

# SİLİNDİRİK TAŞLAMA İÇİN PLC KONTROLLÜ TAŞ BİLEME APARATININ TASARIMI VE İMALATI

Hatice ÜSTÜN<sup>a</sup>, Ali SAYGIN<sup>b</sup>, \*Abdulkadir GÜLLÜ<sup>c</sup>,

<sup>a</sup>\* Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi  
[haticeustun@gazi.edu.tr](mailto:haticeustun@gazi.edu.tr) Ankara/TÜRKİYE

<sup>b</sup>\* Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü  
[asaygin@gazi.edu.tr](mailto:asaygin@gazi.edu.tr) Ankara/TÜRKİYE

<sup>c</sup>\* Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Bölümü  
[agullu@gazi.edu.tr](mailto:agullu@gazi.edu.tr) Ankara/TÜRKİYE

## Özet

Bu çalışma, silindirik taşlama tezgâhında kullanılan zımpara taşlarının taşlama yüzeylerini dönme eksenine paralel, konik ya da değişik yarıçaplı iç bükey ve dış bükey bilemek ve şekil vermek amacıyla yapılmıştır. Taşlama işlemi esnasında oluşan taştaki silindiriklik hatası düzeltildikten ve kavisler için kaba şekillendirme yapıldıktan sonra taş tane büyüklüğü dikkate alınarak bileme işlemi kaba, orta ve ince olarak yapılabilmektedir. Taş bileme aparatının tasarımında adım motoru, lineer cetvel, encoder, sonsuz dişli, kaplin gibi elemanlar kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda aparat tablaya rahat bir şekilde bağlanıp hızlı bir şekilde taş bileme işlemi gerçekleştirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Silindirik taşlama, Zımpara taşı, Taş bileme aparatı, Taş tane büyüklüğü

## 1.Giriş

Taşlama işlemi, genellikle bitirme işlemleri için kullanılan önemli bir talaş kaldırma yöntemidir. Bu yöntem iş parçalarının özellikle diğer işleme yöntemleriyle (tornalama, frezeleme vb.) yeterli tamlıkta ve yüzey kalitesinde üretilmediği durumlarda kullanılmaktadır [1]. Gerek geleneksel, gerekse modern yöntemlerle yapılan üretim işlemlerinde taşlama işleminin önemi çok büyüktür. Özellikle; ölçü tamlığı, dairesellik, yüzey kalitesi ve görünümün önem kazandığı ürünlerde çoğunlukla taşlama işlemi zorunlu olmaktadır. Ölçme aletleri, kızak ve kayıtlar, miller, dişli çarklar, merdane ve yatak bilezikleri gibi birçok makine parçasının yüzey özelliklerinin iyi olması zorunludur. Bu yüzeylerin korozyona karşı dayanıklı olabilmesi için taşlama işlemi gerekli şartlardan biridir [2]. Taşlamanın, bir bitirme işlemi olması veya daha sonraki işlemlere, sağlıklı geçiş yapılabilmesi için parametrelerin iyi seçilmiş olması gerekir. "Ortalama Pürüzlülük" (Ra), "Ortalama On Nokta Yüksekliği" (Rz) ve "Ortalamaların Karelerinin Toplamının Karekökü" (Rq) 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 [3].

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 [4].

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 [5]. Silindirik taşlamada düzenli taş bileme aralığı ve en uygun taşlama derinliğine karar vermek için sistematik bir yaklaşım açıklanmaktadır. Zımpara taşının yüzey topografyası, girdap akım sensörü ve bir lazer yer değiştirme sensörü ile çalışan taş 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 [6]. Taşlama işlemi bir makine parçasına uygulanan son işlem olduğundan herhangi bir yanlışlık, işin bozulmasına, hurdaya çıkmasına ve büyük bir zaman kaybına sebep olur. Bu tür ihtiyaçları karşılamak için tasarımı ve imalatı yapılan bileme aparatının çoklu fonksiyonlara sahip olması gerekir. Seri imalatta yavaşlama olmaması için, taş köreldiği anda kısa zamanda sağlıklı bir şekilde bileme işlemi gerçekleştirilmelidir.

