

T Ü R K İ Y E ' D E V E D Ü N Y A D A

OTOMASYON

AYLIK ELEKTRİK ELEKTRONİK MAKİNA BİLGİSAYAR DERGİSİ

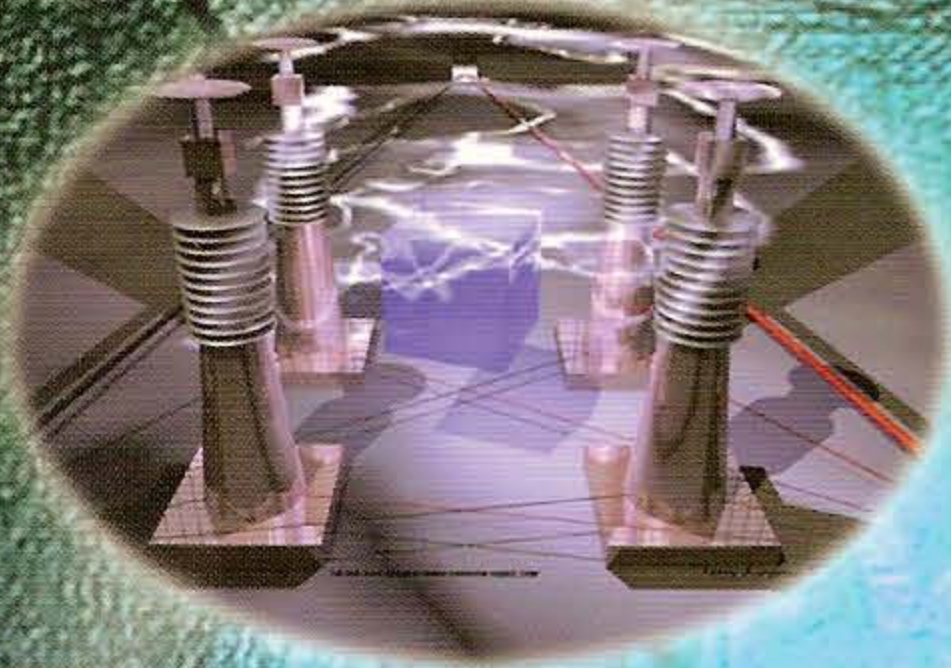
ISSN 1303-4820

Mayıs 2006

112498 2006/05

Fiyatı: 3 YTL

9 771303 482022



Ar-Ge Yönetimi

Otomasyon Cep Kılavuzu

Otomotiv Sektöründe E-İş Uygulamaları

Endüstriyel Tesislerde PLC İle Otomasyon

Uzun Algılama Mesafeli Endüktif Sensörler

Hareketli Nesnelere İçin Konum Tespiti ve İzleme Denetimi

Simülasyon İle Üretimde ve Yönetimde Daha İyi Karar Verme

**Manfred Grundke: Amacımız Türk Endüstrisine
Rekabet Gücü Kazandırmak**





Hareketli Nesnelere İçin Konum Tespiti ve İzleme Denetimi

Onur Özdal Mengi

onurmengi@yahoo.com

İsmail H. Altaş

ihaltas@altas.org

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Elektrik-Elektronik
Mühendisliği Bölümü

Özet

Konum denetimi, endüstriyel otomasyon sistemlerinin yanı sıra haberleşme sistemleri, robotlar, hava taşıtları, silah sistemleri gibi çoğu alanda kullanılan önemli uygulamalardan biridir. Hareketli nesnelere izleme problemi referans hedefin sabit olmadığı, zamanla değiştiği pozisyon kontrol sistemlerinin diğer bir yönüdür. Konum kontrolü ve konum denetimi yapan sistemlerin hassasiyeti önemlidir. Konum kontrol ve nesne takip sistemlerinin hassasiyeti, ürün kalitesini artırmak ve hatasız sonuç elde etmek için önemlidir. Konum kontrollerinin önemi, nokta hedeflerin vurulmasında, lazer kullanılan tıbbi işlemlerde, uydu antenlerinde, güdümlü füzelerde, uçaksavarlarda, nokta hedef delme işlemlerinde ve diğer pek çok hassas sistemlerde en iyi şekilde anlaşılır.

1. Giriş

Endüstriyel üretimlerde ürün kalitesi önemlidir. Hatasız ve doğru üretim maliyeti düşürür. Hatasız üretim için işlemlerin doğru ve hassas olması gerekir. Bu nedenle üretim bantlarının ve bu bantlarda çalışan makinaların kontrolleri önem taşır. Bunun yanında iletişim, savunma, robot ve sağlık gibi sektörlerde kullanılan cihazlar son derece hassastır. Bu aletlerden işlerini doğru ve az hata ile yapmalarını beklenir.

Yürüyen bir bantta farklı yerlerden gelen parçaların birleştirilerek ürünün ortaya çıktığı bir sistemde parçaların doğru ve iyi bir şekilde yerlerine oturtulması gerekir. Örneğin araba imal edilen bir fabrikada araba yürüyen bir bant üzerinde gerekli parçalar birleştirilerek yapılır. Genelde bu birleştirme işini robotlar gerçekleştirir. Bu sistemde bir parça takıldıktan sonra bant diğer parçanın takılacağı kısma doğru ilerler. Bu esnada yürüyen bantta meydana gelebilecek bir arızada, bant durması gerekenden farklı bir yerde durabilir. Dolayısıyla yerleştirilecek sıradaki parçanın yeri kayabilir. Yada yürüyen bantta arıza olmasa bile parçayı yerleştirecek robotun pozisyonundaki bir hata parçanın yine hatalı yerleştirilmesine neden olabilir. Bunun sonucunda insan hayatını tehlikeye atan ölümcül kazalar olabilir. Sistemlerin hassas denetimlerinde pozisyon kontrolü önemlidir. Konumun en iyi şekilde algılanması yapılan işlemin doğruluğunu artırmakta ve kalitesini yükseltmektedir. Dolayısıyla motorların pozisyonları en iyi şekilde ayarlanmalıdır. Hatalı bir motor pozisyonu üretim sürecinde ürünlerin kalitesinin düşük olmasına yada ürünün üretim bandından defolu olarak çıkmasına neden olmaktadır.

