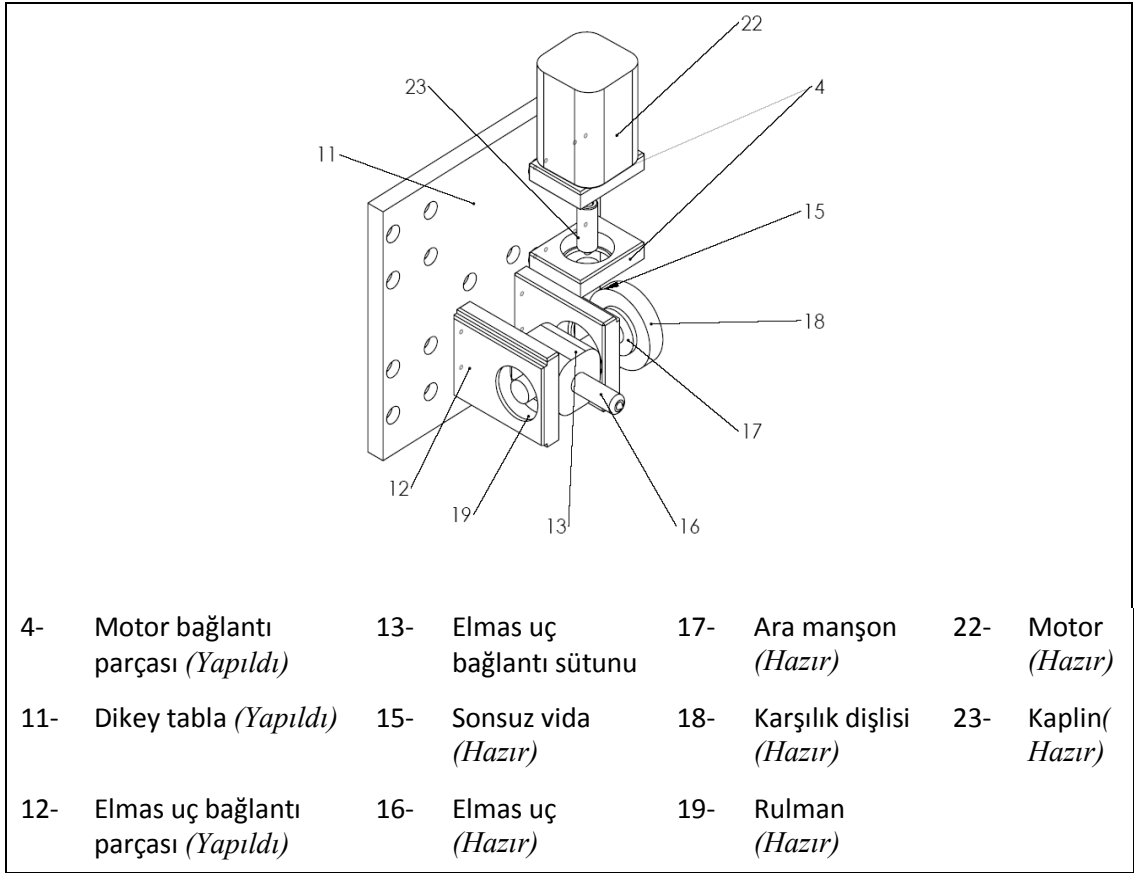
gerekli tasarım ve imalat işlemleri yapıldıktan sonra sütun grubuna geçilir. (Şekil 8.5).



Şekil 8.5. Z eksenli hareket alt montajı

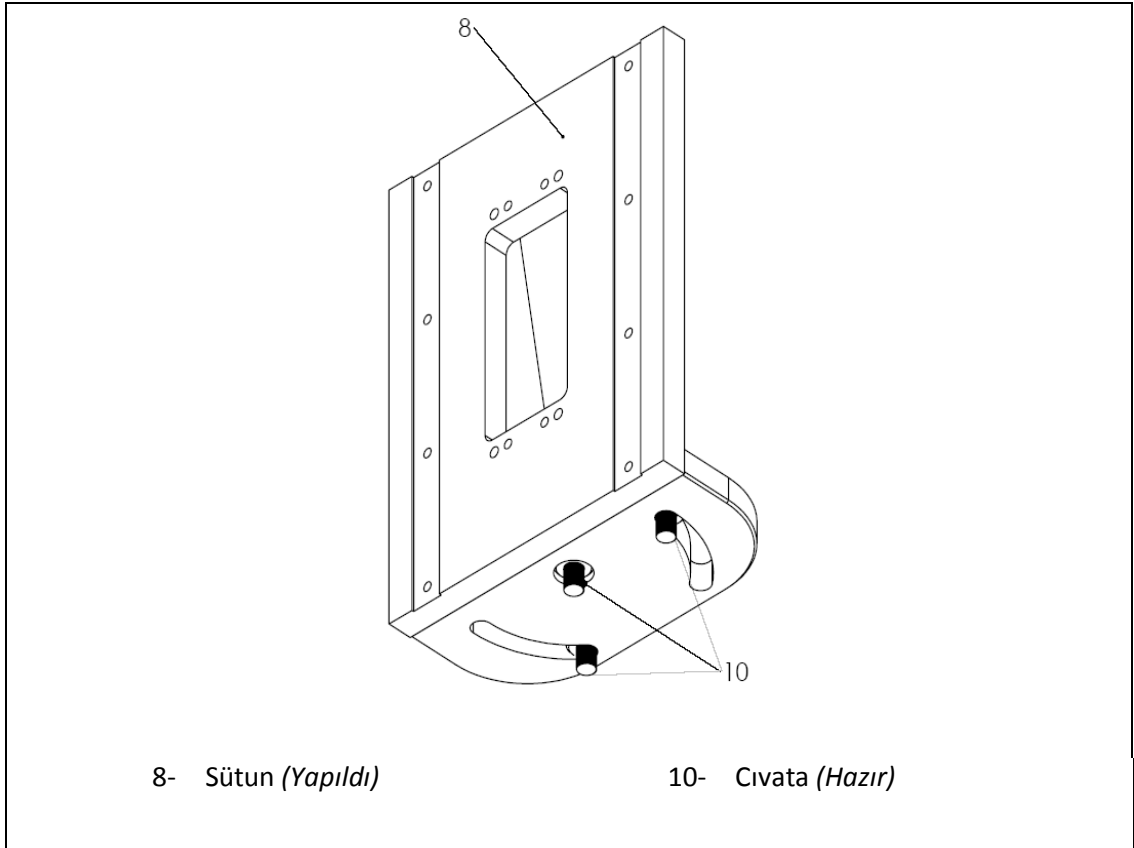
8.1.4. Açısal hareketin modellenmesi ve imalatı

Tasarımda verilmiş olan dikey tabla üzerine sonsuz vida bağlantısı, elmas uç bağlantısı, rulmanlar, kaplin, enkoder, sonsuz vida ve karşılık dişlisinin parçası için gerekli delikler açılmıştır. Elmas uç konik şeklinde olduğundan elmas uç bağlantı parçasına konik delik açılır (Şekil 8.6).



Şekil 8.6. Açısalthareket alt montajı

Sütunun alt tarafında bulunan 65x150x12 mm boyutlarındaki parçanın montajı 8 mm yarıçapındaki delik vasıtasıyla ve cıvata ile üst tablaya yapılmıştır. Cıvatalar gevşetildiğinde, sütuna istenilen değerde beşinci açı hareketi elle verilebilmektedir. (Şekil 8.7).



Şekil 8.7. Elle açısal hareket alt montajı

8.2. Bileme Aparatının Montajı

Yapılan tasarım doğrultusunda ve 3 boyutlu montaj resimleri yardımıyla X,Y,Z ve açısal hareket tablalarının montajı gerçekleştirilir. Montaj sırası, eksenler birbiri üzerine bağlantılı olduğundan X,Y,Z ve açısal eksen sırayla gerçekleştirilir. Montaj aşamaları aşağıdaki gibidir:

8.2.1. X ekseninin montajı

Alt tabla 290x150x12 mm boyutlarında Ç1020 malzemesinden imal edilmiştir. Alt tablaya ait profiller; vidalı mil, lineer kızak, arabalar, kaplin, rulmanlar, motor ve motor bağlantı parçası gibi elemanların birleştirme işlemi cıvata ile gerçekleştirilmiştir. Lineer kızakların üzerindeki arabalara ara tabla montajı yapılmıştır. X ekseninde ne kadar mesafe gittiğimizi görmemizi sağlayan lineer cetvel bağlantı işlemi de cıvata yardımı ile alt tablaya yapılmıştır. Alt tabla ve ara

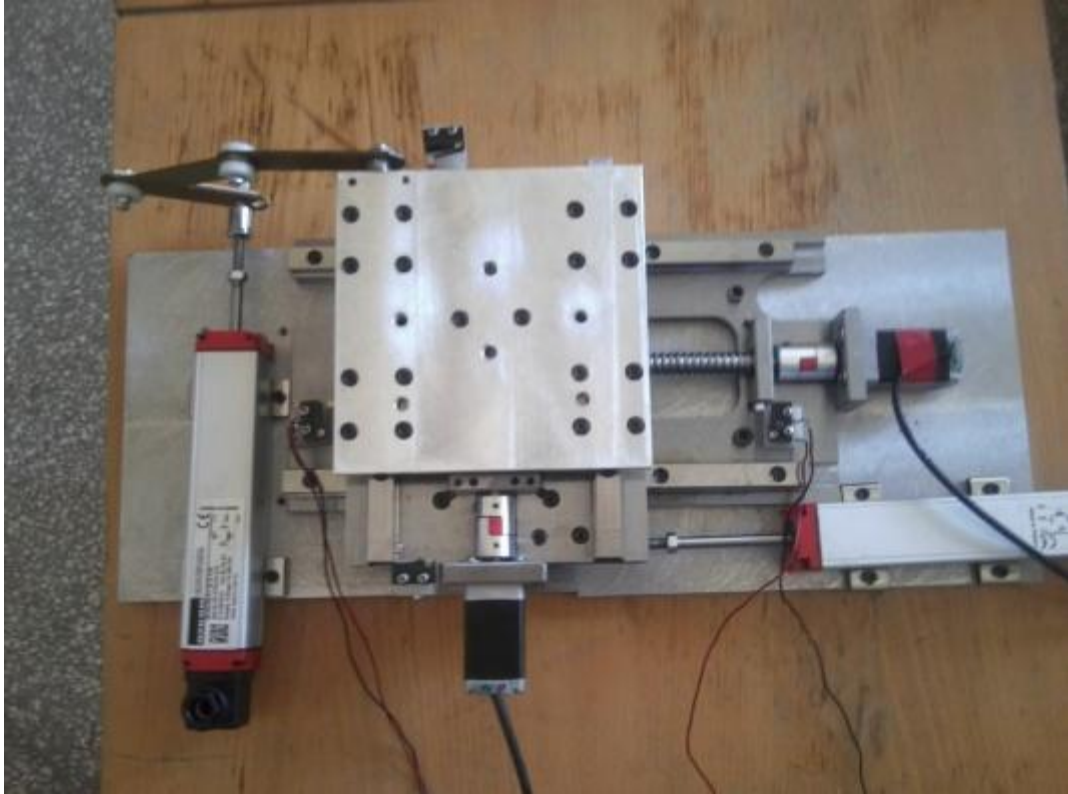
tabladaki bağlantı işlemleri gerçekleştikten sonra PLC kontrol ünitesi yardımı ile istenilen bir değerde motora enerji verilerek X eksenindeki ilk hareket işlemi gerçekleştirilmiştir. X eksenindeki hareket işlemi maksimum 120 mm'dir (Resim8.2).



