

# Bir Gezgin Robot için Denetim Yazılımının Tasarımı ve Uygulaması

**Tuncay UZUN, Burak BORHAN**

Yıldız Teknik Üniversitesi

Elektrik- Elektronik Fakültesi,

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü,

80750 Beşiktaş/İstanbul e-mail: uzun@yildiz.edu.tr

## **Abstract**

*The subject of this study concerns with electronic and mechanical systems of mobile robots, which are nowadays used for commercial, industrial or educational purposes. Gezgin Control Software is planned and developed to benefit from the advantages of the computers. It is fully user-friendly software. The aim of the program is to provide the user freedom and simplicity in control. On this context the program has three options in the robot control, 1) manual control with the sliders, 2) controlling with programming and 3) controlling with joystick. Even though the program provides simplicity in control it also gives the user the ability to do complex and professional tasks with its editor and compiler.*

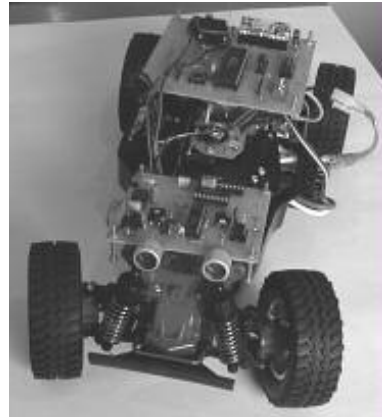
*The Gezgin Robot Control Software can control four robots simultaneously, using the advantage of its well-developed coding technology. This feature brings the user the advantage of controlling the robots to do cooperative work to compete the tasks that cannot be managed with a single robot. By getting full control over the robot with the Gezgin Control Software, the data obtained by the sensors will be much more reliable and easier to process. The precautions taken by the software prevents the user from giving damage to the robot by mistake.*

Anahtar Kelimeler: Gezgin Robot, Denetim Yazılımı.

## **1. Giriş**

Teknolojinin hızla ilerlediği çağımızda tasarlanan ve üretilen sistemlerdeki yazılımın oranı donanımın oranından daha fazladır. Bunun sonucunda yapay zeka olarak adlandırılan yazılımlar, önceleri yalnız insanların, sonraları insan ve makinenin beraber yaptığı işleri yapan sistemlerin beyninde yer almıştır. Günümüzde araştırma, eğitim, ticari, endüstriyel, veya değişik amaçlar için gezgin robot sistemleri tasarlanmaktadır. Kara, deniz, hava ve uzay gibi değişik ortamlarda hareket etmek üzere tasarlanmış gezgin robot sistemleri vardır. Robot tasarımı mekanik, elektronik, bilgisayar donanımı ve yazılımını içeren birden çok konuda uzmanlık gerektirir. Bu sistemler; elektronik denetleyici, iletişim sistemi, ortam algılayıcıları, hareket denetimi için ek devreler, yön bulucu ve bilgisayar programı ile operatör giriş/çıkış yazılımı ve donanımını içermektedir. Bu çalışmada bir gezgin robot için elektronik denetim sistemi donanımının tasarımı ve uygulaması