Pozisyon kontrolünde pek çok kontrol tekniği kullanılabilir. Yapılan değişik çalışmalarda açık çevrim kontrol ve kapalı çevrim



Hareketli Nesnelere İçin Konum Tespiti ve İzleme Denetimi

Onur Özdal Mengi

onurmengi@yahoo.com

Ismail H. Altaş

ihaltas@altas.org

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Elektrik-Elektronik
Mühendisliği Bölümü

Özet

Konum denetimi, endüstriyel otomasyon sistemlerinin yanı sıra haberleşme sistemleri, robotlar, hava taşıtları, silah sistemleri gibi çoğu alanda kullanılan önemli uygulamalardan biridir. Hareketli nesnelere izleme problemi referans hedefin sabit olmadığı, zamanla değiştiği pozisyon kontrol sistemlerinin diğer bir yönüdür. Konum kontrolü ve konum denetimi yapan sistemlerin hassasiyeti önemlidir. Konum kontrol ve nesne takip sistemlerinin hassasiyeti, ürün kalitesini artırmak ve hatasız sonuç elde etmek için önemlidir. Konum kontrollerinin önemi, nokta hedeflerin vurulmasında, lazer kullanılan tıbbi işlemlerde, uydu antenlerinde, güdümlü füzelerde, uçaksavarlarda, nokta hedef delme işlemlerinde ve diğer pek çok hassas sistemlerde en iyi şekilde anlaşılır.

1. Giriş

Endüstriyel üretimlerde ürün kalitesi önemlidir. Hatasız ve doğru üretim maliyeti düşürür. Hatasız üretim için işlemlerin doğru ve hassas olması gerekir. Bu nedenle üretim bantlarının ve bu bantlarda çalışan makinaların kontrolleri önem taşır. Bunun yanında iletişim, savunma, robot ve sağlık gibi sektörlerde kullanılan cihazlar son derece hassastır. Bu aletlerden işlerini doğru ve az hata ile yapmaları beklenir.

Yürüyen bir bantta farklı yerlerden gelen parçaların birleştirilerek ürünün ortaya çıktığı bir sistemde parçaların doğru ve iyi bir şekilde yerlerine oturtulması gerekir. Örneğin araba imal edilen bir fabrikada araba yürüyen bir bant üzerinde gerekli parçalar birleştirilerek yapılır. Genelde bu birleştirme işini robotlar gerçekleştirir. Bu sistemde bir parça takıldıktan sonra bant diğer parçanın takılacağı kısma doğru ilerler. Bu esnada yürüyen bantta meydana gelebilecek bir arızada, bant durması gerekenden farklı bir yerde durabilir. Dolayısıyla yerleştirilecek sıradaki parçanın yeri kayabilir. Yada yürüyen bantta arıza olmasa bile parçayı yerleştirecek robotun pozisyonundaki bir hata parçanın yine hatalı yerleştirilmesine neden olabilir. Bunun sonucunda insan hayatını tehlikeye atan ölümcül kazalar olabilir. Sistemlerin hassas denetimlerinde pozisyon kontrolü önemlidir. Konumun en iyi şekilde algılanması yapılan işlemin doğruluğunu artırmakta ve kalitesini yükseltmektedir. Dolayısıyla motorların pozisyonları en iyi şekilde ayarlanmalıdır. Hatalı bir motor pozisyonu üretim sürecinde ürünlerin kalitesinin düşük olmasına yada ürünün üretim bandından defolu olarak çıkmasına neden olmaktadır.

Pozisyon kontrolünde pek çok kontrol tekniği kullanılabilir. Yapılan değişik çalışmalarda açık çevrim kontrol ve kapalı çevrim

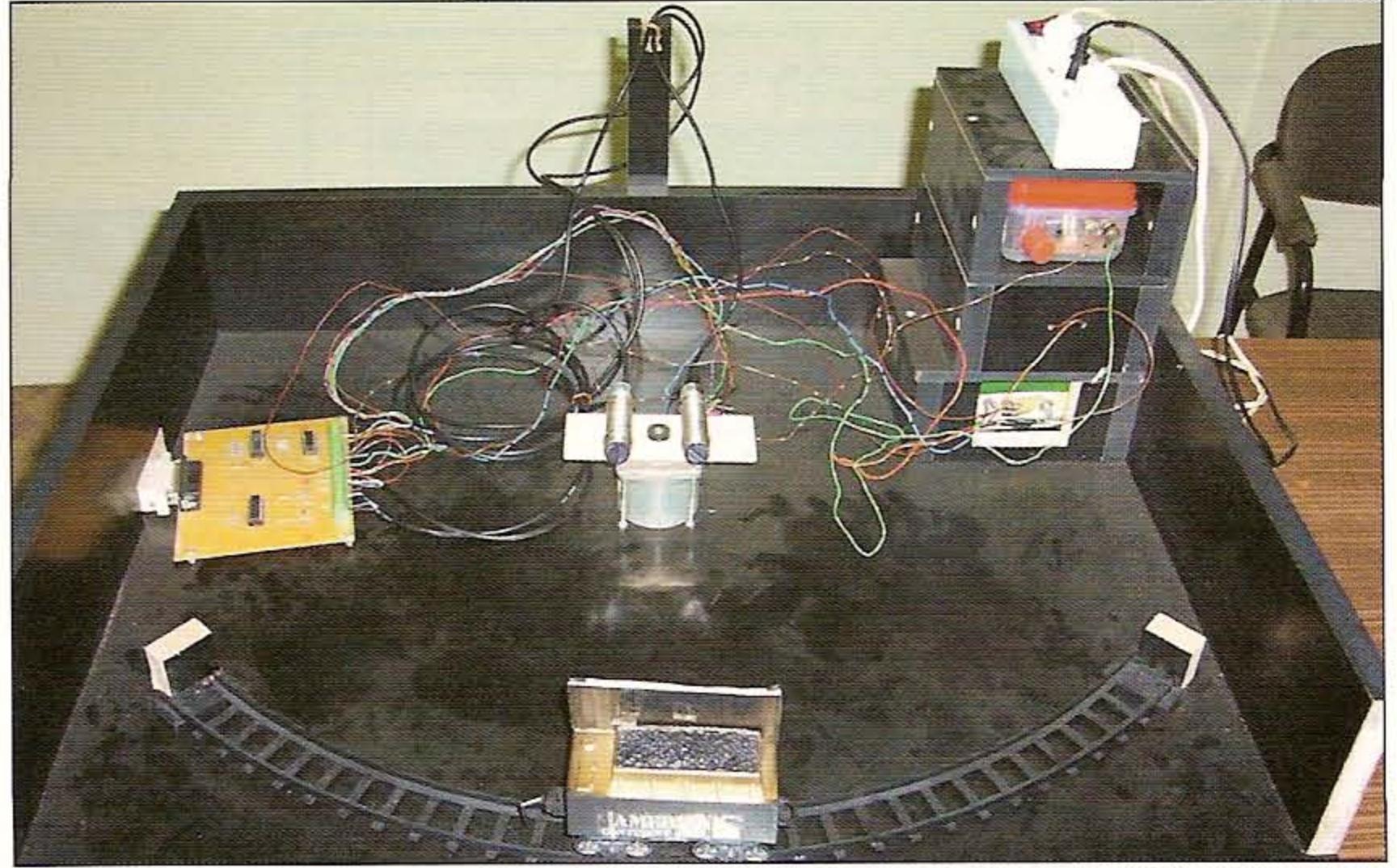
kontrol gibi klasik kontrol teknikleri dışında, doğrusal olmayan kontrol, bulanık kontrol ve nöral-bulanık kontrol gibi ileri kontrol teknikleri de başarılı bir şekilde kullanılabilir [1,2].