Resim 8.2. X eksenindeki sistemin montajı

8.2.2. Y ekseninin montajı

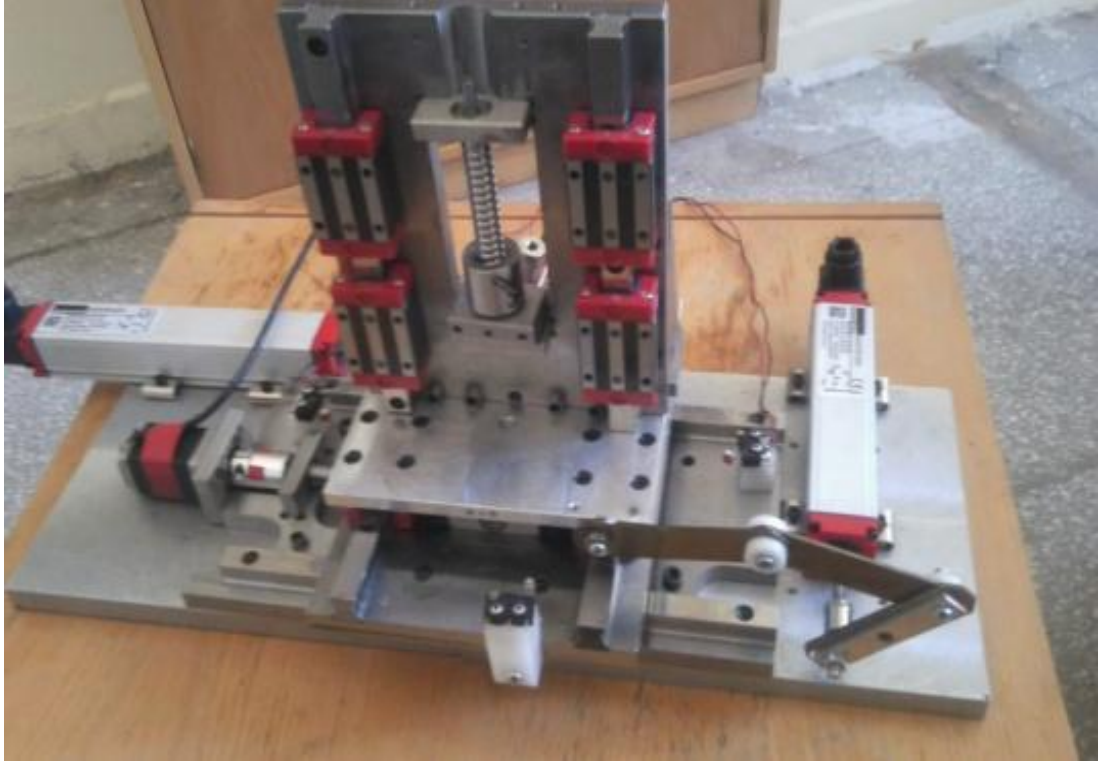
Ara tablanın 205x150x12 mm boyutlarında ve üst tablanın 150x150x8 mm boyutlarında Ç1020 malzemesinden imalatı gerçekleştirilmiştir. Alt tabla montaj işlemi (X eksen) tamamlandıktan sonra, ara tabla üstü ve üst tabla altı, montaj işlemi yapılmıştır. Montaj işlemi tamamlandıktan sonra ara tabla üzerine; vidalı mil, lineer kızak, arabalar, lineer cetvel, kaplin, rulmanlar, motor ve motor bağlantı parçası cıvata ile birleştirilmiştir. Sonra arabaların üzerine, üst tabla cıvata yardımıyla montajlanmıştır. Daha sonra PLC kontrol ünitesi yardımı ile istenilen bir değerde motora enerji verilerek ikinci hareket olan Y eksenindeki hareket işlemi gerçekleştirilmiştir. Y eksenindeki hareket işlemi maksimum 60 mm aralıkta hareket etmektedir (Resim 8.3).



Resim 8.3. Y eksenindeki sistemin montajı

8.2.3. Z ekseninin montajı

Sütun 195x110x12 mm ve dikey tabla 150x140x10 mm boyutlarında Ç1020 malzemesinden imalatı gerçekleştirilmiştir. Sütunun alt tarafında bulunan 65x150x12 mm boyutlarındaki parçanın üzerinde 8 mm yarıçapındaki deliğe cıvata yardımı ile üst tablaya montajı yapılmıştır. Alt tabla, ara tabla üstü ve üst tablanın (X-Y eksen) montajı tamamlandıktan sonra sütun (Z eksen) grubuna geçilmiştir. Üst tabla montajı ile sütun montajı yapıldıktan sonra sütun üzerine lineer kızaklı araba, vidalı mil, kaplin, rulman, motor, motor bağlantı parçası ve lineer cetvel bağlantı işlemleri cıvatalar yardımı ile yapılmıştır. Arabaların üzerine dikey tabla cıvata ile montajlanmıştır. PLC kontrol ünitesi yardımı ile istenilen bir değerde motora enerji verilerek üçüncü hareket olan Z eksenindeki hareket işlemi gerçekleştirilmiştir. Z eksenindeki hareket mesafesi 50 mm'dir (Resim8.4).



Resim8.4. Z eksenindeki sistemin montajı

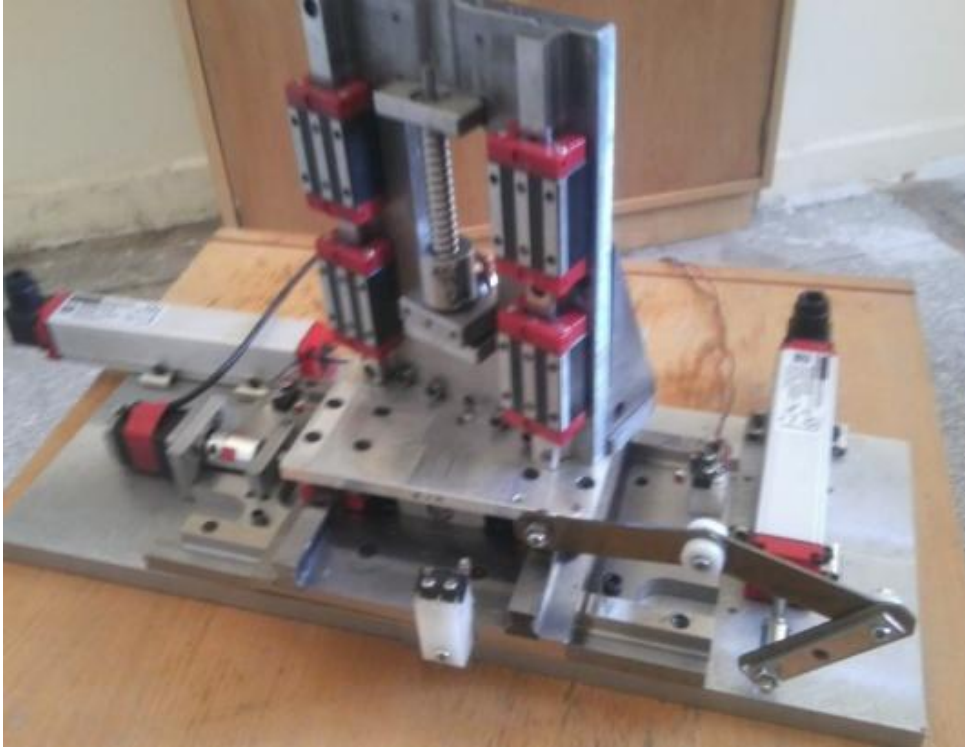
8.2.4. Açısal hareketin montajı

Sonsuz vida bağlantı parçası dikey tablaya cıvata ile montajlanır. Elmas uç bağlantı parçasına rulmanlar ile sonsuz vida ve karşılık dişlisinin montajı yapılmıştır. Elmas uç bağlantı sütunundaki konik deliğe elmas uç yerleştirilmiştir. Ara manşon, motor bağlantı parçası motor ve enkoder, elmas uç bağlantı parçasına bağlandıktan sonra PLC kontrol ünitesi yardımı ile istenilen bir değerde motora enerji verilerek dördüncü hareket olan motorla açılı hareketi gerçekleştirilmiştir (Resim 8.5).



Resim8.5. Açısal hareket sisteminin montajı

Sütunun alt tarafında bulunan 65x150x12 mm boyutlarındaki parçanın üzerinde 8 mm yarıçapındaki deliğe, cıvata ile üst tablaya montajı yapılmıştır. Montajı yapılan cıvata biraz gevşetildiğinde sütuna istenilen değerde beşinci açı hareketi elle verilmektedir (Resim8.6).



Resim 8.6. Elle açma hareket sisteminin montajı

8.2.5. Taş bileme aparatı montajının tamamlanmış hali

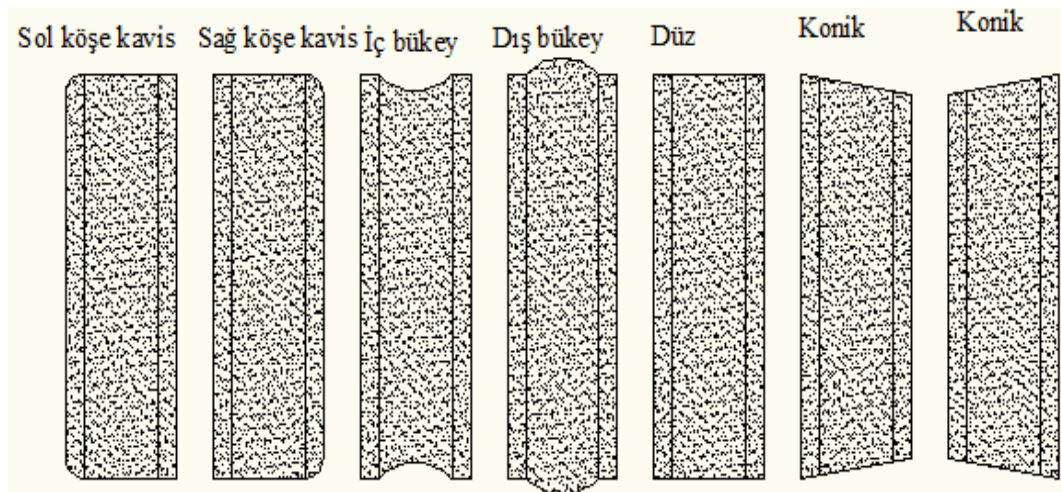


Resim8.7. Taş bileme aparatı montajının tamamlanmış hali

8.3. Bileme Aparatının Genel Özellikleri

EM-253 pozisyonlama modülü tek eksende adım motor kontrolü yapabilmektedir. Bu yüzden dört eksen için dörder adet modül, sürücü ve adım motor kullanılmaktadır. Uygulama için gerekli bağlantılar yapıldıktan sonra S7-200 PLC'ye ait ADIM 7-microWIN PLC derleyici programı kullanılarak üretilecek parçaya ait özelliklere göre profil oluşturularak PLC programlanmaktadır. Ayrıca oluşturulan profillere dışarıdan müdahale edebilmek için ara yüz programı kullanılmaktadır. Böylece taş bileme ve profil verme aparatının bilgisayar ortamına taşınarak sıfır hata ile bileme ve profil oluşturma işleminin dört eksende gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Cihazın kalibrasyon ölçümü yapılmıştır. Ölçümün yapılma amacı eksenler arasında diklik ve paralelliğin sağlanıp sağlanmadığını ölçmektir.

İmalatı gerçekleştirilen taş bileme aparatı ile taşın taşlama yüzeyine iç bükey, dış bükey ve farklı eğrisel biçimler verilebilir (Şekil 8.8). Taşın yüzeyine merkezden $\pm 30^\circ$ kadar açı verilerek konik bileme yapılabilir. PLC kontrol ünitesi aracılığı ile elmas uca ileri-geri, yükseklik ve açısal hareketlere istenilen bileme değeri girilerek taş bileme işlemi yapılabilir. Taş bileme aparatının X ve Y eksenlerine bağlanan motorlar yardımı ile taşın kavisli olarak şekillenmesi ve bilenmesi de gerçekleştirilebilir.



Şekil 8.8. İmalatı gerçekleştirilen taş bileme aparatı ile taşın yüzeyine verilebilecek profil örnekleri

9. MALZEME VE METOD

9.1. Malzeme Seçimi

Bu çalışmada, kullanım sahası geniş olan Ç8620 sertleştirilmiş sementasyon çeliği üzerinde deneyler gerçekleştirilmiştir.

9.1.1. Numunelerin hazırlanması

Ç8620 çelik malzemelerden 57 mm çapında ve 100 mm boyunda 2 adet numune hazırlanmıştır. Her iki numunede iki punta arasına bağlanarak taşlanacak şekilde punta delikleri ve numunelerin bir tarafına firdöndü bağlamak için 10 mm boyunda ve 30 mm çapında faturalar açılmıştır (Resim 9.1). Deneylerde Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği atölyelerinde bulunan üretim tezgâhlarından yararlanılmıştır.



Resim9.1.Deneyde kullanılan numune

9.1.2. Sertleştirme ve sertlik ölçümleri

Toplam 2 adet Ç8620 malzeme numuneleri sementasyon yolu ile sertleştirilmiştir.

Silindirik taşlama deneyinde kullanılacak çelik malzemeler ısıtılma işleminden sonra, sertleştirilmiş numunelerin sertlikleri ölçülmüştür. Her iki numune için, numune üzerinden üç ayrı bölgeden ölçme yapılmış ve ölçülen sertlik değerlerinin ortalaması alınarak malzemelerin sertliği olarak kabul edilmiştir. Sertlik birimi olarak Rockwell

Sertlik değerleri (HRC) kullanılmış ve sertlik ölçüm sonuçları Çizelge 9.1’de verilmiştir.

