



İ.T.Ü.  
MAKİNA FAKÜLTESİ

# MAMKON '97

1. MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ  
(ULUSLARARASI KATILIMLA)

## BİLDİRİ KİTABI

4 - 6 Haziran 1997  
Gümüşsuyu - İSTANBUL

# ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi, ülkemizde ilk defa bu kapsamda bir Makina Mühendisliği Kongresi düzenlemiştir. Bu kongre, üniversitelerimizde ve sanayi kuruluşlarımızda yapılan bilimsel ve teknolojik araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin birarada tartışılabileceği bir ortam oluşturacaktır. Ana konuların seçiminde özellikle güncel ve ülkemiz sanayisi açısından önem taşıyan konular gözönünde tutulmuştur. Kongre merkezinin İstanbul olması, ülkemizde sanayi kuruluşlarının büyük çoğunluğunun burada olması bakımından da ayrıca önem taşımaktadır.

Kongre süresince her günün başlangıcında yurtdışı ve yurtiçinden davetli konuşmacılar bulunmaktadır. Gerek bu konuşmalar ve gerekse tartışılacak bildiriler, Isı Bilimi ve Akışkanlar Mekaniği, Bilgisayar Destekli Konstrüksiyon ve İmalat (CAD/CAM), İleri Teknoloji Malzemeleri ve İmalat Yöntemleri ve Mekatronik konularında olup, genel olarak bakıldığında ülkemizde ve dünyada bu konularda nerede bulunulduğunu ve araştırmaların hangi noktalarda yoğunlaştığını göstermektedir.

Fakültemiz tarafından 1994 yılında ilki gerçekleştirilen ve her yıl eğitim-öğretim yılı başlangıcında düzenlenen Sanayi Fuarı, bu kez kongre tarihine kaydırılmış ve bu şekilde, sanayi kuruluşlarımızın fuar süresince ülkemiz akademisyenleri ile biraraya gelebilmeleri ve üretim yelpazelerini kongre süresince sergileyebilmeleri fırsatının oluşturulması amaçlanmıştır.

Her iki yılda bir tekrarlanarak geleneksel bir yapıya kavuşturulması planlanmış olan 1. Makina Mühendisliği Kongresinde, mümkün olduğunca çok araştırmacının biraraya toplanmasına çalışılmıştır.

Kongrenin ülkemiz makina mühendisliği eğitimi ve makina sanayii için olumlu sonuçlara yolaçmasını dilerim.

**Düzenleme Kurulu adına**  
Prof.Dr. A. Nilüfer EĞRİCAN

## Düzenleme Kurulu

A. Nilüfer EĞRİCAN (Başkan)  
Barlas ERYÜREK  
Nurdil ESKİN  
İhsan GÜLFERİ  
Levent GÜVENÇ

Kadir KIRKKÖPRÜ  
Teoman KURTAY  
Yalçın URALCAN  
Murat VURAL  
M. Sait YÜCENUR

## Danışma Kurulu Üyeleri

Memiş ACAR (Loughborough Univ.)  
Mustafa AKKURT (İTÜ)  
Sema ALPTEKİN (Cal. Poly. State Univ.)  
Sabri ALTINTAŞ (BÜ)  
Ahmet ARAN (İTÜ)  
Necati ARIKAN (KOÇ Holding)  
Osman BABAOĞLU (MOMENTUM A.Ş.)  
Tuncer CEBECİ (Univ. of California)  
Cavit ÇITAK (ENKA Holding)  
Talha DİNİBÜTÜN (İTÜ)  
Kaan EDİS (İTÜ)  
A. Nilüfer EĞRİCAN (İTÜ)  
Cahit ERALP (ODTÜ)  
Abdülkadir ERDEN (ODTÜ)  
Fazıl ERDOĞAN (Lehigh Univ.)  
Cemil Ş. ERKMAN (İTÜ)  
İ. Barlas ERYÜREK (İTÜ)  
Üzeyir GARIH (ALARKO Holding)  
Mustafa GEDİKTAŞ (İTÜ)  
Osman GENCELİ (İTÜ)