Yapılan bu çalışmada hareketli sistemlerde pozisyonun tam olarak belirlenmesi ve gerektiğinde sistemlerde meydana gelebilecek aksaklıklarda da aksaklığın telafi edilmesi için ekonomik ve kolayca farklı sistemlere de uygulanabilir bir sistem geliştirilmiştir. Sistem bilgisayar destekli olduğu gibi kolayca mikroişlemci tabanlı bir uygulama haline de getirilebilir.

2. Pozisyon Kontrol Sisteminin Tasarımı

Bu bilgilerin ışığında bu çalışmada raylı bir sistemde hareket eden hedefin konumunun tam olarak belirlenmesi ve hedef belirlendikten sonra sistemin en kısa zamanda hedefe kilitlenmesini sağlayacak bir konum denetimi tasarlanarak gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de genel görünümü verilen çalışmada bilgisayar destekli bir denetim sistemi tasarlanıp, kullanımını kolaylaştırıcı yazılım ara yüzü ile sistem denetimine gerekli iletişim köprüsü kurulmuştur.

Deneyisel çalışmada adım motoru ve optik algılayıcılar kullanılarak bir hedef takip sistemi kurulmuştur. Sistemde; optik algılayıcılardan gelen bilgiler bilgisayara aktarılarak değerlendirilmekte, elde edilen sonuca göre motor gereken yöne dönmektedir. Hedef bir ray üzerinde hareket etmektedir. Algılayıcı sistem hedefi yakaladığı anda durmakta ve hedef nereye giderse algılayıcı sistemde o yöne dönmektedir.



Şekil 1. Sistemin görünümü.

2.1. Paralel Veri Kapısı

Sistemden gelen işaretler bilgisayar ortamında değerlendirilmekte ve üretilen denetim işaretleri adım motoru sürmek üzere sürücü devresine gönderilmektedir. Bilgisayar ile sistem arasındaki bilgi alış verişini paralel veri kapısı vasıtasıyla yapılmaktadır. Paralel veri kapısı kontrol yazmacı, yapısı gereği sadece çıkış vermektedir. Bu nedenle kontrol çıkışı adım motorunu sürmek için kullanılmıştır. Algılayıcılardan gelen bilgiler de veri kapısı kullanılarak bilgisayara aktarılmıştır. Veri kapısı otomatik olarak çıkış işlevi görmek üzere yapılandırılmıştır. Durum yazmacının 5 numaralı yön biti ayarlanarak bu veri kapısı giriş yapmaya uygun hale getirilmiştir. Veri kapısından giriş, data0 ve data1 bacaklarından yapılmaktadır. 1 numaralı algılayıcı data0, 2 numaralı algılayıcıda data1 bacağını kullanarak çıkış sinyallerini bilgisayara aktarmaktadır.

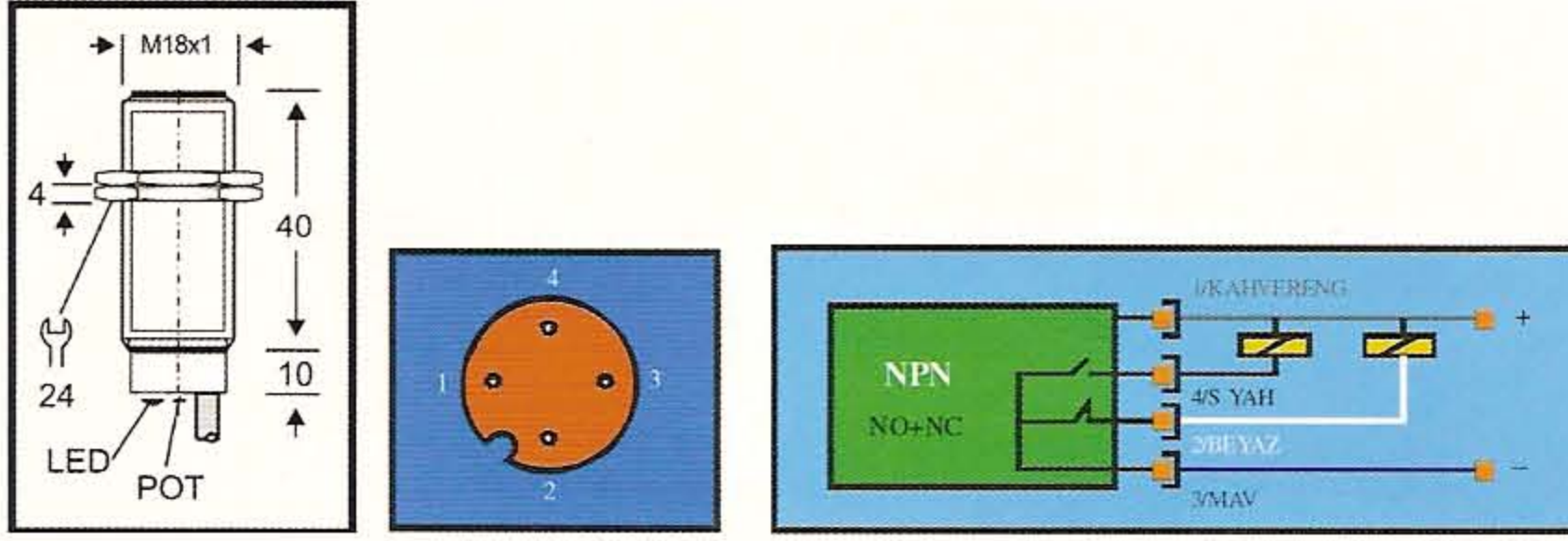
2.2. Optik Algılayıcı

Optik algılayıcılar veya fotoseller, ışık emisyon prensibiyle çalışan elektronik malzemelerdir. Bir verici yada ışık kaynağı ve bunların

ışınlarını almak için bir alıcıdan oluşurlar. Vericide bulunan ışık kaynağı belirli bir frekansta ışık yayar. Alıcı ise bu kaynaktan belirlenen frekanstaki ışığın alınmasında kullanılır. Kullanılan ışık kızılötesidir. Algılayıcı vericiden gönderilen ışık frekansı ile alıcıdan gelen ışık frekansının karşılaştırmasını yapar. Eğer aynı frekansta ışık alırsa çıkışını aktif hale getirir.