Çizelge 9.1. Numunelerin sertlik ölçüm değerleri

Sıra No	Ç8620 Sertleştirilmiş HRC			Orta. HRC
1	62,5	61,0	60,0	61,5
2	62,5	61,0	60,0	61,5

9.1.3. Zımpara taşları

Zımpara taşlarının yapımında, aşındırıcı olarak değişik malzemeler kullanılmaktadır.

Bu araştırmada geleneksel yapay aşındırıcı grubuna giren yaygın üretimi ve kullanım alanı olan Alüminyum Oksit (A) aşındırıcı tipi seçilmiştir. Alüminyum Oksit (A) aşındırıcı, demir ihtiva eden malzemeleri taşlamak için kullanılır. Bu aşındırıcı, geleneksel yapay aşındırıcıların en yumuşağı ve çarpmalara karşı dirençli olanıdır [2].

9.1.4. Taş tane büyüklüğünün (ttb) seçimi

Aşındırıcı taneler tane büyüklüğüne göre kaba, orta, ince ve çok ince taneler olarak sınıflandırılmıştır.

Taşlamacılıkta kullanım oranı en yüksek olanlar orta ve ince grubu oluşturan değerlerdir. Bu çalışmada da, bu husus dikkate alınarak 46, 60 ve 80 tane büyüklük değerleri seçilmiştir.

9.1.5. Taş dokusunun (td) seçimi

Bu çalışmada, tane dokusu olarak 7 nolu doku seçilmiştir.

9.1.6. Taş sertliğinin (ts) seçimi

Gerek kullanım yaygınlığı, gerekse özellikleri bakımından seramik birleştirme maddesi bu araştırmada tercih edilmiştir. Taşların sertlikleri A’dan Z’ye kadar

kodlanmıştır. A en yumuşak taşı, Z ise en sert taşı simgelemektedir. Sertliklerin tasnifi Çizelge 9.2’de görülmektedir [2]

Çizelge 9.2. Taşların sertliği

SERTLİK	SERTLİK İŞARETLERİ
Aşırı yumuşak	A B C D
Çok yumuşak	E F G
Yumuşak	H I J K
Orta sert	L M N O
Sert	P Q R S
Çok sert	T U V W
Aşırı sert	Z X Y

Sertlik olarak, en uygun kullanım yumuşak, orta sert ve sert olarak tanımlanan gruplarda yoğunlaşmaktadır. Çalışmada en yaygın olarak kullanılan M sertlik derecesi seçilmiştir.

9.1.7. İşin ilerlemesi (ii)

Silindirik taşlamada seçilebilecek en fazla ilerleme, işin her bir devrinde taşın kendi genişliği kadar ilerlemesi veya tablanın taş genişliği kadar taş önünden geçmesidir.

$$ii = \frac{1000 \cdot V_t}{n_i} \frac{mm}{dev} \quad veya \quad ii = \frac{\pi \cdot d_i \cdot V_t}{V_i} \frac{mm}{dev} \quad (9.2)$$

eşitlikleri ile hesaplanır.

Genelde, işin ilerlemesi kaba yüzeyler için yüksek, bitirme yüzeyleri için düşük seçilir. Bu çalışmada ise, işin ilerlemesi 5 mm/dev ve 15 mm/dev olarak seçilmiştir. İşin ilerlemesini bu şekilde ayarlama gibi bir imkân olmadığından tablanın hızını ayarlar işin ilerlemesi de ayarlanmış olacaktır. Tablanın hızını ayarlamak için gerekli hesaplamalar:

Öncelikle 5 mm/dev ve 15 mm/dev demek; iş bir devir döndüğünde taş işin üzerinde 5mm veya 15 mm yol kat edecek demektir. Doğal olarak işin içinde devir olduğu için bu deneyde kullanacak işin devir sayıları da hesaba katılmalıdır.

Cho=100 için (yani 94 dev/dak) 5 mm/devir ve 15 mm/devir

94 devri	60 s	1 devirde	5 mm	1 devirde	15mm
x_1 devri	1 s	$1,57$ devirde	y_1 mm	$1,57$ devirde	z_1 mm
$x_1 = 1,57$ devir		$y_1 = 7,83$ mm/s		$z_1 = 23,5$ mm/s	
		(5 mm için işin bağlandığı tablanın hızı)		(15 mm için işin bağlandığı tablanın hızı)	

Cho=150 için (yani 64 dev/dak) 5 mm/devir ve 15 mm/devir

64 devri	60 s	1 devir de	5 mm	1 devirde	15 mm
x_2 devri	1 s	$1,07$ devirde	y_2 mm	$1,07$ devirde	z_2 mm
$x_2 = 1,07$ devir		$y_2 = 5,33$ mm		$z_2 = 16$ mm/s	
		(5 mm için işin bağlandığı tablanın hızı)		(15 mm için işin bağlandığı tablanın hızı)	

Taşılama tezgâhında işin bağlandığı tablanın hızı bir kol yardımıyla ayarlanabiliyor fakat kol lineer olmadığından dolayı herhangi bir değer aldığımız noktadan oynatıp tekrar aynı noktaya geldiğimizde aynı hız sonucunu vermiyor. Yani tablanın sabit bir skalası yok. Bu nedenden dolayı her seferinde gerekli hızı tekrar tekrar bulmaya çalıştık. Bu tekrarlama işlemine son vermek için 10mm mesafe çok kısa olduğundan tezgah hareketini 70 mm hareket edecek şekilde sınırlayıp (bu mesafeden tekrar sökmeye gerek kalmadan işin taşlanması rahatlıkla yapılabilirdi için seçildi) bu hızlara göre 70mm mesafeyi olması gereken süre hesaplandı.

Cho=100 için (yani 94 dev/dak)

Cho=150 için (yani 65 dev/dak)

5 mm/devir göre:

5 mm/devir göre

7,83 mm'yi 1 s'de alıyorsa
70 mm'yi a s'de alır
 $a = 8,94$ s

5,33 mm'yi 1 s'de alıyorsa
70 mm'yi c s'de alır
 $c = 13,13$ s

15 mm/devir göre:

15 mm/devir göre:

23,5 mm'yi 1 s'de alıyorsa
70 mm'yi b s'de alır
 $b = 2,98$ s

16 mm'yi 1 s'de alıyorsa
70 mm'yi d s'de alır
 $d = 4,38$ s

9.1.8. Talaş derinliği (tad)

Bu çalışmada 46, 60 ve 80 taneli taşlar seçilmiştir. Bunların tane büyüklüğü 25,4/46=0,552 mm, 25,4/60=0,423 mm ve 25,4/80=0,318 mm'dir. Bunların yarı

değerleri sırasıyla 0,276 mm, 0,212 mm ve 0,159 mm'dir. Çalışmamızda 0,01 mm ve 0,03 mm talaş derinlikleri seçilmiştir.

9.1.9. Taş bileme oranı (tbo)

Zımpara taşları, her bir tanesi ayrı bir kesici olarak hesaba katıldığında, talaşlı imalatla kullanılan kesiciler arasında takım değiştirme veya bileme yönünden az dayanımı olan kesiciler arasındadır. Taşlar yapısı gereği ve büyüklüklerine göre yüzler, binler hatta milyonlarla ifade edilen sayıdaki tanelerle kesme işlemini yaparlar. Aynı taş kullanılmasına rağmen taşın bilenme metodu, kullanılan bileme aracı ve seçilen bileme değerleri ile taş çevresinde aktif olarak kesmeye katılacak tane sayısı değişir. Talaşlı imalatla kullanılan diğer kesiciler köreldikten sonra, genellikle yenisi ile değiştirilirken, taşın mutlaka bilenmek zorunda olması ve parametrenin önemini ortaya koymaktadır. Taşın bilenmesinde taş tane büyüklüğü, yapılacak taşlamanın cinsi ve istenen yüzey pürüzlülük değeri yönlendirici olur [2].

Taş bileme oranı, taşın bilenmesinde bileyiciye verilen bileme derinliğinin (bd), taşın her devirde bileyicinin taş önünden geçerek aldığı yola (bi) oranıdır.

$$tbo = \frac{bd}{bi} \quad (9.3)$$

bd: Bileme derinliği $0 \leq \frac{bd}{bi} \leq \frac{1}{2}$

bi: Bileme ilerlemesi

Ortalama teorik tane çapı için $0 \leq bi \leq d_0$, $0 \leq \frac{bi}{d_0} \leq 1$

Ortalama gerçek tane çapı için $0 \leq bi \leq d_g$, $0 \leq \frac{bi}{d_g} \leq 1$

d_0 : Ortalama teorik tane çapı (mm)

$$d_0 = \frac{25.4}{ttb} \text{ (mm)} \quad (9.4)$$

d_g : Ortalama gerçek tane büyüklüğü (mm)

$$d_g = 0,65 (d_0) \text{ (mm)} \quad (9.5)$$

Bu çalışmada tbo= 1/4 ve 1/2 ayrıca $b_i/d_g = 1/2$ olarak seçilmiştir. Bileme adımı ve ilerlemesi seçilirken ortalama gerçek tane büyüklüğü (d_g) esas alınmıştır. Deneylerde kullanılan taşlar için bileme derinlik ve adımları Çizelge 9.3'te görülmektedir.

Çizelge 9.3. Deney taşlarının bileme derinlikleri ve bileme adımları

ttb	do (mm)	dg (mm)	tbo= bd/bi = 0,25		tbo= bd/bi = 0,5	
			bd(mm)	bi(mm/dev)	bd(mm)	bi(mm/dev)
46	0,552	0,359	0,045	0,180	0,090	0,180
60	0,423	0,275	0,034	0,136	0,068	0,136
80	0,318	0,206	0,026	0,103	0,515	0,103

9.1.10. Çevresel Hız Oranı (çho)

Silindirik taşlamada önemli olan parametrelerden biri de; taşın çevresel hızı ile, işin çevresel hızı arasındaki orandır.

$$\text{çho} = \frac{V_t}{V_i} \frac{m/s}{m/s} \quad (9.6)$$

Silindirik taşlamanın gerçekleşmesini sağlayan iki temel hareket, taşın ve işin dönmesidir. Bu çalışmada taşın hızı sabit tutulmuştur ($V_t=28$ m/s). Ayrıca çho=100

ve 150 olarak seçilmiştir. Bunlara bağlı olarak $\text{çho} = V_t/V_i$ eşitliğinden

$$\text{çho} = \left(\frac{28}{V_i}\right) = 100 \text{ ve } \text{çho} = \left(\frac{28}{V_i}\right) = 150 \text{ seçeneklerine göre } V_i = 0.280 \frac{m}{s} \left(16.8 \frac{m}{dak}\right)$$

$$\text{ve } V_i = 0.187 \frac{m}{s} \left(11.22 \frac{m}{dak}\right) \text{ bulunur.}$$

Hesaplanan çevresel hızları elde etmek için, iş parçalarına verilecek devir sayıları ise:

$$n_i = \frac{1000 \cdot V_i}{\pi \cdot d_i} \quad (9.7)$$

eşitliğinden 97 dev/dak ve 65 dev/dak olarak hesaplanır. Deney yapılan silindirik taşlama tezgahında devir sayıları dişli yardımıyla ayarlandığı için, tezgahta bulunan en yakın değerler (94 dev/dak ve 64 dev/dak) seçilmiştir.

Bu hesaplamada d_i çapının ortalama değeri olarak alındığı hesaba katılırsa, seçilen bu değerlerin de ortalama değere karşılık geldiği görülür. Başka bir açıdan bakıldığında taşın devir sayısı;

$$n_t = \frac{1000 \cdot V_t}{\pi \cdot d_t} \quad (9.8)$$

Eşitliğinden yaklaşık olarak 1528 dev/min bulunur. İşin devir sayıları 95 ve 64 dev/min olarak seçilmiştir. Taş 0,039267 saniyede bir devir dönmektedir. İş parçası ise buna karşılık $(95 \times 0,039267/60) = 0,0622$ devir ve $(64 \times 0,039267/60) = 0,042$ devir dönmektedir. Yani yapılan bu çalışmada, taş iş üzerindeki bir noktadan $\phi_{cho}=150$ için yaklaşık $(1/0,042)$ 24 defa, $\phi_{cho}=100$ için yaklaşık $(1/0,0622)$ 16 defa geçmektedir.

9.1.11. Elmas Ucun İlerleme Hızları (V_i ;cm/s)

Elmas ile taşın bilenmesi 3 pasoda yapılmıştır. Elmas ucun ilerleme hız değerleri (V_i) Çizelge 9.4'te verilmiştir.