Taşlama işleminde taş tanelerinin körelmesinden dolayı bitirme yüzeyi kalitesinin, verilen tolerans sınırlarını aşmaması için taşlar zamanında bilendir. Belirli bir miktarda talaş kaldırmış taşlarda oluşan taşlama kuvvetleri, yeni bilenenmiş taşlarda oluşan taşlama kuvvetlerinin üç katı olduğu görülmüştür [7]. Yapılan çalışmalarda bileme derinliğinin taşlama gücü üzerindeki etkisinin, bileme adımının etkisinden daha fazla olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, bileme derinliğinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi bileme adımından daha azdır. Deneysel çalışmalar taş aşınması arttıkça bileme etkisinin, taşlamanın davranışı üzerinde değiştiğini göstermiştir. Kesme gücünün, talaş kaldırma miktarı ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin bileşimi, bilemeden hemen sonra bilemenin etkisinin fazla olduğunu, artan aşınma ile bu etkinin zayıfladığını belirlemiştir. Kesme gücü ve kesiciler arasında uygun bir denge sağlandığında, kesicinin kesme ömrü uzamakta ve bileme ihtiyacı da azalmaktadır [8,9].

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 band genişlikli lineer motorun, rijit olmasından dolayı uyarılabilir [10].

Yüke dışarıdan uygulanacak başka bir kuvvete karşı yükün salınımının minimum 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 [11].

Makinenin X,Y ve Z yönlerinde hareket etmesi için 3 hareket kaynağına ihtiyaç vardır. Step motorlar ve sürücüler uygun fiyatları ve isabet oranları nedeniyle hareket kaynağı olarak seçilir. Sürücülerin bilgisayar ile bağlantıya geçmesi için, paralel port ara yüzü üretilir. Step 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 step motorlar ve sürücüler makineye

bağlanır [12]. Step motor yardımı ile beş eksenli robotta konum ve hız incelemesi yapılır. Robot kol gerilimlerinde istenen parametreler için gerekli hız minimum ve maksimum değerleri step motora göre seçilir. Step motorlar ile istenilen hız kontrolleri ayarlaması yapılır [13,14].

Son yıllarda, tam sayısal 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 [15]. 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.

## **2.Malzeme ve Metot**

Bu çalışmada; Taşıyıcı gövde malzemesi olarak Ç1020 kullanılmıştır. Sistemin aksel hareketinin düzgün yapılmasını sağlamak için vidalı millerin yataklamalarında rulman kullanılmıştır. X-Y-Z ve Açılı hareketler step motorlar yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Sistemin maliyetini azaltmak ve bu hareketi aksellere iletmek için tasarım ölçülerine uygun olarak Vidalı Mil tornada işlenerek sisteme uyarlanmıştır. Adım motorlar; düşük hızlarda yüksek dönme momenti ürettikleri ve kontrolü kolay olduğu için sistemin taşıyabileceği yüke göre seçilmiştir. Sistemde X,Y,Z ve açılmal akselleri olmak üzere 4 adet adım motor kullanılmıştır.