Cisimden yansımali optik algılayıcılar, vericiden gönderilen ışın bir cisme çarpıp geriye yansıyarak alıcı tarafından alınması vasıtasıyla çalışır. Bu tip algılayıcılarda cismin rengi ve parlaklığı algılama mesafesini etkilemektedir. Opak yüzeylerde algılama uzaklığı cismin renginden etkilenir. Parlak renkler maksimum algılama imkanı verir. Teknik verilerdeki hissetme mesafesi mat beyaz kağıt ile ölçülmüştür. Şekil 2'de algılayıcının şekli, bağlantı uçları ve kullanımını görülmektedir.

Sistemde cisimden yansımali, DC, 4 telli MF40-S18-NG optik algılayıcı kullanılmıştır. Algılayıcının renk duyarlılığı bulunmaktadır. En yüksek algılama mesafesi, beyaz renkli cisimlerde 30V ve



(a) Kablolu algılayıcının görünüşü (b) Bağlantı şeması (c) Algılayıcının uçları
Şekil 2. MF40-S18-NG optik algılayıcı

üstü doğru gerilimde 40 cm'dir. Algılayıcıya uygulanan gerilime göre algılama mesafesi de değişmektedir. Algılayıcılar beyaz renkli cisimleri çok iyi algılamakta siyah renkli cisimleri iyi bir biçimde algılayamamaktadır. Sistemde kullanılan hedef beyaz renk seçilmiş ve algılayıcıların hedefe olan mesafesi de 30 cm olarak seçilmiştir. Algılayıcı 10V DC gerilimin altında çalışmamakta ve çıkış vermemektedir. Yapılan ölçümlerde 30 cm mesafeyi algılaması için ayarlanan algılayıcı yaklaşık 25V DC çıkış vermektedir [3].

Çeşit algılayıcılar olmasına rağmen bu çalışmada özellikle kapasitif ve endüktif algılayıcıların hissetme mesafelerinin çok az olması (2-3mm), ultrasonik algılayıcıların pahalı ve çevresel bir donanıma ihtiyaç duymaları, diğer algılayıcıları hedefin üzerine yerleştirme yada ortamı tamamen algılayıcılar ile donatma gerekliliği nedeniyle optik algılayıcılar seçilmiştir.

2.3. Paralel Veri Kapısı Koruma Devresi

Algılayıcılar yüksek gerilim çıkışı vermektedir. Paralel veri kapısı 5V'luk bir gerilim seviyesinde çalışmaktadır. Bu nedenle paralel veri kapısını korumak amacıyla, veri kapısının giriş ve çıkışlarına buffer (tampon) yerleştirilmiştir.

Tampon olarak 74LS244 ve 74HC244 entegreleri kullanılmıştır. Paralel veri kapısına girişte 74HC244 ve veri kapısından çıkışta ise 74LS244 entegresi kullanılmıştır. Her iki tamponda temelde aynı özelliklere sahiptir.

2.4. Adım Motoru

Kurulan sistemde pozisyon kontrolünün hassas olması için adım motoru kullanılmıştır. Bunun yanında farklı elektrik motorları da bu iş için kullanılabilir. Fakat, özellikle yüksek hızlarda diğer motorların millerinin durması gereken yerden kayması veya dinamik frenleme gibi karmaşık yavaşlatma, durdurma tekniklerinin gerekmesi ve yapılan sistemin çok daha karmaşık ve pahalıya mal olması gibi dezavantajlara sahip olması nedeniyle adım motorları tercih edilmiştir. Kullanılan motor Tec firmasının ürettiği 4 fazlı adım motorudur. Her fazın endüktansı 3.5 mH ve direnci 3.5 Ω 'dur. Çalışma akımı 0.85A ve çalışma gerilimi 3V'dur. Adım açısı 1.80'dir. Mavi-kırmızı-sarı-pembe kabloları sıra ile enerji verilirse motor saat yönünde döner. Ters sıra ile enerji verilirse motor saatin tersi yönde döner. Siyah ve beyaz, sargıların ortak ucudur.

2.5. Kontrol Ünitesi

Algılayıcıların normalde açık (siyah kablo) ucundan çıkış alınmış-

tır. Bu uçlar kontrol devresinde Sensor1 ve Sensor2 yazan yerlere bağlanmıştır. Bu sayede bilgi geldiğinde kontrol devresine sinyal gönderilmektedir. Diğer uca (beyaz kablo) ise sinyal geldiğinde devre açılmaktadır. Algılayıcının kahverengi kablolu ucu pozitif beslemedir ve 25 V'luk gerilime bağlanmıştır. Mavi kablolu ucu ise topraklanmıştır.

Adım motorun sürmek için ULN2004 entegresi kullanılmıştır. Motorun siyah ve beyaz sargıları birleştirilerek ULN2004 motor sürücü entegresinin COMMON ucuna bağlanmıştır. Şekil 3'de kontrol devresi görülmektedir. Bu devre algılayıcılardan aldığı bilgiyi bilgisayara aktarır. Gelen veri işlendikten sonra adım motorunu gereken şekilde sürmek için çıkış verir. Devrede; IC1 74HC244, IC2 74LS244 ve IC3 ULN2004 motor sürücü entegresidir. D1 ve D2 4.7V'luk, D2 ve D3 5.1V'luk ve D4 ve D5 5.6V'luk zener diyotlardır. Algılayıcıların çıkış gerilimleri 25V olduğu için bu gerilim 74HC244 entegresinin girişine uygulanırsa entegre yanacağı için gerilim düşürülmelidir. Bu nedenle zener diyotlar kullanılmıştır.

Ayrıca akım seviyesini de ayarlamak gerektiği için 10k Ω 'luk dirençler yerleştirilmiştir. Bu sayede giriş akımı entegreyi yakmayacak olan akım seviyesine düşürülmüştür.