Çizelge 9.4. Kullanılan parametrelere göre elmas ucun ilerleme hızları (V_i)

tth	CIB $V_i/3$ (cm/s)	IB $V_i/2$ (cm/s)	NB V_i (cm/s)	KB $2V_i$ (cm/s)	CKB $3V_i$ (cm/s)
46	0,15	0,23	0,46	0,92	1,37
60	0,12	0,18	0,35	0,7	1,05
80	0,09	0,13	0,26	0,53	0,79

- ÇİB : Çok ince bileme, İB : İnce bileme, NB : Normal bileme, KB : Kaba bileme, ÇKB : Çok kaba bileme

9.2. Deney Metotları

9.2.1. Yapılacak deney sayısının belirlenmesi

Taşılama işleminde, başka işleme tekniklerinde olduğu gibi, doğrudan seçilen parametreler ve bu parametrelere bağlı olarak ortaya çıkan sonuçlar vardır.

Bu çalışmada sekiz bağımsız parametre seçilmiştir. Bu parametrelerin seçimine bağlı olarak taşlanan yüzeyin ortalama pürüzlülük değeri (Ra) ölçülmüştür.

Burada, seçilen parametre gruplarının hiçbiri, çalışma ortamı içinde ihmal edilemez. Çünkü her bir parametre taşlamanın oluşmasında ayrı ayrı önemli olup, birinin olmaması taşlamanın yapılmasını engeller niteliktedir. Ayrıca her parametre çok sayıda alt seçeneği kapsamaktadır. Bu yüzden, mümkün olduğu kadar önemli parametrelerden 2 ve 3 çeşit alt seçenek tercih edilerek çalışma yeterince kapsamlı, fakat gereksiz ayrıntılardan kaçacak kadar da sınırlı tutulmuştur (Çizelge 9.5).

Çizelge 9.5. Deneyde kullanılan parametreler

Seçilen Parametreler	Değerler	Alt Seçenek Sayısı
Taş tane büyüklüğü (ttb)	46,60,80	3
Taş dokusu (td)	7	1
Taş sertliği	M	1
İş malzemesi (im)	Ç8620 (sert)	1
İş ilerlemesi (ii)	5 ve 15 mm/dev	2
Çevresel hız oranı (çho)	100 ve 150	2
Taş bileme oranı (tbo)	0,25 ve 0,50	2
Talaş derinliği (tad)	0,01 ve 0,03 mm	2
Bileme Çeşitleri	CIB, IB, NB, KB, CKB	5
Toplam deney sayısı = 3.1.1.1.2.2.2.2.5= 240 dır.		

Her bir deney için sıra numarası verilmiş ve deney kombinasyonları oluşturulmuştur (Çizelge 9.6).

Çizelge 9.6. Deney parametrelerinin kombinasyonlarından 48 adedi

sıra	t tb	t d	t s	i m	t bo	ç ho	i i (mm/dev)	t ad (mm)
1	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	5	0,03
2	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	5	0,01
3	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	15	0,03
4	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	15	0,01
5	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	5	0,03
6	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	5	0,01
7	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	15	0,03
8	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	15	0,01
9	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	5	0,03
10	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	5	0,01
11	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	15	0,03
12	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	15	0,01
13	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	5	0,03
14	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	5	0,01
15	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	15	0,03
16	46	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	15	0,01
17	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	5	0,03
18	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	5	0,01
19	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	15	0,03
20	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	15	0,01
21	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	5	0,03
22	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	5	0,01
23	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	15	0,03
24	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	15	0,01
25	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	5	0,03
26	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	5	0,01
27	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	15	0,03
28	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	15	0,01
29	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	5	0,03
30	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	5	0,01

Çizelge 9.6.(Devam) Deney parametrelerinin kombinasyonlarından 48 adedi

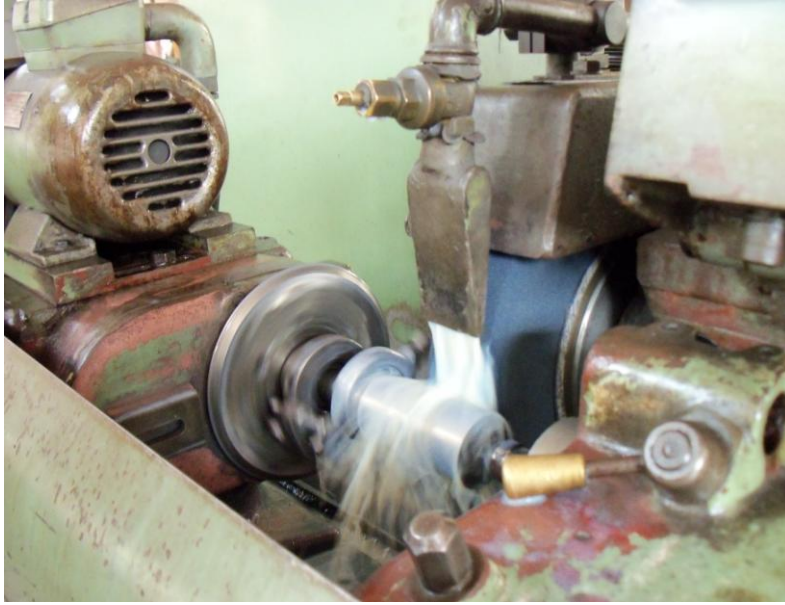
sıra	tth	td	ts	İm	tbo	çho	ii (mm/dev)	tad (mm)
31	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	15	0,03
32	60	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	15	0,01
33	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	5	0,03
34	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	5	0,01
35	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	15	0,03
36	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	150	15	0,01
37	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	5	0,03
38	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	5	0,01
39	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	15	0,03
40	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,5	100	15	0,01
41	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	5	0,03
42	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	5	0,01
43	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	15	0,03
44	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	150	15	0,01
45	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	5	0,03
46	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	5	0,01
47	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	15	0,03
48	80	7	M	Ç8620 (sert)	0,25	100	15	0,01

9.2.2. Deneylerin Yapılışı

Deneyler gerçek çalışma ortamında yapılmıştır. Numunelerin taşlanarak deneylerin yapılmasında Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği taşlama atelyesinden yararlanılmıştır.

Kullanılan taşlar (3 adet) öncelikle dengeleme sehpasında dengelenerek (balans ayarı yapılarak), yerlerine takılmıştır. Sonra taşın takıldığı yere göre silindirikliğini sağlamak için düzeltme işlemi yapılmıştır.

Seçilen bütün işleme parametreleri ayarlandıktan sonra, iş parçası iki punta arasına alınarak taşlanmıştır. Bütün numuneler için taşın paso (kurs) sayısı, taşlamaya başlanan uca geri dönüş bir paso sayılmak üzere 3 paso olarak alınmıştır (Resim 9.2).



Resim 9.2. Taşlama tezgahında taşlanan bir numune

Deneylerin parametrik ve sayı olarak takibini doğru yapabilmek için deney yaprakları hazırlanmıştır. Deney yaprağı üzerine seçilen bütün parametrelerin değerleri yazılmış, ayrıca yapraklar her deney kombinesi için ölçülecek Ra değerlerinin yazılmasını sağlayacak şekilde düzenlenmiştir (Çizelge 9.7).

Çizelge 9.7. Deney yaprağı için örnek

Deney No: 1							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)	Ra (µm)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,34	0,39	0,44	0,76	1,12
Taş bileme oranı	0,5	2. Ölçüm	0,33	0,39	0,43	0,77	1,12
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,34	0,38	0,44	0,77	1,11
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0,03 mm	Ortalama	0,34	0,39	0,44	0,77	1,12

9.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü



Resim 9.3. Deneyde kullanılan yüzey pürüzlülük cihazı

Yüzey pürüzlülük cihazı, ölçülen yüzey üzerine temas eden 60 dereceli uç açılı 12.5 μm çapında elmas iğnesi (uç) bulunan cihazdır. Bu uç, numune yüzey üzerinde ucun düşey hareketi pürüzlülük değerini elektriksel sinyallerle gösterge kısmına aktarır ve ölçme sonucu ekrandan okunur. Belirlenen örnekleme boyu kadar hareket eder. Deneyde kullanılan yüzey pürüzlülük cihazı Resim 9.3’de gösterilmiştir.

10. BULGULAR

Yapılan deneysel araştırmada taş tane büyüklüğü (ttb), taş dokusu (td), iş malzemesi (im), iş ilerlemesi (ii), çevresel iş oranı (çho), talaş derinliği (tad) ve taş bileme oranı (tbo) parametrelerinin ayrı ayrı yüzey kalitesini nasıl etkiledikleri tek tek ortaya konmuştur. Her bir parametrenin Ra'yı etkileme bakımından varyans analizleri yapılmıştır.

A. Güllü [2] tarafından yapılan bir araştırmada iş parçasının yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörler benzer özellikte olduğu belirlenmiştir.

İş malzemesi esas alındığında, malzemeler ısıtılma tabi tutulmuş ise Ra değerleri arasında fazla bir sapma olmamaktadır. Bunun sebebi ise; malzeme dokusunda meydana gelen değişim ve sertliktir. Yumuşak malzemeler daha kolay aşındırıldığı için daha az kuvvetle talaş kaldırılmakta ve kesici aşınma ve kırılması daha geç olmaktadır. Bu durumlar ise aynı şartlar altında taşlama yapılmasına rağmen farklı yüzey kaliteleri ortaya çıkarmaktadır. Deney sonuçları arasındaki farklar aşağıda Çizelge 10.1'de verilmiştir.

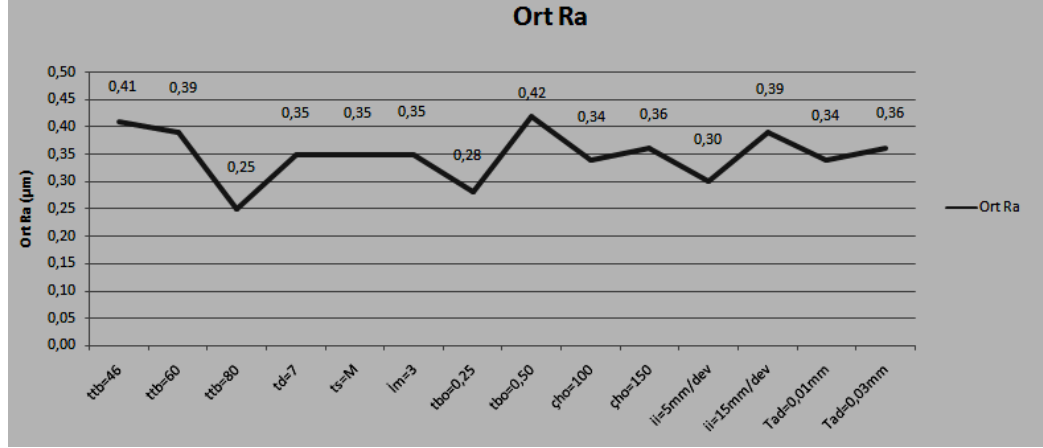
Çizelge 10.1. Elde edilen deney sonuçları

td	ts	im	tbo	çho	ii (mm/dev)	tad (mm)	CIB (cm/s)	IB (cm/s)	NB (cm/s)	KB (cm/s)	CKB (cm/s)	
7	M	2	0,5	150	15	0,3	0,47	0,52	0,56	1,05	1,45	
7	M	2	0,5	150	15	0,1	0,46	0,5	0,55	1,03	1,42	
7	M	2	0,5	150	5	0,3	0,34	0,39	0,44	0,77	1,12	
7	M	2	0,5	150	5	0,1	0,32	0,36	0,43	0,75	1,1	
7	M	2	0,5	100	15	0,3	0,46	0,51	0,55	1,04	1,43	
7	M	2	0,5	100	15	0,1	0,43	0,48	0,53	1,03	1,4	
7	M	2	0,5	100	5	0,3	0,35	0,4	0,44	0,76	1,09	
7	M	2	0,5	100	5	0,1	0,31	0,37	0,42	0,73	1,09	
7	M	2	0,25	150	15	0,3	0,34	0,36	0,39	0,82	1,2	
46	7	M	2	0,25	150	15	0,1	0,32	0,35	0,38	0,8	1,18
46	7	M	2	0,25	150	5	0,3	0,26	0,28	0,3	0,6	0,91
46	7	M	2	0,25	150	5	0,1	0,24	0,25	0,28	0,59	0,89