Yalçın GÖĞÜŞ (ODTÜ)  
Mustafa İ. GÖKLER (ODTÜ)  
Ali G. GÖKTAN (İTÜ)  
Selçuk GÜCERİ (Univ. of Illinois)  
Bilgin KAFTANOĞLU (ODTÜ)  
Sadık KAKAÇ (Univ. of Miami)  
Haluk KARADOĞAN (İTÜ)  
Okyay KAYNAK (BÜ)  
Keskin KESER (MA-PA A.Ş.)  
Teoman KURTAY (İTÜ)  
Atilla KUZUCAN (KOMSAN A.Ş.)  
Ahmet KUZUCU (İTÜ)  
Rüknettin OSKAY (ODTÜ)  
Doğan ÖZGÜR (YTÜ)  
Cem SORUŞBAY (İTÜ)  
Tuncer TOPRAK (İTÜ)  
Osman TÜRKAY (BÜ)  
Galip ULSOY (Univ. of Michigan)  
Refik ÜREYEN (ARÇELİK AR-GE)  
Necip YÜKSEL (BORUSAN Holding)

## BİLGİSAYAR DENETİMLİ BİR OKSİJENLE KESME TEZGAHININ TASARIMI VE İMALATI

M. Cemal ÇAKIR  
U.Ü. Müh-Mim. Fak. Makina Müh. Böl.  
16059 Görükle BURSA / TÜRKİYE

Ümit YALÇIN  
Ba. Ü. Meslek Yüksek Okulu  
BALIKESİR / TÜRKİYE

### ÖZET

Bu çalışmada küçük ve orta ölçekli kuruluşlarda kullanılacak bilgisayar denetimli bir oksijenle kesme tezgahının tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. İmalatı gerçekleştirilen bu tezgah geliştirilen bir CAD yazılımı yardımıyla çizilen profile ait kesme koordinatlarını dairesel ve doğrusal interpolasyonlar sonucunda hesaplayarak profili kesebilmekte ve kesme işleminin simülasyonunu gerçekleştirebilmektedir.

### GİRİŞ

Yapılan araştırmalar sonucunda oksijenle kesme tezgahu kullanan bir çok işletmede profil kopyalama prensibine göre çalışan tezgahların kullanıldığı ve bu işletmelerin bir çoğunda teknik resim çizmek veya başka amaçlar için kullanılmak üzere saptamaların ışığı altında hem endüstriyel alanda bir açığın kapatılması hususunda yerli imalat sanayisine katkıda bulunmak, hem de teorik bir çok bilginin uygulamalı olarak hayata geçirilmesini sağlamak amacıyla, küçük ve orta ölçekli

kuruluşların ihtiyaçlarını karşılayabilecek sayısal denetimli bir oksijenle kesme tezgahının tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Yapılan böyle bir çalışmada sayısal denetim konusunda elde edilecek tecrübenin daha sonra benzeri bir çok alanda kullanılabilir olması büyük bir avantajdır. bir CAD programının bulunduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, endüstride mevcut az sayıdaki sayısal denetimli oksijenle kesme tezgahları büyük hacimli tezgahlar olup ancak nisbeten büyük ölçekli kuruluşlarda bulunmaktadır. Yapılan bu

Bu çalışmada imalatı düşünülen tezgaha ait konstrüksiyon aşamasında çeşitli tasarım alternatifleri ele alınmış, teknik ve ekonomik analizlerden sonra tezgahın konstrüksiyon şeması hazırlanmıştır. Tezgahta kullanılacak elektro-mekanik elemanların incelenmesi ve tercih edilen kontrol yapısının tespitinden sonra kontrol için bir bilgisayar program algoritması geliştirilmiş ve imalatı gerçekleştirilen tezgahın geliştirilen CAD yazılımı yardımıyla çizilen profili kesmesi sağlanmıştır. Bu amaçla geliştirilen yazılım kesilecek profilin çizim işlemini takiben kesme koordinatlarının interpolasyon yardımıyla hesaplanması, bu koordinatların her iki eksenindeki adım motorlarına aktarılmasının yanısıra kesme işleminin simülasyonu ve kesme koordinatlarının görüntülenmesi işlemlerini de gerçekleştirmektedir.

## OKSİJENLE KESME TEZGAHININ TASARIMI

Endüstrinin çeşitli alanlarında 1-300 mm'ye kadar kalınlıktaki sac plakaların, değişik geometrik şekillerde kesilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür üretimlerde, parça sayısının çok fazla olmadığı ve boyut hassasiyetinin oldukça kaba ( $\pm 0.5$  mm) olduğu göz önüne alınır, bu parçaların oksijenle kesilmesi işleminin en uygun ve ekonomik çözüm olduğu görülmektedir.