2.6. Bilgisayar Programı

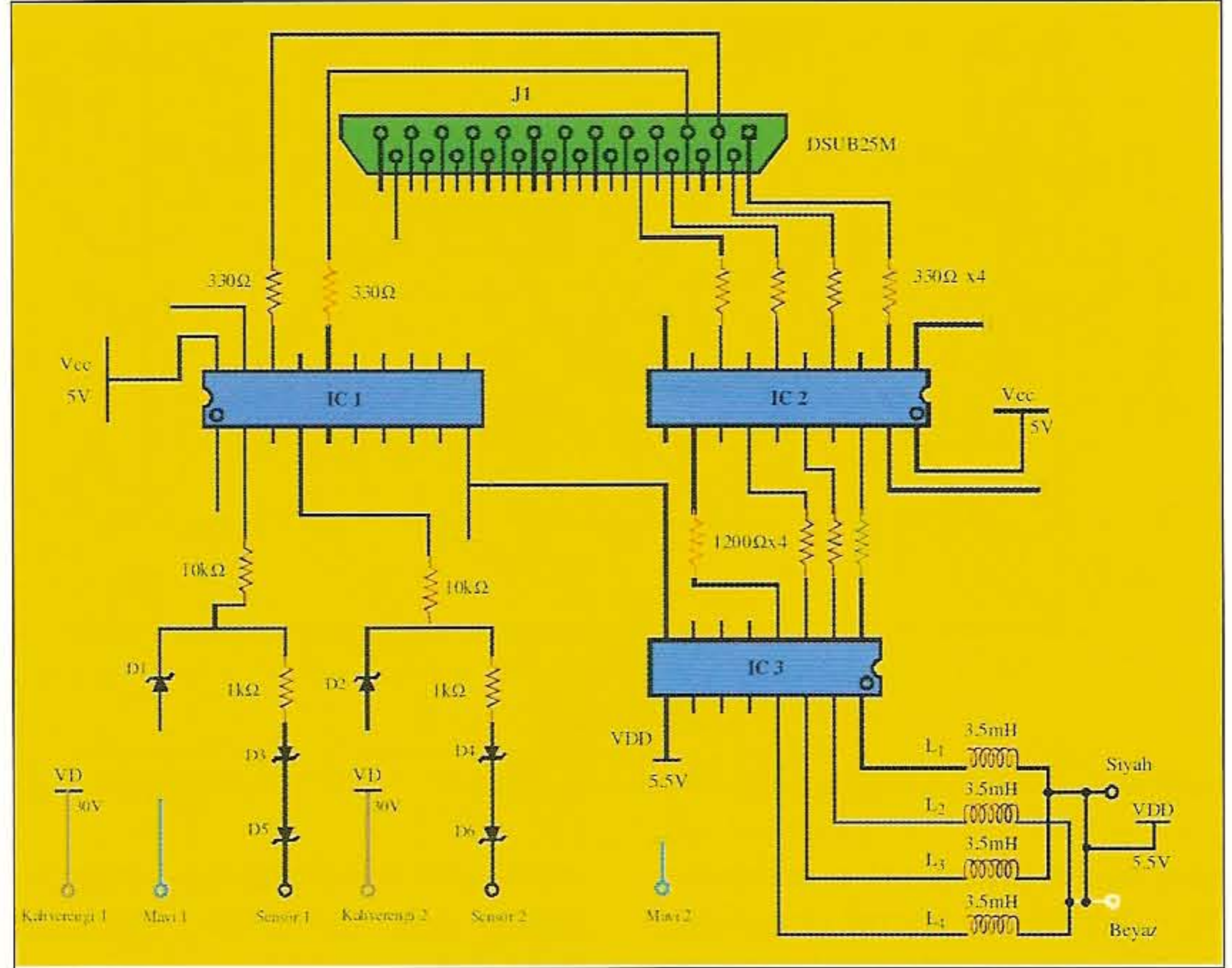
Kurulan sistemi kontrol etmek için bilgisayar kullanılmıştır. Gerekliliği işlemleri bilgisayara yaptırmak için TC++ programlama dili kullanılmıştır. TC++ programlama dili, esnek bir yapıya sahip olması, donanımın programlamaya elverişli olması ve yaygın bir

kullanıma sahip olduğu için tercih edilmiştir. TC++, Ms-Dos işletim sistemi altında çalışmaktadır. Program Dos tabanlı kullanıcı dostu grafik ara yüzüne sahiptir. Programın görünüşü Şekil 4'deki gibidir.

3. Pozisyon Kontrol Sisteminin Gerçeklenmesi

Hareketli nesne takip sistemi, kontrol ünitesi, adım motoru ve algılayıcılar olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Bunların dışında gerekli akım ve gerilimi sağlamak amacıyla 3 adet farklı güç kaynağı da sisteme ilave edilmiştir. Sistemde algılayıcılardan alınan bilgiler bilgisayara paralel veri kablosu vasıtasıyla iletilmektedir. Algılayıcılarda bilgi yoksa paralel veri kablosunun veri yazmacına 0 bilgisi gelmektedir. Bu durumda sistem sınırları içerisinde sürekli tarama yapılmaktadır. Tarama işlemi referans alınan sağ baş tarafta başlamakta ve solda bariyer ile sınırlanan yerde sona ermektedir. Buradan tekrar başa dönmektedir. Baştan sona kadar 1300'lik bir alan taramaktadır. Daha sonra yine 1300 geriye doğru tarama yapılarak sistem başlangıç noktasına geri gelmektedir. Algılayıcılardan bilgi gelmediği sürece bu tarama işlemi sürekli olarak devam etmektedir.