### **2.1.Taş Bileme Aparatının Tasarımı ve İmalatı**

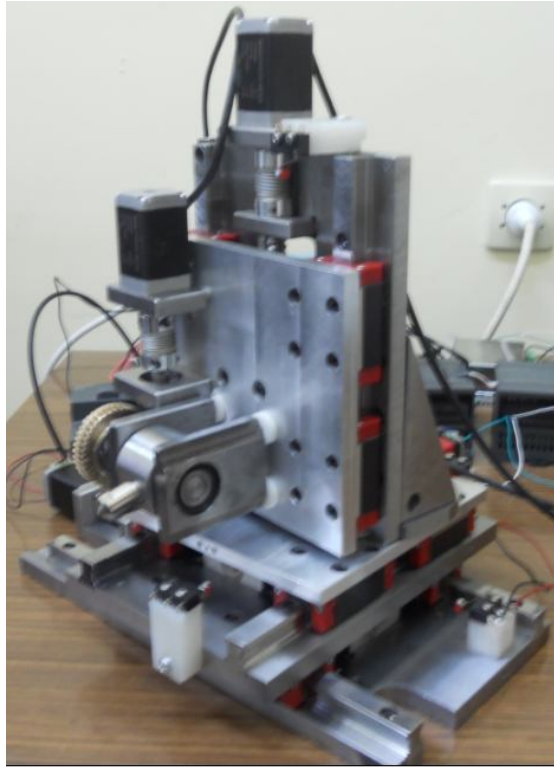
Yapılan bu çalışmada; kullanılacak taş bileme aparatının tasarımı donanım ve yazılım olarak iki başlık altında toplanır. Donanım kısmını mekanik sistemler ve sürücü devreleri oluşturmaktadır. Yazılım kısmını ise PLC yazılımı oluşturmaktadır. Şekil 1'de görülen taş bileme aparatına ait ana elemanların fonksiyonları aşağıda kısaca açıklanmıştır. Alt tabla 290x150x12 mm boyutlarındadır. Ç1020 malzemesinden imal edilmiştir. Alt tablanın tasarımı; vidalı mil, lineer kızak arabaların ve motorların boyutları göz önünde bulundurularak yapılır. Lineer kızakların montajlanması işleminde titreşim ve salıyı 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 aksel hareketi oluşturulmaya başlanır. Alt tablaya ait profiller; vidalı mil, lineer kızak, arabalar, motor ve motor bağlantı parçası civata ile birleştirme yapılır. Lineer kızakların üzerindeki arabalara ara tabla montajı yapılır. Alt tabla ve ara tabladaki bağlantı işlemleri gerçekleştirildikten sonra PLC kontrol ünitesi yardımı ile istenilen bir değerde motora enerji verilerek X akselindeki ilk hareket işlemi gerçekleştirilir. X akselindeki hareket işlemi maksimum 120 mm aralıkta hareket eder.

Ara tablanın 205x150x12 mm boyutlarında Ç1020 malzemesinden imalatı gerçekleştirilmiştir. Ara tablanın tasarımı; vidalı mil, lineer kızak, arabaların ve motorların boyutları göz önünde bulundurularak yapılır. Lineer kızakların montajlanması işleminde titreşim ve salıyı önlemek amacı ile ara tabla üzerine 205x15x1 mm ölçülerinde boşaltma işlemi yapılmıştır. Y akseli hareketine yardımcı olmak amacıyla Ç1020 malzemesinden üst tablanın imalatı 150x150x8 mm boyutlarında yapılır ve 2. olarak ara tabladaki Y aksel hareketi oluşturulmaya başlanır. Alt tabla grubu tamamlandıktan sonra, ara tabla üstü ve üst tabla altı, grubuna geçilir. Birleştirme işlemi tamamlandıktan sonra bu profil üzerine lineer kızak bağlantısı yapılır. Bu işlemi yaptıktan sonra arabaların üzerine, üst tabla civata ile montajlanır. Daha sonra PLC kontrol ünitesi yardımı ile istenilen bir değerde motora enerji verilerek ikinci hareket olan Y akselindeki hareket işlemi gerçekleştirilir. Y akselindeki hareket işlemi