Çizelge 10.1. (Devam)Elde edilen deney sonuçları

ttb	td	ts	im	tbo	çho	ii (mm/dev)	tad (mm)	CIB (cm/s)	IB (cm/s)	NB (cm/s)	KB (cm/s)	CKB (cm/s)
46	7	M	2	0,25	100	15	0,3	0,31	0,34	0,37	0,81	1,17
46	7	M	2	0,25	100	15	0,1	0,31	0,33	0,35	0,79	1,16
46	7	M	2	0,25	100	5	0,3	0,24	0,28	0,29	0,6	0,9
46	7	M	2	0,25	100	5	0,1	0,22	0,24	0,27	0,58	0,88
60	7	M	2	0,5	150	15	0,3	0,46	0,51	0,56	0,99	1,43
60	7	M	2	0,5	150	15	0,1	0,43	0,49	0,51	0,96	1,4
60	7	M	2	0,5	150	5	0,3	0,32	0,39	0,44	0,75	1,1
60	7	M	2	0,5	150	5	0,1	0,29	0,38	0,41	0,72	1,09
60	7	M	2	0,5	100	15	0,3	0,42	0,46	0,5	0,98	1,42
60	7	M	2	0,5	100	15	0,1	0,42	0,45	0,5	0,96	1,4
60	7	M	2	0,5	100	5	0,3	0,3	0,36	0,42	0,74	1,08
60	7	M	2	0,5	100	5	0,1	0,27	0,34	0,4	0,72	1,07
60	7	M	2	0,25	150	15	0,3	0,3	0,34	0,38	0,77	1,1
60	7	M	2	0,25	150	15	0,1	0,29	0,31	0,34	0,75	1,08
60	7	M	2	0,25	150	5	0,3	0,21	0,25	0,29	0,57	0,89
60	7	M	2	0,25	150	5	0,1	0,19	0,22	0,26	0,55	0,87
60	7	M	2	0,25	100	15	0,3	0,29	0,32	0,36	0,76	1,09
60	7	M	2	0,25	100	15	0,1	0,27	0,3	0,33	0,73	1,07
60	7	M	2	0,25	100	5	0,3	0,2	0,24	0,28	0,56	0,85
60	7	M	2	0,25	100	5	0,1	0,18	0,22	0,25	0,54	0,84
80	7	M	2	0,5	150	15	0,3	0,29	0,32	0,37	0,8	1,21
80	7	M	2	0,5	150	15	0,1	0,26	0,3	0,34	0,78	1,18
80	7	M	2	0,5	150	5	0,3	0,19	0,24	0,29	0,63	0,96
80	7	M	2	0,5	150	5	0,1	0,18	0,22	0,24	0,6	0,95
80	7	M	2	0,5	100	15	0,3	0,27	0,32	0,35	0,79	1,19
80	7	M	2	0,5	100	15	0,1	0,25	0,31	0,33	0,76	1,17
80	7	M	2	0,5	100	5	0,3	0,18	0,23	0,28	0,61	0,95
80	7	M	2	0,5	100	5	0,1	0,17	0,22	0,23	0,59	0,93
80	7	M	2	0,25	150	15	0,3	0,17	0,2	0,24	0,6	0,96
80	7	M	2	0,25	150	15	0,1	0,16	0,2	0,23	0,6	0,94
80	7	M	2	0,25	150	5	0,3	0,12	0,14	0,16	0,47	0,81
80	7	M	2	0,25	150	5	0,1	0,11	0,13	0,15	0,45	0,8
80	7	M	2	0,25	100	15	0,3	0,15	0,18	0,21	0,58	0,93
80	7	M	2	0,25	100	15	0,1	0,14	0,18	0,21	0,56	0,92
80	7	M	2	0,25	100	5	0,3	0,11	0,14	0,16	0,45	0,81
80	7	M	2	0,25	100	5	0,1	0,1	0,13	0,15	0,44	0,79

Ra ve Bağımsız Parametreler Arasındaki Grafik İlişkileri



Şekil 10.1. Ra ve Bağımsız Parametreler Arasındaki Grafik İlişkileri

Taş tane büyüklüğü (ttb), yüzey pürüzlülük değerinin oluşmasında önemli bir etkiye sahiptir. ttb azaldıkça, pürüzlülük değeri artar. ttb'nin azalması demek ise talaş kaldırma görevi yapan tanelerin büyümesi demektir. Çünkü, tanelerin büyümesi demek, kesme aralıklarının ve kaldırılan talaş kesitinin büyümesi demektir. ttb değerinin küçülmesi, hem pürüzlülük değişim aralığının daralmasına, hem de pürüzlülük değerinin küçülmesine etki etmektedir.

Taş bileme oranı (tbo), bağımsız parametreler içinde en önemli parametrelerden biridir. Taş bileme oranı (tbo), taş tane büyüklüğü (ttb) ile bağlantılıdır. Aynı tbo değeri seçilmesine rağmen ttb değerinden dolayı bileme derinliği ve bileme adımı değişmektedir. tbo yüzey pürüzlülük değeri ile doğru orantılı olduğu bu çalışmada gözlenmiştir. Şekil 10.1'de bu ilişki açıkça görülebilmektedir.

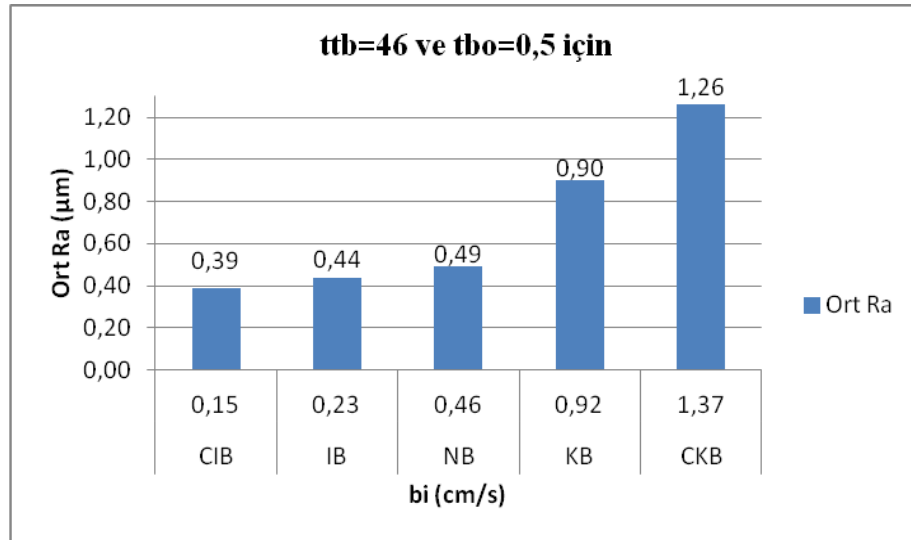
Bu çalışmada çevresel hız oranı (çho) 100 ve 150 seçilerek deneyler yapılmış ve 100 için bulunan değerlerin 150 için bulunan değerlerden düşük olduğu görülmüştür (Şekil 10.1). Bu oranın düşük olması, taşın iş üzerinden daha çok geçmesi demektir. Böylece, daha çok kesici tanenin kesme işlemine katılması sağlanır ki; oran azaldıkça yüzey pürüzlülüğünün iyileşmesi bunun sonucudur.

Bu çalışmada iş ilerlemesi (ii) faktörü olarak 5 ve 15 mm/dev değerleri kullanılmıştır. İş ilerleme değeri büyüdükçe; pürüzlülük aralığının ve pürüzlülük ortalamasının büyüdüğü, küçülmesi durumunda ise pürüzlülük aralığında daralma ve pürüzlülük ortalamasında önemli derecede küçülme görülmüştür (Şekil 10.1).

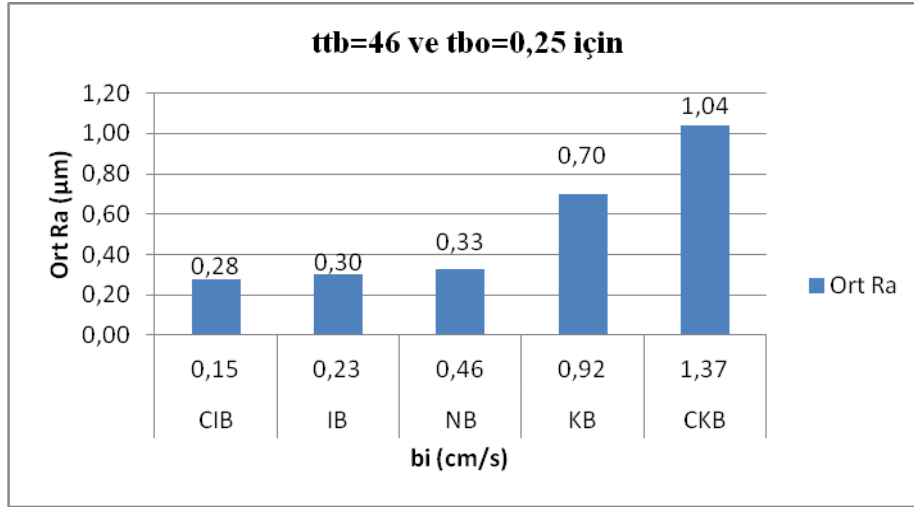
Tad pürüzlülük aralığı ve ortalama pürüzlülük değeri ile doğru orantılıdır (Şekil 1.8). Bu parametre ttb ile bağlantılıdır. Uygun tad verildiğinde, pürüzlülük değerinde küçülme görülmüştür. ttb küçüldükçe tad değeri de küçültüldüğü takdirde pürüzlülük değerinde iyileşme gözlenmiştir.

Bileme Hızının ve Taş Bileme Oranının (Dolayısıyla Bileme Derinliğinin) Ra Değeri Üzerindeki Etkisi

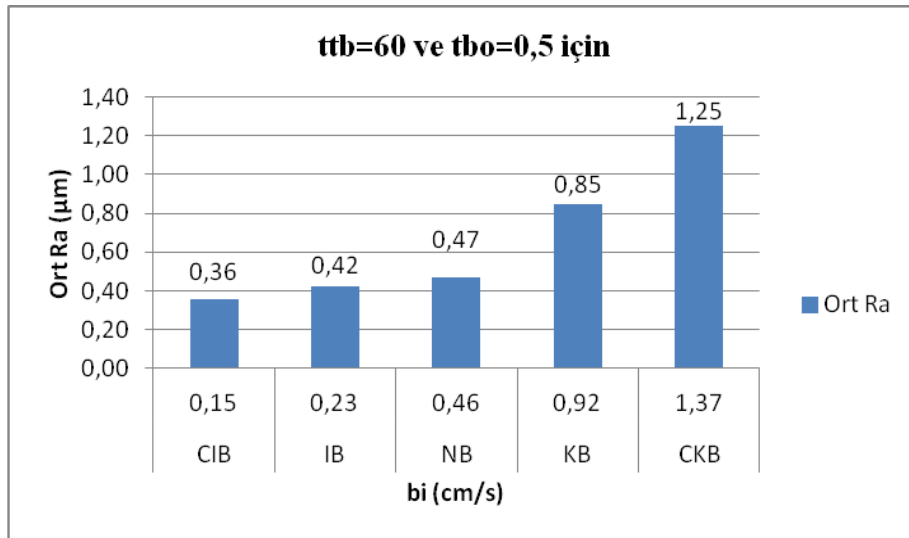
ÇIB : Çok ince bileme **IB** : İnce bileme
NB : Normal bileme **KB** : Kaba bileme
CKB : Çok kaba bileme



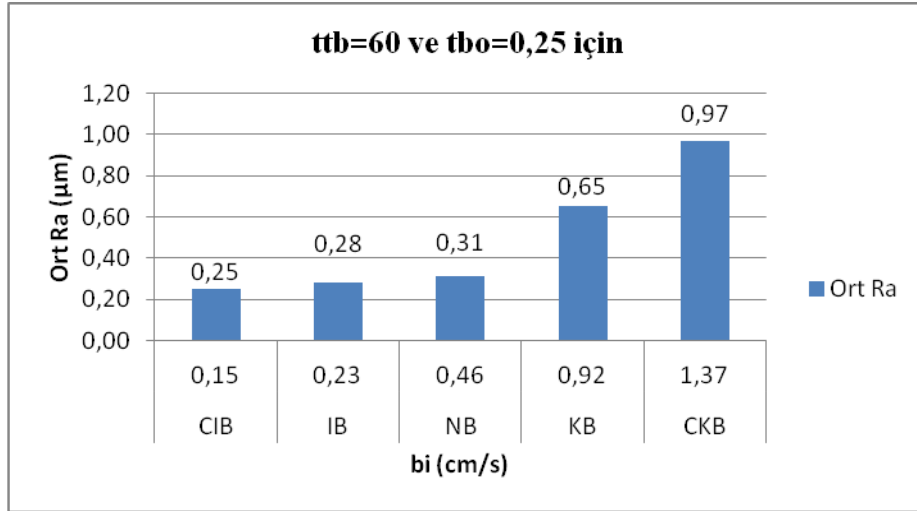
Şekil 10.2. 46 taneli taşlar ve tbo=0,5 için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi



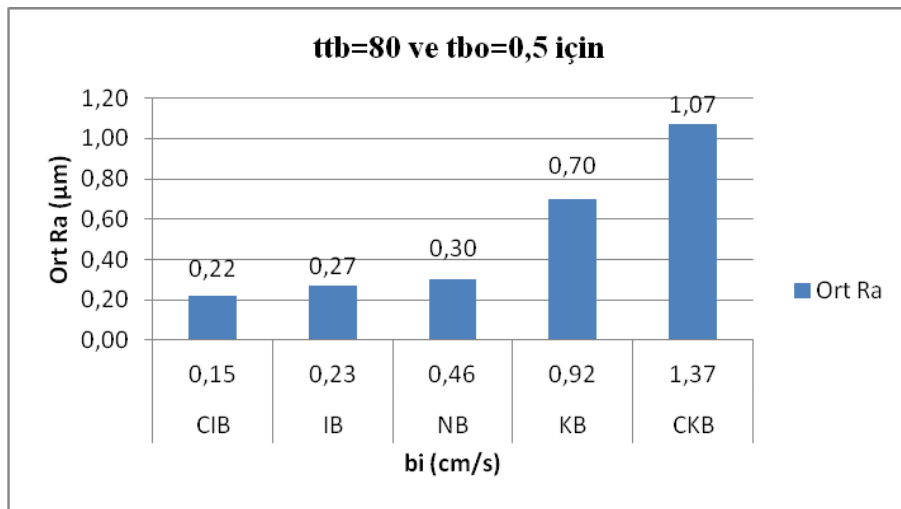
Şekil 10.3 46 taneli taşlar ve tbo=0,25 için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi



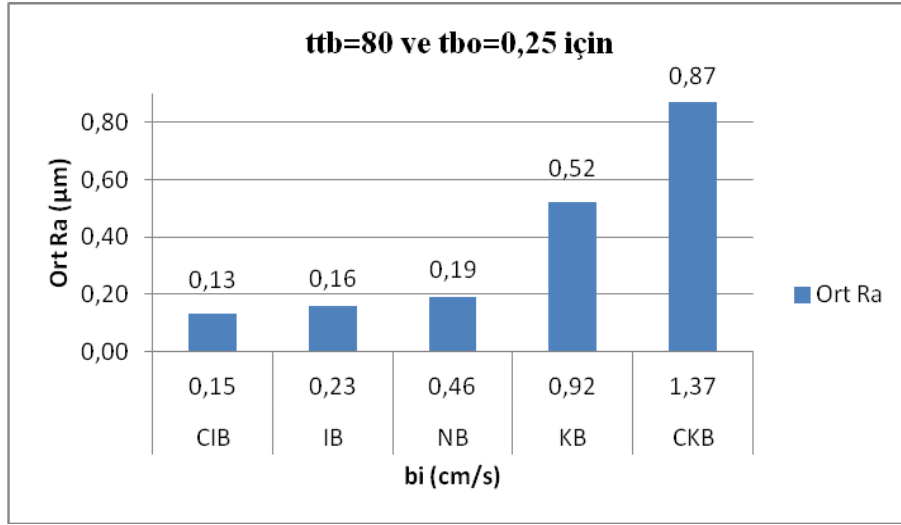
Şekil 10.4. 60 taneli taşlar ve tbo=0,5 için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi



Şekil 10.5.60 taneli taşlar ve t_{bo}=0,25 için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi



Şekil 10.6.80 taneli taşlar ve t_{bo}=0,5 için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi



Şekil 10.7.80 taneli taşlar ve t_{bo}=0,25 için bi ve Ra arasındaki genel ortalama ilişkisi

Yukarıdaki grafiklerde görüldüğü gibi bileme ilerlemesinin hızı, ortalama Ra değeri ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. Bileme ilerlemesinin hızı arttıkça ortalama Ra değeri artarken, bileme ilerlemesinin hızı azaldıkça ortalama Ra değeri azalmaktadır. Bileme hızları sabit olduğundan t_{tb} aralarındaki ilişkiye bakılırsa; t_{tb} arttıkça ortalama Ra değerinin azaldığı, t_{tb} azaldıkça ortalama Ra değerinin arttığı yaptığımız çalışmada görülmüştür (Şekil 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 ve 10.7).

11. SONUÇLAR

Tasarlanan ve imalatı yapılan bu PLC kontrolü taş bileme aparatı sayesinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Geometrik biçimlendirme bakımından:

- Taşların köşelerine kavis verilmesi ve bilenmesi mümkündür,
- Taşların iç bükey ve dış bükey olarak biçimlendirilmesi ve bilenmesi yapılabilmektedir
- Taşlar dönme eksenlerine göre paralel veya konik olarak biçimlendirilmekte ve bilenebilmektedir.

Yüzey Pürüzlülüğü bakımından:

46 taneli M sertliğinde ve 7 dokulu taş, taş bileme aparatı ile bilendikten sonra Ç8620 Semantasyon çeliği üzerinde üç pasoluk taşlama yapılmış ve elde edilen en iyi yüzey pürüzlülük değerleri aşağıda verilmiştir:

- Taş bileme oranı ($tbo=bd/bi$) 0,25 ve 0,50 için Ra , 0,33 μm ve 0,49 μm
- Çevresel hız oranı ($\text{cho}=Vt/Vi$) 100 ve 150 için Ra , 0,40 μm ve 0,42 μm
- İşin ilerlemesi ($ii=(\pi \cdot di \cdot Vt)/Vi$) 5 ve 15 için Ra , 0,36 μm ve 0,46 μm .
- Talaş derinliği (tad) 0,01 ve 0,03 mm için Ra , 0,40 μm ve 0,42 μm elde edilmiştir.

60 taneli M sertliğinde ve 7 dokulu taş, taş bileme aparatı ile bilendikten sonra Ç8620 Semantasyon çeliği üzerinde üç pasoluk taşlama yapılmış ve elde edilen en iyi yüzey pürüzlülük değerleri aşağıda verilmiştir:

- Taş bileme oranı ($tbo=bd/bi$) 0,25 ve 0,50 için Ra , 0,55 μm ve 0,47 μm
- Çevresel hız oranı ($\text{cho}=Vt/Vi$) 100 ve 150 için Ra , 0,38 μm ve 0,40 μm
- İşin ilerlemesi ($ii=(\pi \cdot di \cdot Vt)/Vi$) 5 ve 15 için Ra , 0,34 μm ve 0,44 μm ,
- Talaş derinliği (tad) 0,01 ve 0,03 mm için Ra , 0,38 μm ve 0,40 μm elde edilmiştir.

80 taneli M sertliğinde ve 7 dokulu taş, taş bileme aparatı ile bilendikten sonra Ç8620 Semantasyon çeliği üzerinde üç pasoluk taşlama yapılmış ve elde edilen en iyi yüzey pürüzlülük değerleri aşağıda verilmiştir:

- Taş bileme oranı ($tbo=bd/bi$) 0,25 ve 0,50 için Ra , 0,19 μm ve 0,30 μm
- Çevresel hız oranı ($\text{cho}=V_t/V_i$) 100 ve 150 için Ra , 0,24 μm ve 0,25 μm
- İşin ilerlemesi ($ii=(\pi \cdot di \cdot V_t)/V_i$) 5 ve 15 için Ra , 0,21 μm ve 0,29 μm .
- Talaş derinliği (tad) 0,01 ve 0,03 mm için Ra , 0,24 μm ve 0,26 μm elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Sak,C., “Genel Taşlamacılık”, Yüksek Lisans Tezi, **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 25-78, (1986).
2. Güllü, A., “ Silindirik Taşlamada İstenen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerin Bilgisayar Yardımıyla Optimizasyonu”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara,50-120, (1995).
3. Zeyveli, M., Gültaş, A.,“ Taşlama Operasyonları İçin Uzman Sistem Destekli Zımpara Taşı Seçimi” **Teknoloji**, 7 (2): 241-249 (2004).
4. Demir, H., Güllü, A.,“ Taşlamada Parametrelerin Etkisi”, **Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 7 (2): 189-198 (2001).
5. Demir H., Güllü, A.,“ Taş Dokusunun Yüzey Pürüzlülüğü Ve Taşlama Kuvvetlerine Etkilerinin İncelenmesi”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, 23 (1): 77-83 (2008).
6. Demir H., Güllü, A.,“ Taş Sertliği Ve İşleme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Taşlama Kuvvetlerine Etkilerinin İncelenmesi”,**Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, 23(3): 577-584 (2008).
7. Hassui, A., Diniz, A.E.,“ Correlating surface roughness and vibration on plunge cylindrical grinding of steel”, **International Journal of Machine Tools & Manufacture**, 43: 855–862 (2003).
8. Mannan, M. A., Drew, S.J., Stone, B.J., “Torsional Vibration Effects in Grinding”,**Annals of the CIRP**, 49 (1): 249-252 (2000).
9. Drew, S.J., Mannan, M.A., Ong, K.L., Stone ,B.J.,“ The measurement of forces in grinding in the presence of Vibration”,**International Journal of Machine Tools & Manufacture**, 4: 509–520 (2001).
10. Ding, N., Wang, L., Li, G., Wang,J.,“ Study of Intelligent Prediction Control System in External Cylindrical Grinding”, **Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation**, Dalian, China, 1-42 (2006).
11. Shen, N., He, Y., LI, J., Fang, M., “ An Improved Differential Evolution (IDE) Based On Double Populations For Cylindrical Grinding Optimization”, **International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation**, Shanghai, China,724-727, (2009).
12. Weck, M., Hennes, N., Schulz, A.,“ Dynamic Behaviour of Cylindrical Traverse Grinding Processes”,**Laboratory of Machine Tools**, Aachen, Germany, (2001).

13. Kim, S.H., Ahn, J.H., “Decision Of Dressing Interval And Depth By The Direct Measurement Of The Grinding Wheel Surface”, *Journal of Materials Processing Technology*, 88: 190–194 (1999).
14. Xu, X., “Experimental study on temperatures and energy partition at the diamond–granite interface in grinding”, *Tribology International*, 34: 419–426 (2001).
15. Burghardt, H.D., Axelrod, A., Anderson, J., Çeviren Karabay, M., Bağcı, M., Akbaş, A., Onur, İ., “Tesviyecilik Teknolojisi, 2nd ”, Çeviri Editörü Lalik, S., *Mesleki ve Teknik Öğretim Kitabı*, Ankara, 34-126, (1969).
16. Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları, Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları No.65 “**Taşlamacılık ve Alet Bileme Teknolojisi**”, İstanbul (1996).
17. Choi, T.J., Subrahmanya, N., Li, H., Shin, Y.C., “Generalized practical models of cylindrical plunge grinding processes”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 48: 61–72 (2008).
18. Kwak, J.S., Sim, S. B., Jeong, Y.D., “An analysis of grinding power and surface Roughness in external cylindrical grinding of hardened SCM440 steel using the response surface method”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 46: 304–312 (2006).
19. Aydar, U., Avşar, Ö., Kaya, Ş., Bozkurtoğlu, E., Şeker, D.Z., “Yüzeylerin Pürüzlülük Açılarının Lazer Tarayıcılar Yardımıyla Belirlenmesi”, *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara (2011).
20. Soygüder, S., Alli, H., “Programlanabilir Mantıksal Denetleyici Kullanarak PID Yöntemi İle Robot Hız Denetimi”, *Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Der.*, 18 (1): 113-121 (2006).
21. Ruiyin, T., “Precision Measurement System for Leveling Degree Based on Laser Sensor”, *International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, Tangshan, China (2009).
22. Zeyn El Din, A.S., “High Performance PLC Controlled Stepper Motor Manipulator” *Electrical Engineering Dept., Faculty of Engineering, Shebin El-Kom, Menoufia University*, Egypt, 974-978 (1996).
23. Kaya, E., “Silindirik Taşlamada Helisel Kanallı Tasların Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya, 5-40, (2007).
24. Oyman, H. A., Yiğitbaşı, T., “Vinç Sarkaç Kontrolü” *Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi IV. Proje Yarışması*, 6-36,

İstanbul, (2008).