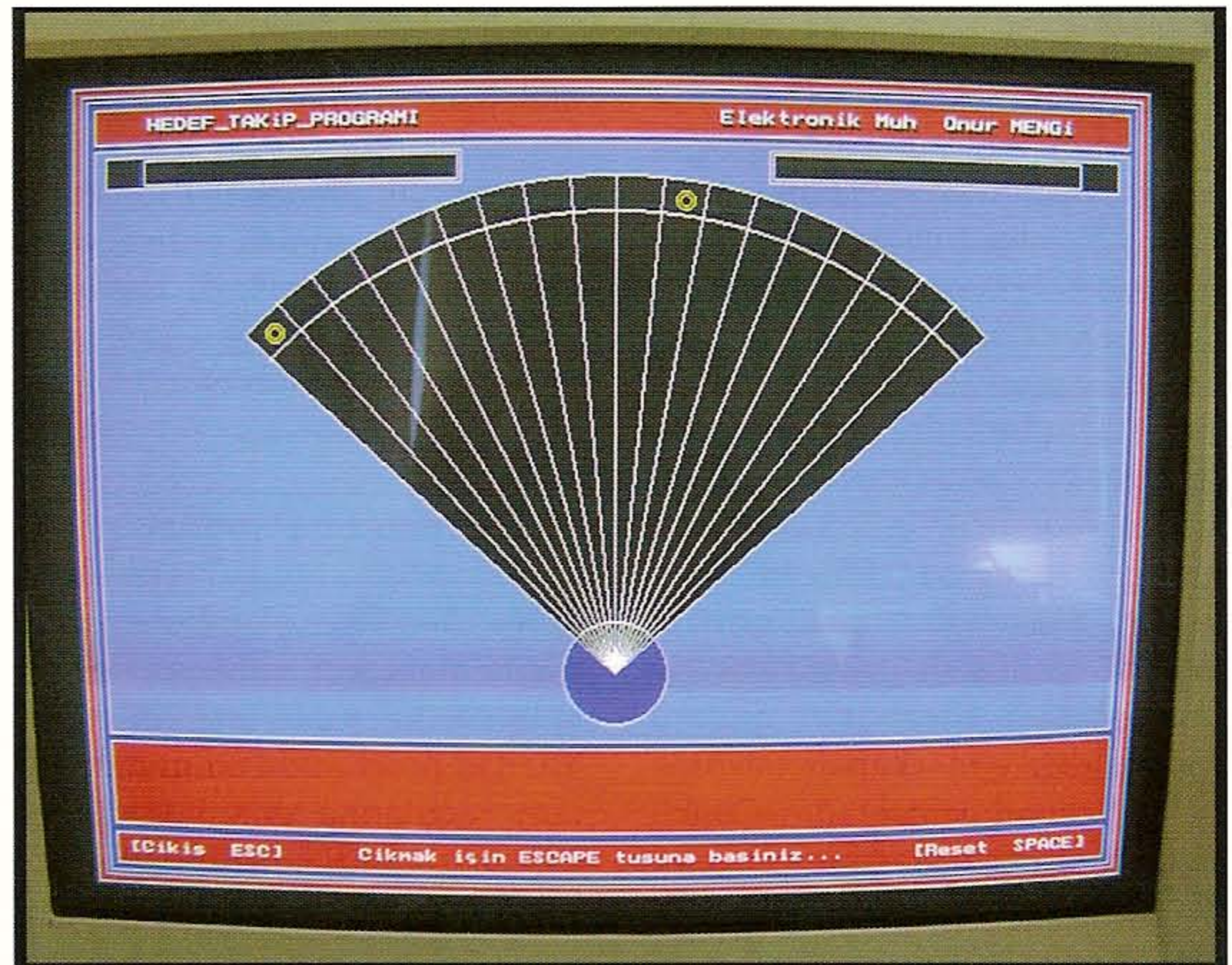
Algılayıcı1'den bilgi geldiği zaman adım motoru 7.2° sağıya dönerek Algılayıcı2'ninde hedefi yakalamasını sağlamaya çalışmaktadır. Bu durumda hedef sağdan sola doğru hareket etmektedir. Algılayıcı1'de bilgi varken bu işlem sonucunda Algılayıcı2'de de bilgi varsa sistem hedefe kilitlenmiş olmaktadır. Eğer Algılayıcı2'de bilgi yoksa 7.2° daha sistem sağıya çevrilmektedir. Bu işlem iki algılayıcıdan bilgi gelene ka-



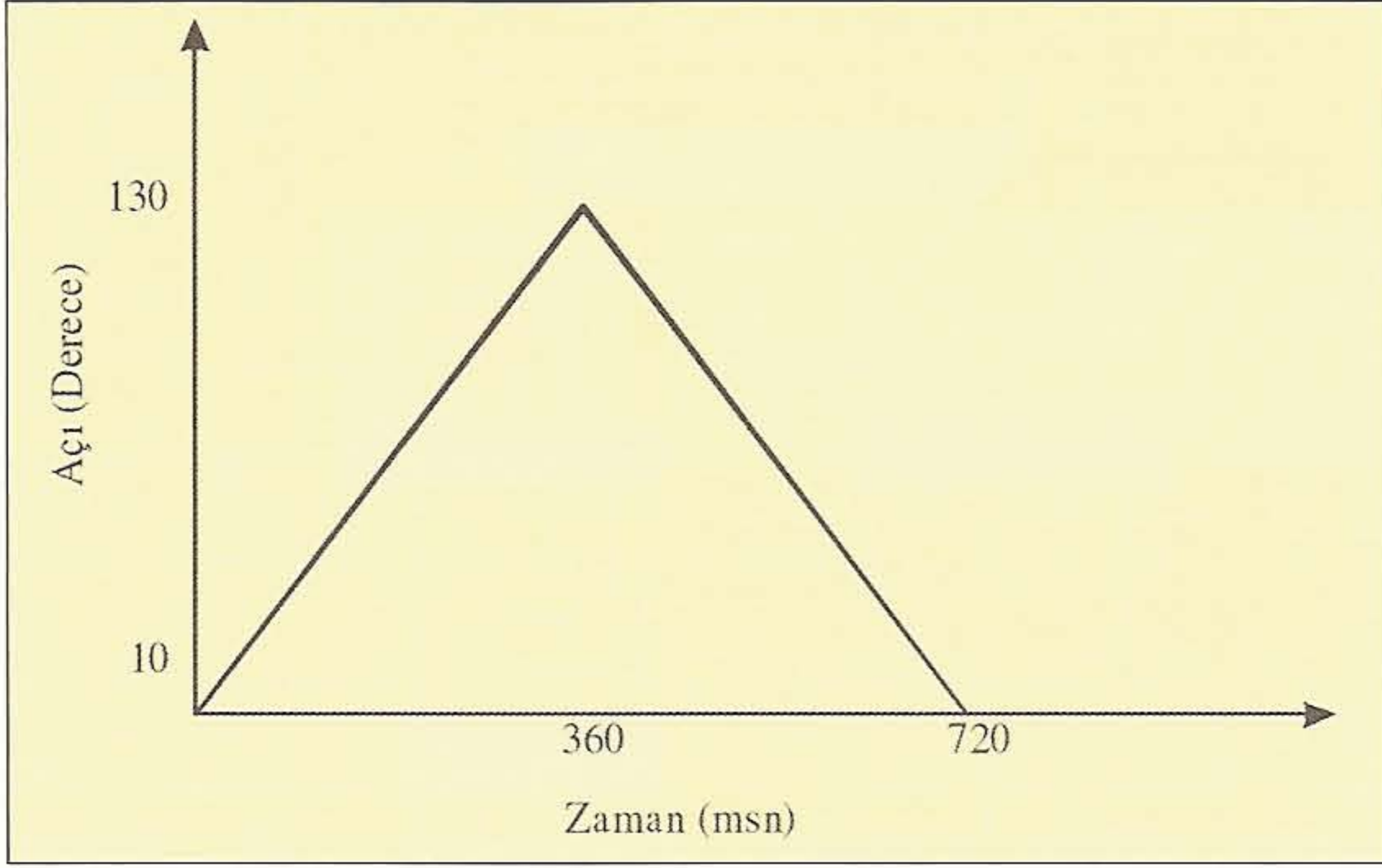
Şekil 3. Kontrol devresi

dar devam eder. Her 7.2° dönüş sonrasında sistem 10 msn beklemektedir. Bu süre, sargıların enerjisini harcamak için yeterli olmaktadır. Benzer şekilde Algılayıcı2'den bilgi gelirse motor 7.2° sola çev-

rilmekte ve Algılayıcı 1'den bilgi gelip gelmediğine bakılmaktadır. Bilgi gelirse sistem hedefe kilitlenmekte, bilgi gelmezse motor 7.2° daha sola çevrilmektedir. Sistem hedefe kilitlendikten sonra hedef ile birlikte bu kurallar çer-