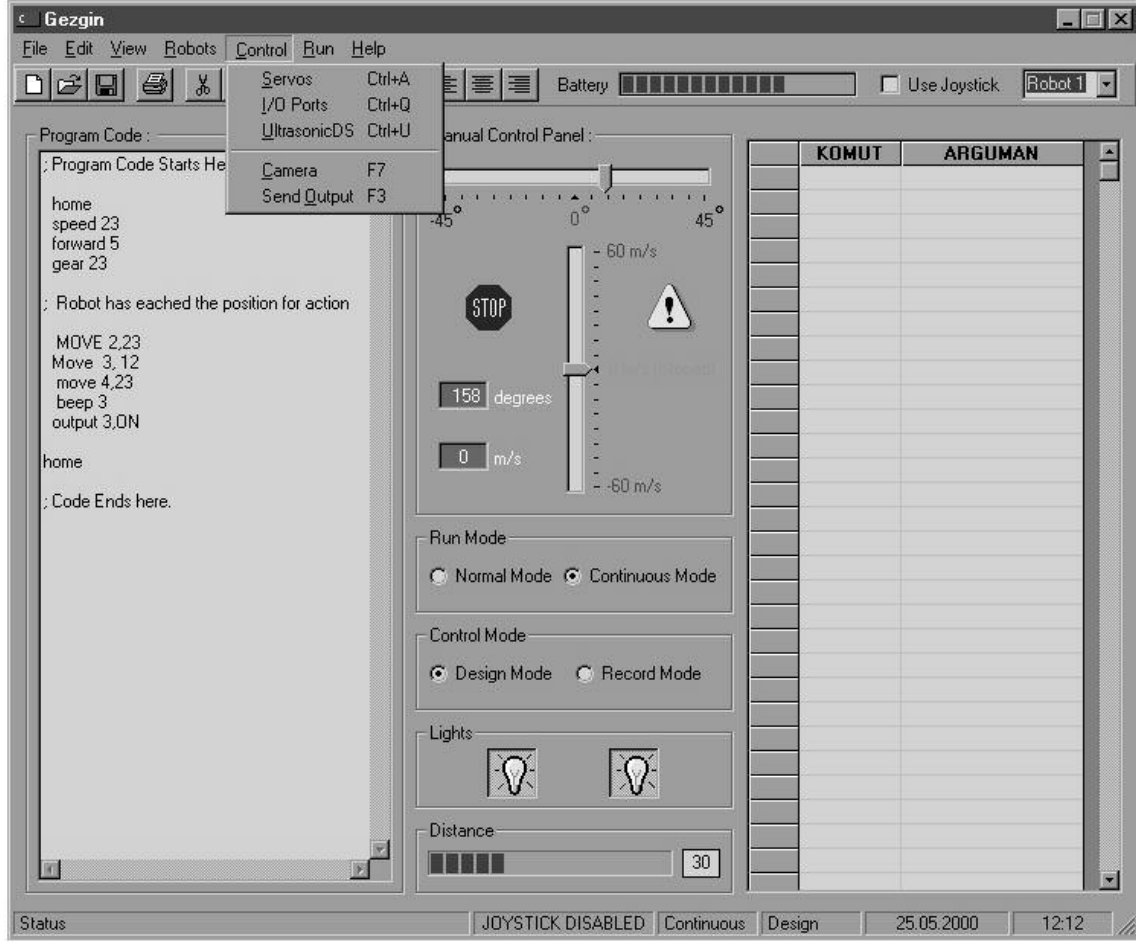
yapılmıştır. Tasarlanan gezgin robotun mekanik sistemi, diferansiyel sisteme sahip dört tekerlek üzerine bulunan gezgin taban ve bu taban üzerine yerleştirilmiş beş veya altı eksenli robot kolundan meydana gelmektedir. Robot kolu, kol hareketi dışında basit toplama veya yerleştirme uygulamalarını da yerine getirmek için kullanılabilir. Mekanik sistem, elektronik denetim sistemiyle denetlenir. Elektronik denetim sisteminin donanımı, sırasıyla algılayıcıların bağlanabilmesi için sayısal ve örneksel giriş ve mekanik sistemdeki motorları denetlemek için servo motor sürücü çıkış arabirimlerine sahip bir mikrodenetleyici temelli sistemden meydana gelir. RS-232 radyo-modem, robot ile bilgisayar arasındaki uzaktan iletişimi sağlar. Oransal hız denetleyici gezgin tabanın hareket etmesini sağlar. Robotun önündeki nesnelerin algılanması için ultrasonik algılayıcı kullanılır. Batarya, bütün bu birimlerin gerek duyduğu gücü sağlar. Gezgin robot sisteminin yazılımı, kişisel bilgisayar üzerinde çalışır ve robot programlama dili (RPL) olarak adlandırılır. Ayrıca gezgin robot üzerindeki elektronik denetim donanımını oluşturan mikrodenetleyici temelli sistem içindeki yazılım, bilgisayardan gelen komutları alan gezgin robotun fiziksel hareketini sağlayan makine dili yazılımdır.



**Şekil 1. Uygulamada kullanılan gezgin taban ve elektronik devreler**

## **2. Gezgin Robot Sistemi**

Tasarlanarak gerçekleştirilen elektronik denetim donanımının uygulaması hazır olarak alınmış profesyonel ölçekli model mekaniği kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen radyo kontrollü model taşıt; 4 lastik tekerlekli, süspansiyonlu, minyatür doğru akım motoru ile sürüş sağlayan arka ve ön diferansiyel dişli



**Şekil 2 Gerçekleştirilen yazılımın ekran görüntüsü**

sistemine sahip ve konum kontrollü motor ile dümen kontrolünü sağlayan bir elektro mekanik sistemden oluşmaktadır. Ayrıca aracın hızını ve yönünü denetlemek için motor hız ve yön kontrol devreleri, uzaktan kumandayı sağlamak ve birden çok aracın kontrolünü aynı ortamda birbirine karıştırmadan yapmayı ve 3 tane servo kontrollü birimi sürmeyi sağlamak üzere frekansı ayarlanabilir alıcı devresi ve buna 3 değişik kontrol bilgisini göndermek üzere verici devresi bulunmaktadır.