Bu çalışma esnasında Bursa, Balıkesir ve İzmir'deki bazı endüstri kuruluşlarında yapılan incelemeler sonucunda, küçük ve orta ölçekli sanayi kuruluşlarının ihtiyaçlarını karşılayabilecek, bilgisayarla kontrole uygun hareket elemanlarına sahip tasarım alternatifleri tesbit edilmiştir. Bu ilk çalışmalar sonucunda karar verilen tezgah genel konstrüksiyonu aşağıdaki Şekil 1 'de görülmektedir.

Buradaki temel elemanlar,

1. X eksenli sürücü motoru,
2. Y eksenli sürücü motoru,
3. Kızaklar
4. Hımlaç taşıyıcı ve hımlaç,
5. Taban.

Eksen açıklığı çok fazla olmadığı için tezgah kızakları taban üzerine monte edilmiştir. Taban yüksekliği yerden yaklaşık 700 mm, eksen açıklığı tezgahda kesilmesi muhtemel standart sac plaka genişliğine uygun olarak X ekseninde 1.65 m, Y ekseninde ise 1.70 m olarak tesbit edilmiştir.

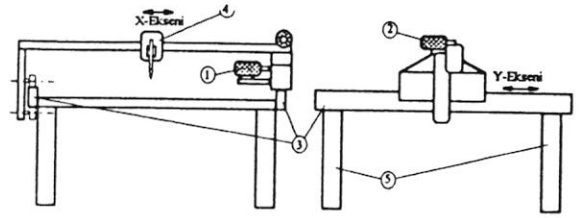
Kızak olarak maliyet, temin edilebilirlik, imal edilebilirlik ve seçilen eksen sürücü sistemi göz önünde bulundurularak her iki eksen de prizmatik kesitli kızak tercih edilmiştir. Kızaklardaki doğrusalığı sağlamak maksadıyla kızak boyunun 1700 mm olmasına rağmen, kızakların uzun planyada tek parça olarak işlenmesi sağlanmıştır.

Y ekseninde sürtünme prensibine dayalı eksen sürücü sistem, maliyet ve kolay imal edilebilirlik düşünülerek tercih edilmiştir. X ekseninde ise fazla yük olmadığı da göz önünde bulundurularak çelik tel gerdirmeli sürücü sistem kullanılmıştır. Düşük ilerleme hızlarında hareketin söz konusu olması ve konumlama hassasiyetinin oldukça kaba olması nedeniyle adım motoru kullanılmasına karar verilmiştir.

## KESME HAREKETİ KONTROLÜNDE KULLANILAN ELEMANLAR

### Bilgisayar

Tezgaha istenilen hareketler için uygun komutları göndermek üzere DOS işletim sistemine sahip bir kişisel bilgisayara ihtiyaç vardır. Geliştirilen programın işletilmesinde

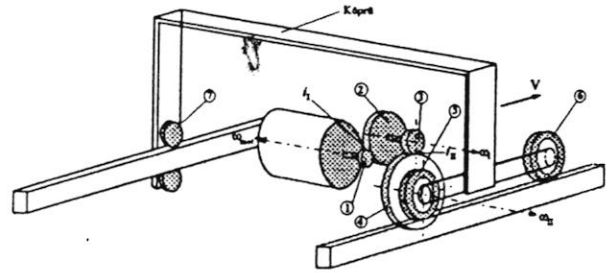


Şekil 1: Oksijenle Kesme Tezgahı Ön Tasarımı

ve komutların tezgaha gönderilmesinde 386 mikroişlemcili, 2 MB RAM 'a sahip kişisel bir bilgisayar kullanılmıştır.

### Adım Motorları ve Sürücü Devre

Y Eksenli için kullanılan adım motorunun bağlantı şeması Şekil 2 de gösterilmiştir



Şekil 2: Y eksenli motor bağlantı şeması

Seçilen bu bağlantı şeklinde, adım motoru milinde diş sayısı 13 olan bir düz dişli (1) vardır. Bu dişli ile eş çalışan dişli ile aynı ekseninde, ise bir helis dişli çark bulunmaktadır. Bu dişlinin karşılığı üzerinde plastik kaplanmış bir faturalı kısma sahiptir ki bu eleman kızaklar üzerinde sürtünme yoluyla hareketi sağlayan elemandır.