Şekil 4. Bilgisayar programı



Şekil 5. Tarama işlemi sırasında açı ile zamanın değişimi

çevesinde hareket etmektedir. Eğer kilitleme işlemi tamamlandıktan sonra hedef rayların üzerinden kaldırılırsa sistem hata vererek bilgisayar başındaki kullanıcıyı uyarmaktadır. Hata düzeltildikten sonra sistem klavyedeki boşluk (space) tuşuna basılarak tekrar başlatılmaktadır. ESC tuşuna basılarak sistem kapatılmakta ve programdan çıkılmaktadır.

Sistem açık çevrim kontrol tekniğini kullanmaktadır. Bilgisayardan adım motoruna bilgiler gitmekte, fakat motorun hareketi ile ilgili bir bilgi bilgisayara gelmemektedir. Yalnızca algılayıcılardan gelen bilgiler bilgisayara aktarılmaktadır. Sistemde farklı pek çok kontrol tekniği kullanılabilir. Basit ve en ucuza mal olan kontrol tekniği açık çevrim olduğu için çalışmada bu teknik kullanılmıştır. Sistemde kapalı çevrim kontrol tekniği de iyi bir şekilde kullanılabilir. Fakat adım motoru kullanıldığı için kapalı çevrime ihtiyaç duyulmamaktadır. Çünkü adım motoru hassas işlemler için kullanılan doğruluğu yüksek bir motordur. Yalnızca adım hatasından kaynaklanan bir hataya sa-

hiptir. Bu hata pek çok uygulamada yok sayılabilir. Sistemde önemli bir aksaklığa neden olmaktadır.

4. Sonuçlar

Yapılan çalışmada sistemin, hareketli bir nesneyi en kısa sürede yakalayarak, bu hedefe kilitlemesi amaçlanmıştır. Bu amaçla kurulan bir ray üzerinde rasgele hareket edebilen bir arabayı izlemek üzere, adım motoru ile sürülen radara benzer bir izleme sistemi oluşturulmuştur. İzleme sistemi üzerine monte edilen optik algılayıcılarla hareketli nesnenin yeri belirlenmekte ve nesneye kilitlenen sistem onu izleyebilmektedir.

Sistem denetimi sayısal olarak bilgisayarla gerçekleştirilmiş, TC++ dilinde yazılan denetim algoritmaları kullanılarak değişik çalışma durumları test edilmiştir. Yazılan programda adım motorunun sargılarına enerji verilirken motor zaman sabitinin dikkate alınması gerekmektedir. Verilen gecikmeler motor zaman sabitinden daha kısa olursa motor adım

atlayarak çalışmakta, sistem kendisinden beklenen işi yapamamakta ve titremeler meydana gelmektedir. Bu nedenle deneysel çalışmalardan en uygun süre tespit edilmiş olup 10 ms aralıklarla sargılara enerji verilmiştir.

Yapılan çalışmalarda kullanılan güç kaynaklarının sadece istenen gerilim değerini değil, aynı zamanda sistemin ihtiyaç duyduğu akımı da sağlayacak şekilde tasarlanmaları gerektiği ortaya çıkmıştır. Adım motorunun ihtiyaç duyduğu akım değerini güç kaynakları sağlamaktadır. Sistemdeki adım motoru maksimum 850mA akım çekmektedir. Düzenlenen sistemde sürücü devresinden adım motoruna maksimum 500mA akım sağlanmaktadır. Motor milinde zorlayıcı bir yük bulunmadığı için 500mA akım fazlasıyla yeterli olmaktadır.

Optik algılayıcılar oldukça hızlı çalıştığından sistemde yavaşlamalara neden olmamaktadırlar. Ancak algılayıcıların optik olması nedeniyle farklı açılarda yansıyan ışık, algılayıcıları şaşırtmaktadır. Sistemde iki algılayıcı kullanarak bu hata giderilmeye çalışılmıştır. Fakat izlenen nesne yakınında veya optik algılayıcıların kapsama alanı dahilinde hareket eden başka nesnelere olması durumunda algılama problemi çıkabilmektedir. Hedefte birden fazla nesne bulunması halinde bunların hangisinin izlenmesi gerektiği konusunda ortaya ciddi problemler çıkabilir. Bu çalışmada tek bir hareketli nesne kullanılmıştır. Bu nedenle hedef, etrafı iyice yalıtılmış bir güzergahta hareket ettirilmiştir. Eğer belirli bir nesne izlenecekse bu sisteme ek üniteler ilave edilmelidir. Kullanılacak bir görüntü algılama ve görüntü işleme ünitesi ile izlenecek nesne, diğerlerinden ayrılabilir.