Böyle bir elektro mekanik sistemi temel alarak bir gezgin robot denetim sistemini tasarlamak için 5 ana konu oluşturulmuştur. Bunlar:

1. Gezgin robotun sürüş ve Servo motorlarını denetleyen, algılayıcılardan gelen bilgileri derleyen, robotun güç yönetim devresi ile haberleşen ve uzaktaki bilgisayar ile iletişim kurmayı sağlayan genel amaçlı elektronik denetim devresi.
2. Gezgin robotu, elektronik denetim sistemini bilgisayar kullanarak uzaktan kontrol etmek ve izlemek için denetim programı.
3. Gezgin robotun yapacağı hareketten önce hareket alanındaki nesnelerin yerini belirlemek için algılayıcı olarak ultrasonik uzaklık algılayıcı devresi.

4. Telsiz uzaktan kumanda için gezgin robotun uzaktaki ana bilgisayar ile sayısal veri iletişimini sağlayan RF Radyo MODEM devresi.
5. Gezgin robot sistemini hareket ettirmek için ihtiyaç duyduğu gücü sağlayan batarya bloklarının denetimi ve izlenmesi için güç yönetim devresi.

Yukarıda sıralanan konuların her biri başlı başına bir inceleme, araştırma, tasarım, uygulama ve uzmanlık gerektiren konulardır. Bu yazıda, konulardan ikincisi, bir gezgin robot için elektronik denetim sistemini bilgisayar kullanarak uzaktan kontrol etmek ve izlemek için denetim programı tasarımı ve uygulaması anlatılacaktır. Diğer konular ayrı yazılar şeklinde anlatılmıştır. Bu genel amaçlı olarak tasarlanması düşünülmüş olan bir gezgin robotun modüler yapısını sağlamak açısından önemli bir özelliktir ve gereklidir. Tasarlanarak gerçekleştirilen donanımın daha güçlü bir bilgisayar sistemine kontrol amaçlı bir yazılım ile bağlanması, gezgin robot sistemine görev, hareket, denetim ve yeniden programlanma gibi ek ve üstün yetenekler kazandırmıştır.

### **3. Gerçekleştirilen Gezgin Robot Denetim Yazılımı**

Gezgin Robot Denetim Yazılımı Microsoft Visual Basic programlama dilinde yazılmıştır. Bilgisayarın

istenen herhangi bir seri veri yolunu kullanarak robotu denetlemek üzere tasarlanmıştır. Kullanıcı istediği veri akış hızında, veri biti, eşlik, dur biti, yankı ve akış denetim ayarlarını değiştirebilir. Bu da kullanıcıya kullanımda geniş bir serbestlik getirir. Denetim işlemi, yazılımla otomatik veya kullanıcının program ekranındaki sanal düğme, kaydırma çubukları, giriş listeleri, açılan menüleri klavye veya fareyi kullanmasıyla el ile yapılabilir.

Programda robotu kendi tasarladığınız programlama dilinde programlayabileceğiniz bir editör bulunmaktadır. Robot programlama dili, diğer robot programlama dilleri baz alınarak, basit yapısı ve kolay kullanımlı, kullanıcı dostu fakat bir o kadar da efektif ve güçlü olacak şekilde tasarlanmıştır.

### 3.1. Program Fonksiyonları

Şekil 2’de Gezgin kontrol yazılımı ana kontrol ekranı görülmektedir. Editör penceresinde yazılan kodu derleyen, güçlü bir derleyicisi olan Gezgin Kontrol Yazılımı, kullanıcıya adım adım program takibi (debugging) olanağı da sunar. Kullanıcı programı istediği yerde durdurarak kalan kodu adım adım çalıştırabilir.

Programdan aynı anda dört tane farklı robot kontrol edilebilir. Gezgin robot denetim yazılımı kullanıcıya dört tane farklı robota isim (label) verebilme serbestliği de tanımıştır.