Bu bağlantıda mevcut elemanlar,

- 1.Nolu eleman: çap 15 mm, diş sayısı 13, kütlesi  $M_1=20$  gr.
  - 2.Nolu eleman: çap 62 mm, diş sayısı 49, kütlesi  $M_2=40$  gr.
  - 3.Nolu eleman: çap 18 mm, diş sayısı 19, kütlesi  $M_3=35$  gr.
  - 4.Nolu eleman: çap 64 mm, diş sayısı 49, kütlesi  $M_4=160$  gr.
  - 5.Nolu eleman: çap 56 mm, kütlesi  $M_5=140$  gr.
  - 6.Nolu eleman: çap 56 mm, kütlesi  $M_5=140$  gr.
  - 7.Nolu eleman: çap 56 mm, kütlesi  $M_5=140$  gr.
- Köprü :  $M_{köprü} = 24$  kg.

Bu elemanlara ait kütleler ve dış sayıları kullanılarak seçilecek adım motorunun özellikleri belirlenmiş ve çeşitli adım motoru performans eğrilerinden uygun motor seçilmiştir [1,2]. Yapılan hesaplamalar ve seçilen adım motorunun performans eğrileri ilgili literatürde mevcuttur [3].

### Sürücü Devre

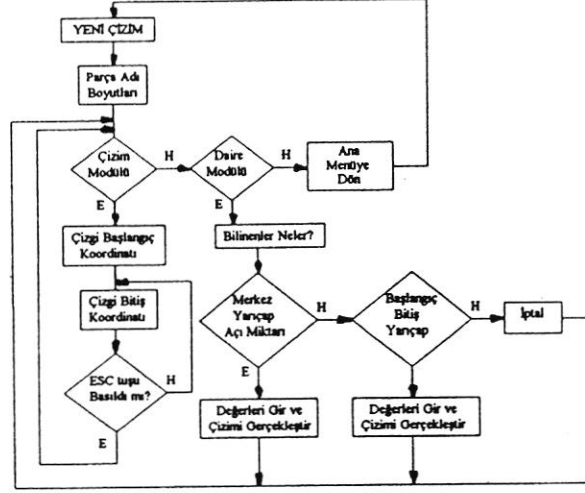
Adım motor sürücü devresi bilgisayarın paralel portlarından alınan elektronik sinyalleri güçlendirerek motorlar için gerekli olan akımı sağlamaktadır. Bu devrede sürücü transistör olarak BDX53C güç transistörü kullanılmıştır. Devrenin girişlerine konulmuş olan 120 kΩ değerindeki dirençler portlardan çekilen akımın değerini 40 mA 'den az olacak şekilde sınırlar. Bu durum portların çekilen akımdan zarar görmemesi için gereklidir. Ayrıca giriş dirençlerine seri bağlı olarak kullanılan 1N4007 diyodu, meydana gelebilecek ters gerilimlerin porta ulaşarak bilgisayara zarar vermesini önler. Bundan başka koruma elemanı olarak 5.1 V 'luk Zenner diyodu kullanılmıştır. Çıkış akımı kollektör üzerinden alınarak transistörlerin çalışma esnasında az ısınması sağlanmıştır.

## OKSİJENLE KESME TEZGAHININ BİLGİSAYAR YARDIMIYLA DENETİMİ

### Geliştirilen Yazılım

Bu çalışmada açık döngü kontrol sistemi kullanılmıştır. Bu üniteye gerekli yön ve hız bilgilerini veren yazılım, adım motorlarının birbiriyle uyumlu çalışmasını sağlayacak şekilde hazırlanmıştır. Kesilmek istenen profil hazırlanan yazılım yardımıyla bilgisayar ekranına 1:1 oranında çizilerek motorların bu profile uygun hareketleri sağlanmakta ve kesme işlemi gerçekleştirilmektedir. Tezgahta hız ve hareket kontrolü için hazırlanan yazılım Quick Basic Sürüm 4.5 [4] programlama dilinde hazırlanmıştır.