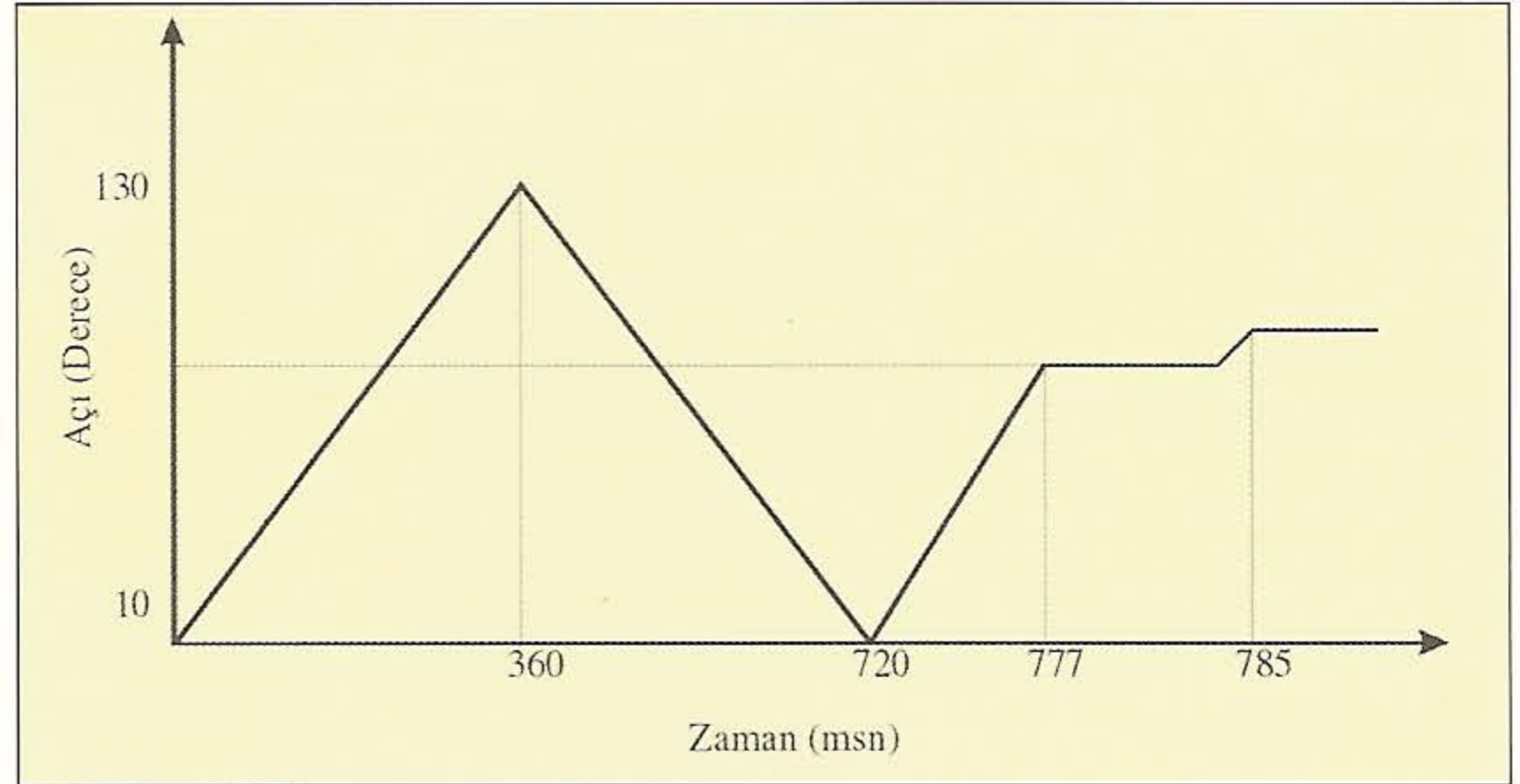
Burada kullanılan sistemin hassasiyeti büyük ölçüde optik algılayıcılara ve adım motoruna bağlıdır. Optik algılayıcıların arasında kalan görüş alanının genişliği, sistemin çalışma performansını etkileyen bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca algılayıcıların etki uzaklığı da önemlidir. Adım motorlarının adım mesafesi de sistemin hassasiyeti açısından önemlidir. Çünkü iki adım arasına gelecek bir referans konumunda, konum hatası oluşacaktır.

Farklı boyutlarda hedeflerin olduğu bir ortamda algılayıcılar arası mesafe en küçük hedefe göre ayarlanmalıdır. Ayrıca algılanabilecek en küçük hedefin boyu 1 cm'dir.

Şekil 5'de algılayıcılardan bilgi gelmediği durumda tarama işlemi yapılırken açı ile zaman arasındaki değişim görülmektedir. Bu esnada sistemde hedef bulanmaktadır.

Şekil 6'da tarama işlemi sonunda rasgele yerleştirilen hedefin yakalanması gösterilmiştir. Yerleştirilen hedef referans noktasına göre 80o sola yerleştirilmiştir. Daha sonra hedef referansa göre 90o sol noktasına hareket ettirilmiş ve hedefin hareketi durdurulmuştur.

Şekil 5 ve Şekil 6'da elde edilen grafikler sistem davranışının lineer olduğunu göstermektedir. Burada sargılara düzgün olarak 10 msn'lik aralıklarla enerji verilmektedir. Adım motoru, bu değer altındaki zaman değerlerinde, sargılar manyetik enerjiyi boşaltmadıkları için adım atlayarak çalışmaktadırlar. Deneysel olarak tespit edilen 10 msn değerinden daha fazla bir zaman gecikmesi motorun daha yavaş hareket etmesine neden olmaktadır.



Şekil 6. Farklı iki referans seviyesi için hedefin yakalanma eğrisi

5. Değerlendirmeler

Hareketli nesnelere izleyebilen hareketli bir konum takip sistemi bu çalışmada gerçekleştirilmiştir. Optik algılayıcılar kullanılarak bir konum belirleme ve izleme sistemi geliştirilmiş, hareketli nesnenin konumu belirlendikten sonra da gerekli izleme işlemini yapacak şekilde denetim aşaması oluşturulmuştur. Konum belirleme sistemi yapay bir çift göz gibi tasarlanmış, hareketli nesne iki gözün arasında kalacak şekilde konum izleme algoritması ve denetleyicisi gerçekleştirilerek uygulaması yapılmıştır. Burada gerçekleştirilen izleme sistemi endüstriyel amaçlı olup, askeri amaçlı olanlarına göre daha yavaş ve yakın mesafeler için geliştirilmiş bir sistemdir. Ekonomik olması, kolay gerçekleştirilebilmesi, endüstride farklı alanlarda rahatlıkla uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilebilir bir izleme sistemidir. Ayrıca yakın mesafeli iç güvenlik uygulamalarında kullanılabilecek bir sistem olma özelliğine de sahiptir.

Bilgisayar destekli denetlendiği için uzaktan, internet üzerinden de kontrol edilebilir bir yapıya rahatlıkla kavuşturulabilecek es-

nekliğe sahiptir. Görüntülü algılama yapıp bu görüntüleri işleyen güvenlik sistemlerinde harekete göre algılama yapıp, görüntü alınacak nesne konumunun, dolayısıyla da nesnenin yakalanmasında kullanılabilir. Görüntü işleme gibi ağır bir algoritma gerektirmediği için hareketli nesnenin konumunun belirlenmesini daha hızlı gerçekleştirip, görüntü işleme işini görüntü algılayıp işleyen hızlı sisteme bırakabilir. Böylece görüntülü güvenlik sistemlerinin işleyişine hız kazandırmış olur.

6. Kaynaklar

1. Bodson, M. ve Chiasson, J., *Application of Nonlinear Control Methods of the Positioning of a Permanent Magnet Stepper Motor*, *Proceedings of the 28th IEEE Conference on Decision and Control*, December 1989, Tampa Florida, 531-532.
2. Altaş, İ.H., *A Fuzzy Logic Controlled Tracking System for Moving Targets*, *Proceedings of the 12th IEEE International Symposium on Intelligent Control*, July 1997, İstanbul, Turkey, 43-48.
3. Mefa Sensör MF40-S18-NG DC 4 Telli Cisimden Yansımali Sensör, İstanbul, 2004.