Programda iki tane Çalışma Biçimi vardır. Bunlar “Normal şekil (Normal Mode)” ve “Sürekli şekil (Continuous Mode)” dir.

Programda iki tane Denetim Biçimi bulunmaktadır. Bunlar “Tasarım (Design Mode)” ve “Kayıt (Record Mode)” dir.

Program içinden herhangi bir anda robota veya doğrudan giriş/çıkış uçlarına komut veya veri yollama imkanı vardır.

Programda bulunan bir “Batarya Seviye Göstergesi” sayesinde kullanıcı sürekli olarak robotun batarya durumunu kontrol altında tutabilir. Şarj belli bir seviyenin altına düşerse program uyarı verir.

Robot bilgisayara bağlanacak herhangi bir Joystick ile de kontrol edilebilir. Bu özellik ise kullanıcıya robota anında, rahat ve esnek bir müdahale imkanı sağlar.

Robotun tekerlek açısı, dümen ve hız kontrolü ayarları ana kontrol ekranındaki kaydırma çubukları aracılığı ile yapılır.

Robot üzerindeki sekiz konum denetimli motor “Servos” menüsünden açılan pencereden ayrı ayrı kontrol edilebilir.

Program 4 sayısal giriş, 4 sayısal çıkış ve 6 tane örneksel girişi kontrol edebilmektedir.

Ultrasonik uzaklık algılayıcısı tarafından algılanan mesafeyi kullanıcıya ana ekranda gösterir. Kullanıcı robotun ultrasonik algılayıcısının görüş menzilineki cisimlere en fazla ne kadar yaklaşılacağını belirtebilir ve kullanıcıya sesli uyarı verilmesini sağlayabilir.

Programda bulunan “Keşif Biçimi (Wonder Mode)” programcıya robotu kendi kendine dolaşması, keşif

yapması için bırakma imkanı verir. Bu çalışma şeklinde robot kendi kendine dolaşır ve bilgi toplar ve topladığı bilgileri anında uzaktaki ana bilgisayara gönderir.

Gezgin robotun motorlarında çıkan sorunlar yazılım tarafından algılanıp nedeni kullanıcıya bildirilir.

### 3.2. Menülerin Tanıtılması

Program bir kere çalıştırdıktan sonra pencere pozisyonu, port ve çalışma ayarları gibi verileri kendi içerisinde saklayarak bir dahaki çalıştırmada bu ayarları kullanır.

Programın ana menüsünde,

1. Editör
2. El ile denetim birimi
3. Dümen denetimi
4. Hız denetimi
5. Çalışma biçimi seçim bölümü
6. Kontrol biçimi seçim bölümü
7. Uzaklık göstergesi
8. Işık kontrol bölümü
9. Oyun çubuğu (Joystick ) izin düğmesi
10. Aktif robot seçme kutusu
11. Batarya seviye göstergesi
12. Komut ve argüman tablosu

Dümen Kontrolü tekerlekleri sağa ve sola döndürmeye yarar. Hız kontrolü ise aracın hareket yönünü ve hızını ayarlar.

Çalışma Biçimi, editör penceresine yazılan program çalıştırılırken programın sürekli olarak başa dönüp dönmeyeceğini belirler. Çalışma biçimi, normal şekilde ise o zaman program bir kere baştan sona çalıştıktan sonra durur. Eğer sürekli şekilde ise o zaman program sürekli olarak kullanıcı programı kesene kadar sondan başa dönerek çalışır.

Kontrol Biçimi bölümünde ise kullanıcıya iki seçenek sunulmuştur. Bunlar: Tasarım (Design Mode) ve Kayıt (Record Mode) seçenekleridir. Program kayıt seçeneğinde çalıştığı sürece robota yaptırılan her türlü hareket editör penceresine yansıtılarak kaydedilir. Tasarım seçeneğinde ise yapılan işlemler gerçekleştirilir fakat kaydedilmez.

Uzaklık göstergesi robot üzerindeki ultrasonik uzaklık algılayıcısından gelen verileri değerlendirerek kullanıcıya robotun önünde menzili içinde cisim olup olmadığını varsa ne kadar yakında olduğu bilgisini gösterir.

Işık Kontrol Bölümü’nde kullanıcıya robot üzerinde bulunan ışıkları açıp kapama tercihi sunulmuştur.