Program temelde iki kısımdan oluşmaktadır: kesilecek parça geometrisini tanımlamak için kullanılan *Yeni Parça* modülü ve tanımlanan bu koordinatları üretebilmek için motorlara uygun komutların gönderildiği *Tezgahta Gönder* modülü. İmal edilecek parçanın önce şekli hazırlanan yazılım yardımıyla çizilir ve koordinat değerleri bir dosyaya yazılır. Çizim işleminde kullanılan yazılımın akış diyagramı Şekil 3 de verilmiştir. Parçanın imalatı istendiğinde *Tezgahta Gönder* seçeneği ile, parça geometrisine ait koordinat değerleri dosyadan sırasıyla okunarak motorların o mesafeyi katedebilmesi için gerekli adım miktarı hesaplanır. Program içerisinde, X ve Y eksenlerinde hareket için gerekli adım



Şekil 3: Çizim için geliştirilen yazılımın akış diyagramı

miktarları kıyaslanarak bu iki eksenin birbiriyle uyumlu hareketi sağlanmıştır. Eksenlerdeki hareket hızları, adım motorlarına uygulanan darbelerin aralığını azaltıp arttırmakla kontrol edilmiştir. Geliştirilen yazılımın akış diyagramı Şekil 4 de verilmiştir.

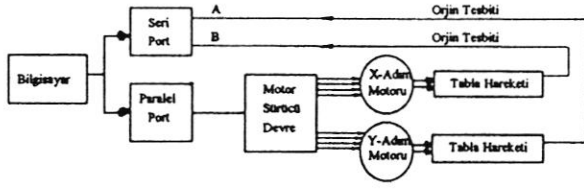
### Tezgahtın Denetimi

Yeni parça modülü yardımıyla çizilen parçanın koordinatları *Tezgahta Gönder* komutu ile sürücü devre yardımıyla adım motorlarına ulaştırılır. Bu seçenek seçildiğinde işleme başlamadan önce, adım motorlarının her zaman geriye dönmeleri sağlanarak, kızakların orijin tesbiti için kullanılan limit anahtarlarına her iki eksen de teması sağlanır ve böylece başlangıç için gerekli olan orijinin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilir. Bu sisteme ait blok şema Şekil 4 'de verilmiştir.

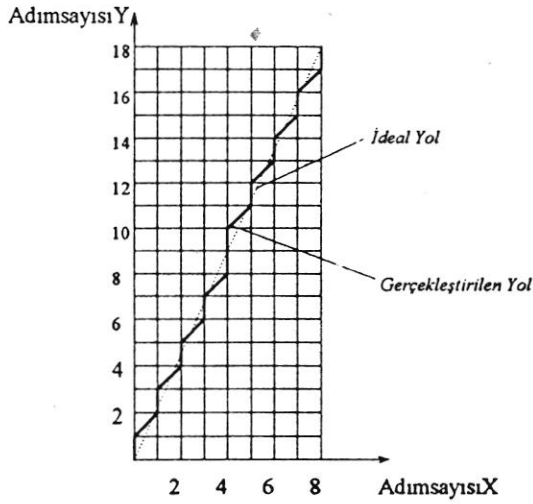
İstenilen yolu katedebilmek için her iki motorun birbiriyle uyumlu çalıştırılması geliştirilen bir yazılımcı yapılan interpolasyonlar sayesinde gerçekleştirilmiştir [3]. Bu yazılımda kullanılan redüksiyon oranından, X eksen için motorun bir adımında katedilen doğrusal yolun 0.12 mm, Y eksen için 0.16 mm olduğu göz önüne alınarak X ve Y eksenlerinde atılması gereken adım sayıları hesaplanmış ve istenilen konuma ulaşana kadar X ve Y eksenlerindeki uygun ara noktalar bulunmuştur.

Bu duruma örnek olarak aşırı bir durum olan X motorunun adım sayısının 8 ve Y motorunun adım sayısının 18 olarak verilmesi halinde, program tarafından gerçekleştirilen interpolasyon Şekil 5 de gösterildiği gibi olacaktır.

Programdan motorlara uygun bilgilerin gönderilmesi bilgisayarın paralel portu ile sağlanır. Paralel port üzerindeki 8 data bit'i 4'er bit olarak iki motora veri iletmek amacıyla



Şekil 4: Sistemin Blok Şeması



Şekil 5: Örnek İnterpolasyon

Paralel porttan sürücü devreye gelen sinyaller, adım motorlarına uygun hale dönüştürülerek motorları harekete geçirir. Adım motorlarının çalıştırılabilmesi için içerisindeki kutupların uygun sıra ile elektrikleşmesi gerekmektedir. Bu çalışmada kullanılan motorlar gibi, 4 kutuplu bir adım motorunun çalıştırılabilmesi için motorlara gönderilmesi gereken veriler, ikili sayı sistemine göre Çizelge 1 de verilmiştir. Motorların çalıştırılması için gönderilmesi gerekli olan veriler, istenilen tork değerine göre aşağıdaki değerlerden farklı seçilebilir.