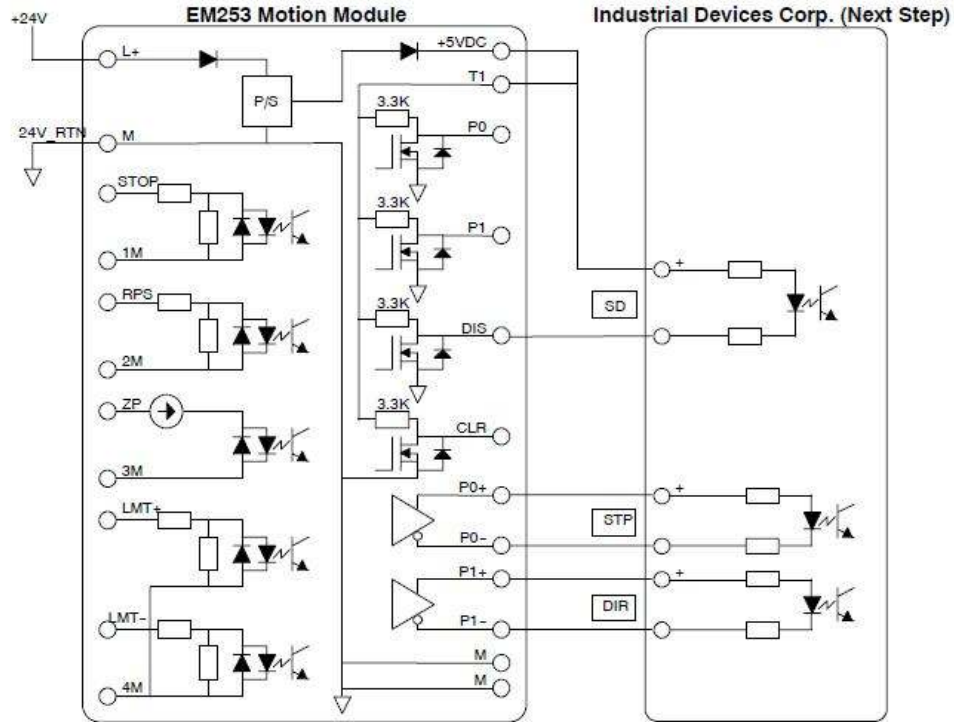
25. İnternet : Güven Kutay “Dişli Çarklar Salyangoz Veya Sonsuz Dişliler”
www.guven.kutay.ch, (2010).
26. Ertan, H.B., “Makina Tasarımında Üç Fazlı Asenkron Motorların Seçimi”,
1. Ulusal Makina Tasarım ve İmalat Kongresi, Ankara, 27-32, (1984).
27. Türkeş, E., Orak, S., “Takım Tezgâhı Tasarımında Elektrik Motoru Seçim”,
Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17:105-116
(2008).
28. Ekici, B., “Design Of Rapid Prototyping Machine For Fdm Technology ”,
Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı,
Proje No Fen Bilimleri Fen-Yyp-250405-01041 İstanbul,6-26,(2007).
29. Weck, M., Kru"ger, P., Brecher, C., “Limits For Controller Settings With
Electric Linear Direct Drives”,**International Journal of Machine Tools &
Manufacture**, 41: 65–88 (2001).

EKLER

EK-1. Adım motor sürücü devresinin klemens bilgileri

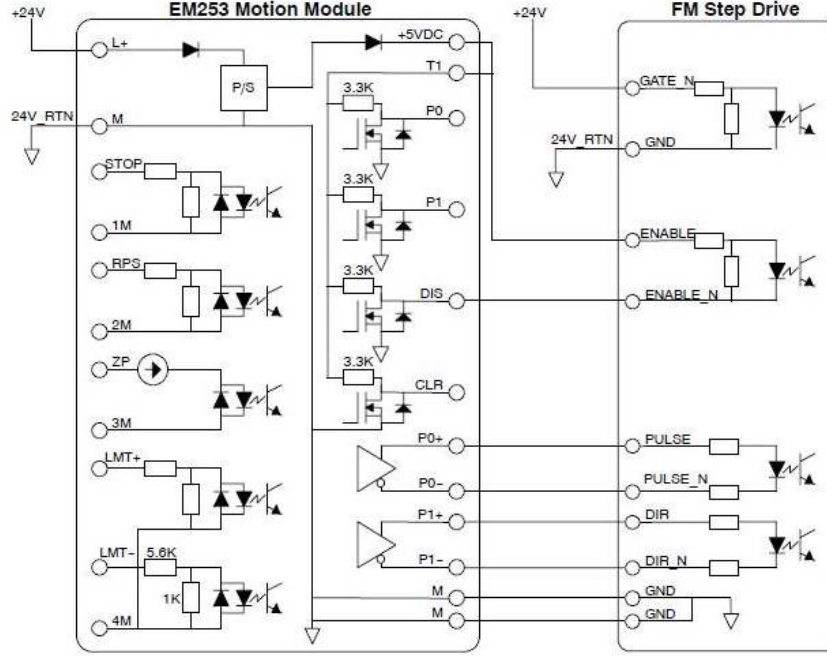
- Dir +: Adım motorunun pozitif yön bilgisi.
- Dir -: Adım motorunun pozitif yön bilgisi.
- Plus +: Adım motorunun pozitif hız bilgisi.
- Plus -: Adım motorunun negatif hız bilgisi.
- GND (0): Sistemin çalışması için bütün şase uçlarının bu noktada birleştirilmesi gerekmektedir.
- +12..24 V DC: Adım motor sürücüsünün besleme ucu.
- A+: Adım motor bobin ucu L1.
- A-: Adım motor bobin ucu L1.
- B+: Adım motor bobin ucu L2.
- B-: Adım motor bobin ucu L2.

EM 253 Pozisyon Modülünün Çeşitli Sürücüler İçin Bağlantı Şemaları

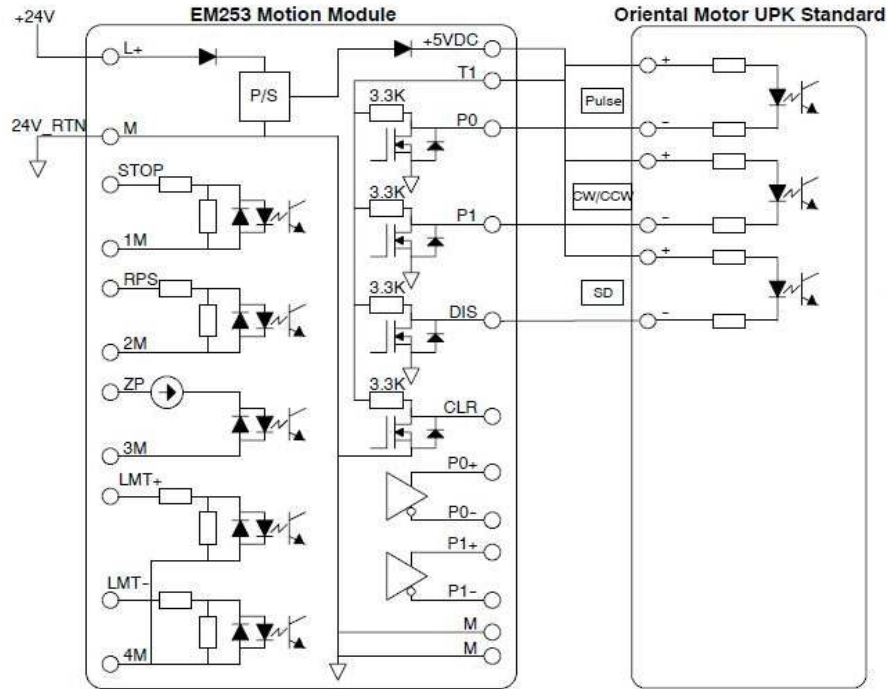


Şekil 1.1 Endüstriyel Cihazlar A.Ş. için EM 253'ün sürücü bağlantı şeması

EK-1. (Devam) Adım motor sürücü devresinin klemens bilgileri

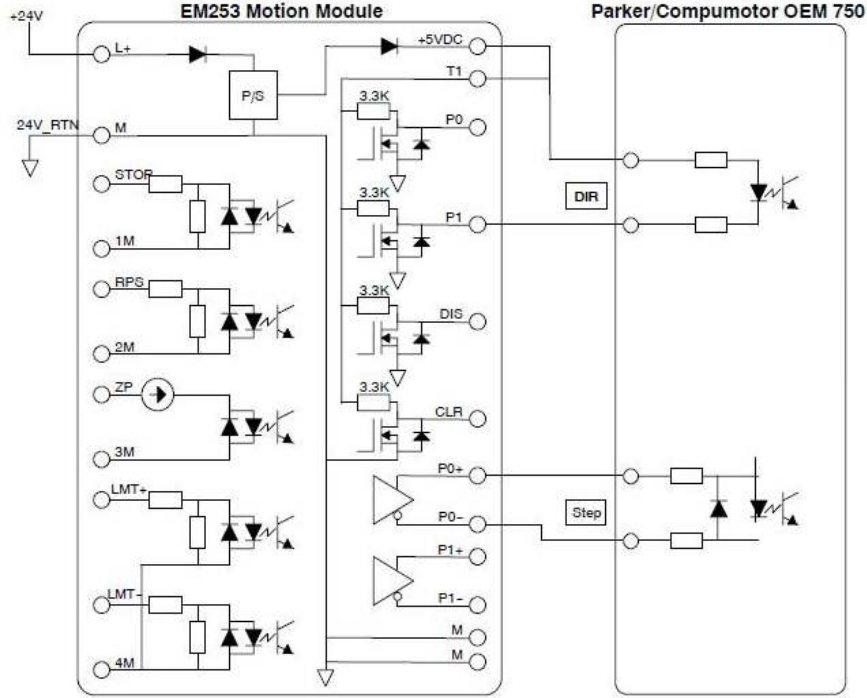


Şekil 1.2 Siemens'in FM adım sürücüsü için EM 253'ün bağlantı şeması



Şekil 1.3 OryantalMotorUPKstandartlarına göre EM 253'ün bağlantı şeması

EK-1. (Devam)Adım motor sürücü devresinin klemens bilgileri



Şekil 1.4 Parker-Compumotor OEM 750 için EM 253'ün bağlantı şeması

EM 253 Pozisyon Modülü İçin Durum Ledleri

Çizelge 1.1. EM 253 pozisyon modülü için durum ledleri

Lokal I/O	LED	Renk	Açıklama
-	MF	Kırmızı	Modülde birincil hata varken yanar
-	MG	Yeşil	Modül hatası yokken yanar, konfigürasyon hatası varken 1 Hz frekansla flaş eder
-	PWR	Yeşil	Modülün L+ ve M uçları arasına 24V DC verildiğinde yanar.
Giriş	STP	Yeşil	Stop girişi varken yanar
Giriş	RPS	Yeşil	Referans noktası
Giriş	ZP	Yeşil	Sıfır darbesi girişi
Giriş	LMT-	Yeşil	Negatif limit girişi
Giriş	LTM+	Yeşil	Pozitif limit girişi
Çıkış	P0	Yeşil	P0 çıkışı darbe verirken yanar
Çıkış	P1	Yeşil	P1 çıkışı darbe verirken veya bu çıkış pozitif hareketi gösterirken yanar
Çıkış	DIS	Yeşil	DIS çıkışı aktif iken yanar
Çıkış	CLR	Yeşil	"Clear deviation counter" çıkışı aktif iken yanar

EK-2 Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. Deney Yaprakları

Deney No: 1							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,34	0,39	0,44	0,76	1,12
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,33	0,39	0,43	0,77	1,12
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,34	0,38	0,44	0,77	1,11
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,34	0,39	0,44	0,77	1,12

Deney No: 2							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,30	0,35	0,43	0,76	1,10
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,32	0,36	0,43	0,75	1,11
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,34	0,36	0,42	0,75	1,09
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,32	0,36	0,43	0,75	1,10

Deney No: 3							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,45	0,50	0,56	1,05	1,44
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,46	0,57	0,55	1,06	1,46
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,47	0,53	0,57	1,05	1,45
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,47	0,52	0,56	1,05	1,45

Deney No: 4							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,44	0,49	0,55	1,03	1,41
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,46	0,50	0,55	1,03	1,42
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,48	0,50	0,56	1,04	1,43
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,46	0,50	0,55	1,03	1,42

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 5							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,36	0,40	0,44	0,75	1,10
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,34	0,39	0,42	0,75	1,08
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,35	0,40	0,43	0,76	1,08
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,35	0,40	0,44	0,76	1,09

Deney No: 6							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,31	0,38	0,43	0,74	1,11
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,30	0,37	0,42	0,73	1,08
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,31	0,37	0,43	0,73	1,09
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,32	0,36	0,43	0,75	1,10

Deney No: 7							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,48	0,52	0,61	1,05	1,44
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,44	0,50	0,59	1,03	1,43
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,46	0,51	0,60	1,04	1,43
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,46	0,51	0,55	1,04	1,43

Deney No: 8							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,43	0,49	0,59	1,04	1,40
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,42	0,48	0,58	1,03	1,40
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,43	0,47	0,59	1,03	1,39
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,43	0,48	0,53	1,03	1,40

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 9							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,26	0,28	0,30	0,60	0,91
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,27	0,28	0,31	0,61	0,91
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,25	0,28	0,30	0,59	0,90
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,26	0,28	0,30	0,60	0,91

Deney No: 10							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,25	0,26	0,29	0,59	0,90
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,24	0,25	0,28	0,59	0,89
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,23	0,24	0,28	0,58	0,88
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,24	0,25	0,28	0,59	0,89

Deney No: 11							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,34	0,36	0,39	0,82	1,20
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,33	0,35	0,38	0,82	1,19
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,35	0,36	0,40	0,83	1,20
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,34	0,36	0,39	0,82	1,20