Oyun çubuğu (joystick) düğmesi kullanıcıya gezgin robotu oyun çubuğu ile kontrol etme olanağı verir. Eğer oyun çubuğu seçeneği seçili ise robot dümen ve hız kontrolleri oyun çubuğu ile yapılabilir.

Aktif Robot Seçme Kutusu, kullanıcıya kontrol etmek istediği robotu seçme şansı verir. Komutlar o sırada aktif olan robota gönderilmek üzere kodlanırlar.

Batarya seviye göstergesi sayesinde kullanıcı robot üzerinde bulunan akülerin, bataryaların durumunu sürekli olarak gözlem altında tutabilir. Ayrıca

program, batarya seviyesi belli bir seviyenin altına düştüğü zaman otomatik olarak sesli uyarı verir.

Komut ve Argüman Tablosu'nda, kullanıcı editörde yazdığı programı çalıştırdığı zaman program tarafından algılanan komut ve argümanlar ayrı ayrı görülebilir.

Program kullanıcıya özel olarak, programın istenmeyen bir kullanıcı tarafından kullanılmasını engellemek için şifre konmasına izin verir.

Programın Manuel kontrol panelinde yapacağınız değişiklikler hemen aktif olan robota gönderilir. Joystick kontrolünün aktif olması manuel kontrolü kapatmaz.

“Seçenekler (Options)” bölümünde, seri veri iletişim ayarları bulunmaktadır. Ayarlanabilir özellikler :

1. Seri veri iletişim portu
2. Veri transfer hızı
3. Akış kontrolü
4. Yankı
5. Veri Biti, Eşlik ve Dur Biti

Bu menüde yapılan değişiklikler Uygula yada Tamam tuşuna basıldığında anında programa yansır.

Servo Kontrol Menüsü, robotun üzerinde bulunan 7 tane servo motoru kontrol etmek amacı ile kullanılır. Kullanıcı bu denetim işlemini isterse fare ile kontrol çubuklarını ayarlayarak veya oyun çubuğu ile kontrol edebilir.

Programda Kontrol menüsü, servolar, I/O portları, ses üstü (ultrasonik) uzaklık algılayıcı, kamera ve çıkışa gönder (Send output) seçeneklerini içerir.

Programdaki I/O Ports menüsünde analog girişlerin değerleri sayısal ve grafiksel olarak görülebilir. Ayrıca 8 tane sayısal giriş/çıkıştan istenilenler giriş ve istenilenlerde çıkış olarak ayarlanabilir. Sayısal çıkışlar bu menüden rahatlıkla değiştirilebilir.

“Write Output Data” komut penceresi, kullanıcıya seri veri iletişim portunu serbest kullanımına olanak sağlar. Kullanıcı isterse doğrudan seri veri portuna bir veri yazabileceği gibi isterse gezgin robota robot programlama dilini kullanarak tek satırlık bir komut gönderebilir. Kullanıcı eğer doğrudan porta bir veri yazmak istiyorsa komutun başına “>” işaretini koymalıdır. Bu sayede kullanıcının büyüktür işaretinden sonra yazdığı veri olduğu gibi seri veri portuna aktarılır. Aksi halde, kullanıcının yazdığı bir satırlık bilgi programın derleyicisinden geçirilerek bir komutmuş gibi işlem görür ve o komuta ait işlem kodu (opkod) gezgin robota gönderilir.

Gezgin robotun “Keşif şekli (Wonder Mode)” en gelişmiş ve önemli özelliklerden biridir. Geliştirilmiş yorumlama algoritması sayesinde Gezgin Robotu her hangi bir alana bırakıp keşif şeklinde çalıştırdığımız zaman robot kendi kendine bütün alanı dolaşacaktır. Bu sayede kontrolün zor olduğu ve gezgin robotun gözle görülemeyeceği durumlarda robot kendi kendisinin başının çaresine bakabilir.

Programın “Çalıştır (Run)” menüsünden editörde yazılan program kodunun derlenmesi ve çalıştırılması sağlanabilir. Ayrıca “Bekle (Pause)” ve “Adım (Step)

komutları kullanıcıya programı istenilen bir noktada durdurma ve adım adım çalıştırma olanağını sunar. Bu sayede tasarım aşamasında program kodunun çalışması kullanıcı tarafından rahatlıkla denetlenip kontrol altında tutulabilir.