Bu veriler motorlara gönderilirken, iki motora ait veri de aynı anda paralel porta gönderilerek motorların biri çalışırken diğerinin beklemesi önlenmiştir. Böylece özellikle açısız hareketlerde daha düzgün bir hareket elde edilmiştir.

Parçaya ait veriler motorlara gönderilmeden önce, tezgahın her zaman aynı noktadan harekete başlamasını sağlamak üzere eksen uç noktalarına yerleştirilen manyetik anahtarlar doğru hareketi sağlanmıştır. Bu manyetik anahtarların herbiri ile kızakların teması sağlandığında, seri port üzerinden programa bir kesme sinyali üretilmekte ve ilgili eksenindeki motor hareketi durdurulmaktadır. Böylece tezgahın orijin noktasına vardığı

Çizelge 1: İki motor için tam adım çalıştırmada verilerin motorlara gönderilme sırası

II. Motor				I. Motor			
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
$B_4$	$B_3$	$B_2$	$B_1$	$B_4$	$B_3$	$B_2$	$B_1$
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	0	1

Çizelge 2: İki motoru yarım adım çalıştırma verilerin motorlara gönderilme sırası

II. Motor				I. Motor			
$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
$B_4$	$B_3$	$B_2$	$B_1$	$B_4$	$B_3$	$B_2$	$B_1$
1	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	0
1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0

program tarafından algılanmaktadır. Daha sonra bir tuşa basıldığında parçaya ait koordinat bilgileri motorlara gönderilmeye başlanmaktadır.

## SONUÇLAR

Gerçekleştirilen imalat ve yazılım yardımıyla oksijenle kesme tezgahının sayısal denetimli hale dönüştürülmesi sağlanmıştır. Hamlacın parçayı keserken takip ettiği profil hazırlanan yazılım yardımıyla önce bilgisayara çizilmiş sonra adım motorlarının bu profile göre hareket etmesi sağlanmıştır. Motorlara tam adım gönderilmesi halinde X eksenindeki doğrusal hareket miktarı 0.12 mm/adım, Y ekseninde ise kullanılan dişli oranlarından dolayı 0.16 mm/adım olarak gerçekleşmiştir. Adım motorlarının yarım adım çalıştırma prensibine göre çalıştırması da sağlanmış ve sözü edilen hassasiyet değerlerinin 2 kat arttığı görülmüştür. Motorların kesme işlemine başlamadan önce sürekli aynı noktayı orijin olarak tesbit etmeleri sağlanmış ve bu işlemden hemen sonra motorlar kesme başlangıcına hareket ettirilerek hamlacın ateşlenmesini beklemeleri temin edilmiştir. Orijin tesbiti eksen başlangıç noktalarına yerleştirilen manyetik anahtarlardan elde edilen sinyallerin seri port üzerinden geri besleme ile program içerisinde kontrol edilerek yapılmıştır. Bu amaçla bir farenin

(mouse) sağ ve sol tuşlarına manyetik anahtarlar bağlanmış ve istenilen sonuç kolay bir şekilde elde edilmiştir.

Tezgah boyutları belirlenirken gerçek hayatta ihtiyacı karşılayabilecek minimum boyutlar seçilmeye çalışılmıştır. Tercih edilen kızak sistemi ihtiyacı karşılayabilecek minimum maliyetli kızak şeklindedir. Tezgahın rijitliğini arttırabilmek ve oluşabilecek titreşimleri elimine etmek için standart hassas kızaklar kullanmak en ideal çözüm yoludur ancak böyle bir sistemin maliyeti oldukça yüksek olduğundan tercih edilmemiştir. X ekseninde çelik tel gerdirmeli sürücü sistem kullanılması yeterli hassasiyeti sağlamıştır. Fakat bu eksende çalışma esnasında bir miktar titreşim tesbit edilmiştir. Bunu önleyebilmek için bu eksende kullanılan redüksiyon oranını arttırmak ve krameyer dişli bir sürücü sistem kullanmak iyi bir çözüm yolu olabilir. Bu eksenindeki redüksiyon oranını arttırmakla hassasiyet değeri de yükseltilmiş olacaktır.