Deney No: 12							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,33	0,36	0,40	0,81	1,19
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,32	0,34	0,37	0,79	1,18
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,32	0,35	0,38	0,80	1,18
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,32	0,35	0,38	0,80	1,18

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 13							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,26	0,28	0,30	0,62	0,91
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,24	0,28	0,29	0,60	0,90
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,22	0,27	0,28	0,58	0,89
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,24	0,28	0,29	0,60	0,90

Deney No: 14							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,22	0,25	0,29	0,59	0,90
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,21	0,24	0,26	0,58	0,88
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,21	0,23	0,26	0,57	0,87
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,22	0,24	0,27	0,58	0,88

Deney No: 15							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,32	0,35	0,38	0,83	1,17
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,31	0,34	0,38	0,81	1,17
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,30	0,33	0,36	0,80	1,16
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,31	0,34	0,37	0,81	1,17

Deney No: 16							
Taşın tane büyüklüğü	46						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,33	0,35	0,36	0,79	1,16
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,30	0,33	0,35	0,79	1,17
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,29	0,32	0,34	0,78	1,15
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,31	0,33	0,35	0,79	1,16

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 17							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,31	0,40	0,44	0,76	1,10
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,32	0,39	0,44	0,75	1,10
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,33	0,38	0,44	0,75	1,09
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,32	0,39	0,44	0,75	1,10

Deney No: 18							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,29	0,37	0,41	0,73	1,10
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,29	0,38	0,41	0,72	1,09
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,28	0,39	0,40	0,72	1,08
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,29	0,38	0,41	0,72	1,09

Deney No: 19							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,45	0,51	0,56	0,99	1,43
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,46	0,51	0,57	1,00	1,44
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,47	0,50	0,55	0,98	1,43
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,46	0,51	0,56	0,99	1,43

Deney No: 20							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)	Ra:(μm)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,43	0,50	0,52	0,96	1,40
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,43	0,49	0,51	0,95	1,39
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,44	0,49	0,50	0,98	1,41
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,43	0,49	0,51	0,96	1,40

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 21							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,30	0,36	0,43	0,75	1,09
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,31	0,36	0,42	0,74	1,08
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,29	0,36	0,42	0,74	1,07
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,30	0,36	0,42	0,74	1,08

Deney No: 22							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,28	0,33	0,38	0,73	1,09
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,26	0,35	0,42	0,72	1,07
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,27	0,34	0,40	0,72	1,06
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,27	0,34	0,40	0,72	1,07

Deney No: 23							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,43	0,46	0,50	0,99	1,42
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,42	0,46	0,51	0,98	1,41
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,41	0,45	0,49	0,98	1,42
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,42	0,46	0,50	0,98	1,42

Deney No: 24							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,42	0,46	0,50	0,97	1,39
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,42	0,45	0,50	0,96	1,40
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,41	0,45	0,50	0,95	1,41
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,42	0,45	0,50	0,96	1,40

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No:25							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,21	0,24	0,28	0,57	0,91
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,21	0,26	0,29	0,57	0,89
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,22	0,25	0,30	0,58	0,87
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,21	0,25	0,29	0,57	0,89

Deney No: 26							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,19	0,23	0,26	0,54	0,86
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,20	0,22	0,26	0,54	0,88
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,19	0,22	0,25	0,56	0,88
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,19	0,22	0,26	0,55	0,87

Deney No: 27							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,29	0,33	0,39	0,76	1,09
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,30	0,34	0,38	0,77	1,10
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,31	0,34	0,37	0,77	1,11
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,30	0,34	0,38	0,77	1,10

Deney No: 28							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,29	0,32	0,34	0,75	1,09
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,28	0,31	0,34	0,75	1,08
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,29	0,30	0,35	0,74	1,08
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,29	0,31	0,34	0,75	1,08

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 29							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,20	0,24	0,28	0,55	0,84
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,20	0,23	0,27	0,57	0,85
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,19	0,23	0,28	0,56	0,85
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,20	0,24	0,28	0,56	0,85

Deney No: 30							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,19	0,21	0,24	0,55	0,85
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,19	0,22	0,25	0,54	0,84
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,17	0,22	0,26	0,54	0,83
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,18	0,22	0,25	0,54	0,84

Deney No: 31							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,28	0,33	0,36	0,75	1,10
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,30	0,32	0,36	0,75	1,09
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,29	0,31	0,35	0,77	1,09
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,29	0,32	0,36	0,76	1,09

Deney No: 32							
Taşın tane büyüklüğü	60						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,27	0,31	0,32	0,74	1,08
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,27	0,29	0,33	0,73	1,07
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,27	0,30	0,34	0,72	1,07
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,27	0,30	0,33	0,73	1,07

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 33							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,18	0,24	0,30	0,63	0,97
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,20	0,24	0,29	0,62	0,96
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,19	0,25	0,31	0,63	0,96
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,19	0,24	0,29	0,63	0,96

Deney No: 34							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,17	0,22	0,25	0,60	0,95
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,18	0,22	0,24	0,60	0,95
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,19	0,21	0,24	0,59	0,95
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,18	0,22	0,24	0,60	0,95

Deney No: 35							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,28	0,31	0,37	0,79	
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,29	0,32	0,37	0,81	
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,29	0,33	0,38	0,80	
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,29	0,32	0,37	0,80	1,21

Deney No: 36							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,25	0,30	0,33	0,77	1,18
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,26	0,30	0,34	0,78	1,19
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,28	0,31	0,35	0,78	1,18
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,26	0,30	0,34	0,78	1,18

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 37							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,18	0,24	0,29	0,61	0,95
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,18	0,23	0,28	0,60	0,95
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,18	0,23	0,27	0,61	0,94
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,18	0,23	0,28	0,61	0,95

Deney No: 38							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,18	0,23	0,24	0,59	0,95
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,17	0,23	0,23	0,60	0,93
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,16	0,22	0,22	0,58	0,91
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,17	0,22	0,23	0,59	0,93

Deney No: 39							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,28	0,30	0,34	0,79	1,19
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,27	0,32	0,34	0,78	1,19
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,26	0,33	0,36	0,79	1,19
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,27	0,32	0,35	0,79	1,19

Deney No: 40							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,24	0,31	0,33	0,76	1,18
Taş bileme oranı	0.5	2. Ölçüm	0,26	0,32	0,34	0,76	1,16
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,25	0,31	0,33	0,75	1,18
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,25	0,31	0,33	0,76	1,17

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 41							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,11	0,14	0,15	0,46	0,82
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,12	0,14	0,16	0,47	0,80
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,12	0,15	0,17	0,47	0,81
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,12	0,14	0,16	0,47	0,81

Deney No: 42							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,11	0,13	0,15	0,46	0,81
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,11	0,14	0,15	0,45	0,80
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,11	0,13	0,14	0,45	0,80
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,11	0,13	0,15	0,45	0,80

Deney No: 43							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,16	0,18	0,24	0,59	0,95
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,17	0,20	0,24	0,60	0,97
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,18	0,21	0,25	0,61	0,95
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,17	0,20	0,24	0,60	0,96

Deney No: 44							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,16	0,20	0,24	0,60	0,96
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,15	0,20	0,23	0,60	0,94
Çevresel hız oranı	150	3. Ölçüm	0,16	0,21	0,22	0,59	0,92
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,16	0,20	0,23	0,60	0,94

EK-2 (Devam) Deney Yaprakları

Çizelge 2.1. (Devam) Deney Yaprakları

Deney No: 45							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,10	0,13	0,16	0,46	0,81
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,11	0,14	0,16	0,45	0,82
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,11	0,14	0,16	0,44	0,80
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,11	0,14	0,16	0,45	0,81

Deney No: 46							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,10	0,13	0,16	0,45	0,81
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,10	0,12	0,15	0,44	0,79
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,10	0,13	0,15	0,43	0,77
İşin ilerlemesi	5 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,10	0,13	0,15	0,44	0,79

Deney No: 47							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,15	0,19	0,22	0,60	0,93
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,15	0,18	0,21	0,58	0,93
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,14	0,17	0,21	0,56	0,92
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.03 mm	Ortalama	0,15	0,18	0,21	0,58	0,93

Deney No: 48							
Taşın tane büyüklüğü	80						
Taşın dokusu	7						
Taşın sertliği	M(9)		CIB	IB	NB	KB	CKB
İşin malzemesi	Ç8620		Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)	Ra:(μ m)
Malzeme sertliği	60 HRC	1. Ölçüm	0,14	0,18	0,21	0,55	0,91
Taş bileme oranı	0.25	2. Ölçüm	0,13	0,17	0,22	0,56	0,92
Çevresel hız oranı	100	3. Ölçüm	0,14	0,18	0,20	0,57	0,93
İşin ilerlemesi	15 mm/dev						
Talaş derinliği	0.01 mm	Ortalama	0,14	0,18	0,21	0,56	0,92

EK-3. Ra Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.1. A.Güllü'nün tezinde bulmuş olduğu Ra değeri ile yapmış olduğumuz çalışmadaki Ra değerlerinin karşılaştırılması

ttb	td	ts	im	tbo	çho	ii (mm/dev)	tad (mm)	Ra (µm)	Ra (µm)
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	150	15	0.03	0,62	0,56
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	150	15	0.01	0,57	0,55
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	150	5	0.03	0,46	0,44
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	150	5	0.01	0,43	0,43
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	100	15	0.03	0,7	0,55
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	100	15	0.01	0,59	0,53
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	100	5	0.03	0,45	0,44
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	100	5	0.01	0,43	0,42
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	150	15	0.03	0,49	0,39
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	150	15	0.01	0,47	0,38
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	150	5	0.03	0,43	0,3
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	150	5	0.01	0,36	0,28
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	100	15	0.03	0,6	0,37
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	100	15	0.01	0,47	0,35
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	100	5	0.03	0,5	0,29
46	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	100	5	0.01	0,42	0,27
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	150	15	0.03	0,67	0,56
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	150	15	0.01	0,52	0,51
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	150	5	0.03	0,48	0,44
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	150	5	0.01	0,43	0,41
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	100	15	0.03	0,65	0,5
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	100	15	0.01	0,58	0,5
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	100	5	0.03	0,53	0,42
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.5	100	5	0.01	0,5	0,4
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	150	15	0.03	0,42	0,38
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	150	15	0.01	0,31	0,34
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	150	5	0.03	0,3	0,29
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	150	5	0.01	0,27	0,26
60	7	M	Ç8620 (sert)	0.25	100	15	0.03	0,36	0,36

EK-3. (Devam) Ra Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 3.1.(Devam) A.Güllü'nün tezinde bulmuş olduğu Ra değeri ile yapmış olduğumuz çalışmadaki Ra değerlerinin karşılaştırılması

tb	td	ts	im	tbo	çho	ii (mm/dev)	tad (mm)	Ra (µm)	Ra (µm)
60	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	100	15	0.01	0,35	0,33
60	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	100	5	0.03	0,34	0,28
60	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	100	5	0.01	0,33	0,25
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.5	150	15	0.03	0,39	0,37
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.5	150	15	0.01	0,34	0,34
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.5	150	5	0.03	0,29	0,29
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.5	150	5	0.01	0,24	0,24
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.5	100	15	0.03	0,54	0,35
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.5	100	15	0.01	0,53	0,33
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.5	100	5	0.03	0,45	0,28
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.5	100	5	0.01	0,39	0,23
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	150	15	0.03	0,33	0,24
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	150	15	0.01	0,24	0,23
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	150	5	0.03	0,21	0,16
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	150	5	0.01	0,16	0,15
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	100	15	0.03	0,3	0,21
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	100	15	0.01	0,3	0,21
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	100	5	0.03	0,26	0,16
80	7	M(9)	Ç8620 (sert)	0.25	100	5	0.01	0,24	0,15

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÜSTÜN, Hatice
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 25.03.1987 ANKARA/Polatlı
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0 538 564 77 83
 e-mail : haticeustn@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Makina Eğitimi	2009-...
Lisans	Gazi Üniversitesi/Makina Eğitimi	2005-2009
Lise	Endüstri Meslek Lisesi	2001-2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2012-...	Atatürk Meslek Yüksek Okulu	Öğretim Görevlisi
2011-2012	Gazi Meslek Yüksek Okulu	Öğretim Görevlisi
2010-2011	Gazi Üniversitesi	Öğrenci Asistanı
2009-2010	Yıldırım Beyazıt E.M.L	Ücretli Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Üstün, H., Saygın, A., Güllü, A., “Silindirik Taşlama İçin Plc Kontrollü Taş Bileme Aparatının Tasarımı Ve İmalatı” 3. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu, 04-05 Ekim 2012, Ankara
2. Güllü, A., Saygın, A., Üstün, H., Demirsal, Z., başvuru numarası **2011/07825** “Dört eksenli PLC kontrollü taş bileme ve profil oluşturma aparatı” adı altında patent başvurusu yapılmıştır.