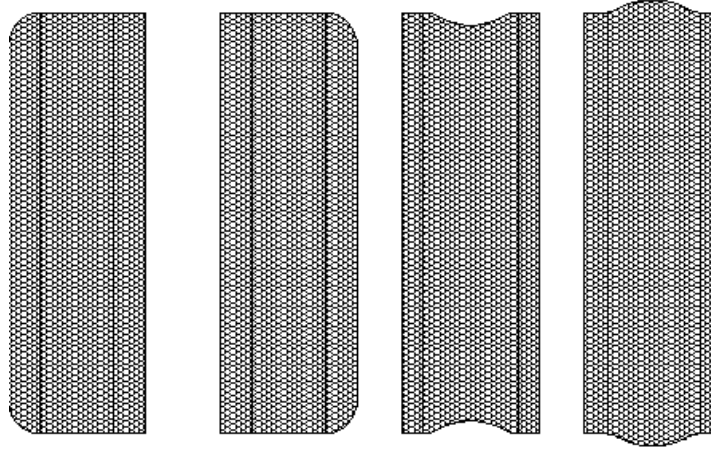
başlanır. Alt tabla, ara tabla üstü ve üst tablanın alt grubu tamamlandıktan sonra sütun grubuna geçilir. Birleştirme işlemi tamamlandıktan sonra bu profil üzerine lineer kızak bağlantısı yapılmaktadır Daha sonra arabaların üzerine dikey tabla civata ile montajlanır. Dikey tabla üzerine vidalı mil, kaplin, rulman, motor, motor bağlantı parçası ve civatalı bağlantı işlemleri yapılır. PLC kontrol ünitesi yardımı ile istenilen bir değerde motora enerji verilerek üçüncü hareket olan Z eksenindeki hareket işlemi gerçekleştirilir. Z eksenindeki hareket işlemi maksimum 50 mm aralıkta hareket eder.

Sonsuz vida bağlantı parçası dikey tablaya civata ile montajlanır. Elmas uç bağlantı parçasına rulmanlar ile sonsuz vida ve karşılık dişlisinin montajı yapılır. Elmas uç konik şeklinde olduğundan dolayı elmas uç bağlantı parçasına konik delik açılır ve elmas uç konik deliğe yerleştirilir. Ara manşon, motor bağlantı parçası ve motor elmas uç bağlantı parçasına bağlandıktan sonra PLC kontrol ünitesi yardımı ile istenilen bir değerde motora enerji verilerek dördüncü hareket olan motorla açılı hareketi gerçekleştirilir. Sütunun alt tarafında bulunan 65x150x12 mm boyutlarındaki parçanın üzerinde R8 mm yarıçapındaki deliğe, civata ile üst tablaya montajı yapılır. Montajı yapılan civata biraz gevşetilir. Beşinci hareket olarak daha önceden ölçeklendirilmiş üst tablaya göre istenilen değerde açılı hareketi elle verilir. Şekil 2 'de imalatı yapılan taş bileme aparatının fotoğrafı gösterilmiştir.



Şekil 2. İmalatı gerçekleştirilen taş bileme aparatı

İmalatı gerçekleştirilen taş bileme aparatı ile taşın taşlama yüzeyine iç bükey, dış bükey, sinüzoidal ve farklı eğrisel biçimler verilebilir (Şekil 3). 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 yapılır. Taş bileme aparatının X ve Y eksenlerine bağlanan motorlar yardımı ile taşın kavisi olarak şekillenmesi ve bilenmesi de gerçekleştirilebilir.



Şekil 3. İmalatı gerçekleştirilen taş bileme aparatı ile taşın yüzeyine verilebilecek profiller

### 3.Sonuç

Bu çalışmada, PLC kontrollü taş bileme aparatının tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmanın programlama kısmında EM-253 pozisyonlama modülü, tek eksenle adım motor kontrolü yapabilir. Bu nedenle dört eksen için dörder adet modül, sürücü ve adım motor kullanılır. Uygulama için gerekli bağlantılar yapıldıktan sonra S7-200 PLC'ye ait STEP 7-microWIN PLC derleyici programı kullanılır. Üretilecek parçaya ait özelliklere göre profil oluşturularak PLC programlanır. 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 eksenle gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca;

1. Aparatın tablaya rahat bir şekilde bağlanıp hızlı bir şekilde taş bileme işleminin gerçekleşmesi,
2. Taşın yüzeyinde kontrollü bir şekilde, istenilen hassaslıkta bileme işleminin gerçekleşmesi,
3. Seri imalat atölyelerinde kontrollü ve hızlı taş bileme işleminin gerçekleşmesi,
4. Bileme zamanının azalması, taşın yüzeyinin pürüzsüz elde edilmesi, parça taşlamada; kalite ve ölçü hassasiyetliğinin iyileşmesi amaçlanmıştır.