Tezgah konstrüksiyonunda karşılaşılan en önemli problem, Y ekseninde rijit bir hareketi temin etmek olmuştur. Oksijenle kesme sisteminin bir gereği olarak eksen hareketlerinin yumuşak ve sarsıntısız olması gerekmektedir. Ayrıca eksenleri sürmek için adım motoru kullanılması, tezgahdaki titreşimi özellikle Y ekseninde arttırmaktadır. Bunu önlemek amacıyla Y ekseninde motor ile eksen sürücü sistem arasında nisbeten yüksek bir dişli oranı kullanılmıştır. Bu yolla ince ve orta kalınlıktaki parçaların kesilmesinde titreşim önlenmiş fakat kalın parçaları keserken gerekli olan çok düşük hızlardaki hareketlerde, yine bir miktar titreşim oluştuğu tesbit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar ışığında, oksijenle kesme tezgahı için adım motoru yerine DC motor kullanmanın daha iyi sonuç verebileceği kanaatine varılmıştır. Bu konuda adaptasyon çalışmalarını devam ettirmektedir.

Çalışmada hamlacın kesilecek parça düzlemine dik eksenindeki konumu sabittir. Ancak özellikle büyük parçaların kesilmesi işleminde kesme esnasındaki yüksek sıcaklıklar nedeniyle parçaların bükülmeleri, dolayısıyla hamlaç ile parça yüzeyi arasındaki mesafenin değişmesi söz konusu olacaktır. Bu durumda hamlacı yeni konumuna hareket ettirecek, dolayısıyla hamlaç ile parça yüzeyi arasındaki mesafeyi sürekli sabit tutacak bir sistem üzerinde çalışmalar sürmektedir.

Çalışmalar sırasında değişik profiller için kesme işlemi gerçekleştirilerek hareket doğrulukları kontrol edilmiştir. Oksijenle kesme işleminde hassasiyet miktarının çok fazla olmaması nedeniyle motorların çalışmasında kayma veya adım hatası tesbit edilememiştir. Gerçekleştirilen yazılım yardımıyla çizilebilecek profiller çizgi, daire ve yaylar olabilmektedir. Bu, bir çok amaç için ihtiyacı karşılayabilmektedir. Ancak istenirse program, yaygın olarak kullanılan AutoCAD gibi CAD programlarıyla veri alış verişine uygun hale getirilerek daha karmaşık profillerin kesilebilmesi sağlanabilir. Bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

Bugüne değin sayısal denetimin değişik tezgahlar ve sistemlere uygulanması ile ilgili çok çeşitli çalışmalar yapılmıştır [5,6,7,8]. Ancak sayısal denetimin oksijenle kesme tezgahına uygulanması ve sayısal denetimli böyle bir tezgahın ülkemiz koşullarında imali ile ilgili herhangi bir literatüre rastlanmamıştır. Bu nedenle yapılan bu çalışma bu alanda yapılacak çalışmalara öncülük edecektir.

#### KAYNAKLAR

1. ACARNLEY, P.P., "Stepping Motors. A Guide of Modern Theory and Practice, IEE Control Engineering Series, Cambridge", (1984).
2. AEROTECH, "Motion Control Product Guide", Aerotech Inc., USA, (1990).
3. YALÇIN, Ü., "Bilgisayar Kontrollü İki Eksenli bir Oksijenle Kesme Tezgahı Tasarımı ve İmalatı", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, (1990).
4. Microsoft QuickBasic, Microsoft Corporation, USA, (1990).
5. GÜLERSOY, T., "Microcontroller Based Step Motor Drive Systems", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, (1991).
6. USER, M.A., "Software Development on a Microprocessor Based Two-Axis CNC System", A Master's Thesis, Mechanical Engineering METU, (1987).
7. BULCA, F., "Microcomputer Control of Speed and Position of a DC Motor", A Master's Thesis, Boğaziçi Üniversitesi, (1990).
8. ÜNVER, E., "Konvensiyonel Takım Tezgahlarının Bilgisayar Yardımıyla Kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, (1990).