Bu taş bileme aparatı ile endüstri ve sanayi ortamında kullanılan aparatlar basit gözükse de hassas bileme yapmayan işlemleri engellemiş olur.

### 4.Teşekkür

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 07/2010-36 kodlu "PLC KONTROLLÜ BİR SİLİNDİRİK TAŞ BİLEME APARATININ TASARIMI, İMALATI VE DEĞİŞİK TAŞLAR ÜZERİNDE TEST EDİLMESİ" isimli proje ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- [1] Kalpakjian, S., "Manufacturing Process For Engineering Materials" New York, 120-121, 1991.
- [2] Demir, H. ve Güllü, A., "Silindirik Taşlamada Yüzey Pürüzlülüğü Ve Taşlama Oranı İlişkisinin Araştırılması" Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, TEKNOLOJİ, 1-2: 151-167 1999.
- [3] Kaya, E., "Silindirik Taşlamada Helisel Kanallı Tasların Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi" Yüksek Lisans Tezi Makina Eğitimi Anabilim Dalı Mayıs – 2007.
- [4] Henry D. Burghardt, Aaron Axelrod, James Anderson, (Yazarlar) Macit Karabay, Mustafa Bağcı, Aytekin Akbaş, İlhan Onur, (Çevirenler) "Tesviyecilik Teknolojisi", Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları, Cilt:2.
- [5] Shen, N., He, Y., Li, J., Minglun FANG, "An Improved Differential Evolution (IDE) Based On Double Populations For Cylindrical Grinding Optimization", Shanghai Key Laboratory of Mechanical Automation & Robotics Shanghai University Shanghai, , International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation 2009.
- [6] Kim, S.H., a,\*, Ahn, J.H., b, "Decision Of Dressing Interval And Depth By The Direct Measurement Of The Grinding Wheel Surface" a Automation Engineering Department, Korea Institute of Machinery and Materials, 171 Jangdong, Yusunggu, Taejon 305 600, South Korea b School of Mechanical Engineering, Pusan National University, Pusan, South Korea Received 11 November 1997.
- [7] Demir, H., Güllü, A., , "Taşlamada Taşlama Parametrelerinin Etkisi, Makale", G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Makina Dergisi, Sayı 198, 1-10 syf, 2000.
- [8] Güllü, A., "Silindirik Taşlamada İstenen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerinin Bilgisayar Yardımı İle Optimizasyonu", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens. Makina Eğitimi, Ankara 1995.
- [9] Wen, M., Tay, A.O., and Nee, A. C., "Micro-Computer Based Optimization of The Surface Grinding Process", Journal of Materials Processing Technology, Elsevier, Vol (29), 75-90, 1992.
- [10] Weck, M., Kruger, P., Brecher, C., "Limits For Controller Settings With Electric Linear Direct Drives" International Journal of Machine Tools & Manufacture 65–88, 2001.
- [11] \*Oyman, H. A., \*Yiğitbaşı, T., "Vinç Sarkaç Kontrolü" Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi IV.Proje Yarışması İstanbul, 2008.
- [12] Ekici, B., "Design of Rapid Prototyping Machine for FDM Technology " Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı Bilim Alanı Proje No Fen Bilimleri Fen-Yyp-250405-01041 İstanbul, 2007.
- [13] Chen, F., \*Qu, J., Chen, C.S., "A Motor Control System Design With A Motor Controller Chip", Electrical Engineering Department University of Akron, OH 44325.
- [14] Zeineldin, A., El farmawy, M., "Study of Stepper Motor Performance in a Five-Axis Robot", Faculty of Engineering, Minufiya University Shebin El-Kom
- [15] Zeineldin, A. S., "High Performance Plc Controlled Stepper Motor Manipulateor" Electrical Engineering Dept., Faculty of Engineering, Shebin El-Kom, Menoufia University, Egypt, 1996.