“Ultrasonik uzaklık algılayıcı (Ultrasonic Distance Sensor” kontrol penceresi, kullanıcı tarafından bu algılayıcıya ait ayarların yazılmasını sağlar. “Uzaklık sınırı (Distance Limit)” bir uyarının oluşması için minimum uzaklık sınırını belirler. “Sesli uyarı (Beep Warning On)” seçeneği uzaklık sınırına 3 santim kala kullanıcıya sesli uyarı verilip verilmeyeceğini belirler. Eğer uyarı açık ise, uzaklık sınırına 3 santim kala kullanıcıya sürekli tekrarlanan bir ses sinyali vermeye başlar ve bu sesin tekrarlanma hızı, yakınlık arttıkça giderek sıklaşır ve uzaklık sınırı geçildiğinde artık düz bir sinyal olur. “İleri hareket kesildi (Block Forward Movement)” uyarı uzaklık sınırının aşılması halinde robotun otomatik olarak program tarafından durdurulmasını sağlar. Kullanıcı robota ileriye doğru bir hareket yaptıramaz robotun sadece geriye doğru ilerlemesine izin verilir.

### 3.3. Robot Programlama Dili (RPL)

Tasarlanan yazılımda kullanılan komutlar ve kısa açıklamaları aşağıda verilen şekildedir.

HOME

Robotu başlangıç pozisyonuna döndürür.

STOP

Robotun yapmakta olduğu bütün işleri iptal eder ve durdurur.

SPEED

Robotun gezinti hızını ayarlar.

FORWARD

İleriye doğru uzaklık kontrollü ilerleme.

FORWARDS

İleriye doğru hız kontrollü ilerleme.

BACKWARD

Geriye doğru uzaklık kontrollü ilerleme.

BACKWARDS

Geriye doğru hız kontrollü ilerleme.

TRIGHT

Lastiği sağa doğru istenen açıda döndürme.

TLEFT

Lastiği sola doğru istenen açıda döndürme.

TANGLE

Lastiği istenen açıya getirir.

DELAY

Gecikme sağlar.

Delay komutu robotun durumunu ne kadar süreyle koruyacağını belirler.

SMOVE

Servo motorları hareket ettirir.

COMPORT

İstenen seri iletişim portunu açıp kapatır.

DSTWARN

Uzaklık uyarısının açıp kapatır.

DSTLIMIT

Uzaklık uyarısı sınırlarını belirler.

## OUTPUT

Sayısal çıkışların ayarlanmasını sağlar.

BEEP

Buzzer tarafından ses üretilmesini sağlar.

## 4. Sonuç

Günümüzde kullanılan eğitim, ticari, endüstriyel vb. gibi değişik amaçlar için tasarlanmış ve üretilmiş gezgin robot, robot kol denetim yazılımları araştırılması ve incelenmesi sonucunda, bu programlarda bulunan ve gezgin robot denetimi için gerekli görülen temel işlevler yapısal olarak korunmakla birlikte tasarlanarak gerçekleştirilen Gezgin Robot sistemi için yeniden tasarlanarak geliştirildikten sonra gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu programlarda görülmeyen yeni ve özgün tasarımlar eklenmiş ve gereken özellikleri yeterli düzeyde sağlayan bir Gezgin Kontrol Yazılımı oluşturulmaya çalışılmıştır. Gezgin robot için elektronik sistem donanımı ve yazılımı konusunda bilimsel ve teknolojik bilgi birikiminin oluşturulması amacına yaklaşılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında, kısa sürede amaçlanan donanım ve yazılım alt yapısı hedefine ulaşılmış, problemin çözümüne karşı geliştirilen özgün düşünce ve çalışma yöntemi açısından önemli sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sonucunda genel amaçlı modüler yapıda bir gezgin robot denetim yazılımı tasarımı başarılı ve gerçekleştirilmiştir. İnsan zekasının yaratıcılığı ve icat etme duygusu nedeniyle mükemmele erişme isteği nedeniyle yazılımın tasarımı ve gelişimi devam edecektir.

## KAYNAKÇA

- [1] Rankin Art, (1998) "Autonomous Vehicle Path Following", Robot Builder Magazine, January 1998.
- [2] Arthur Ed Bouthiller, (1998) "Structured Light Vision", Robot Builder Magazine, February 1998.
- [3] MSDN Library October 1998, "Visual Basic Documentation", "MSComm Component".
- [4] MSDN Library October 1998, "Visual Basic Documentation", "Visual Basic Basics".
- [5] Arrick Robotics - ARobot Mobile Robot FAQ  
[www.robotics.com/robot/faq.html](http://www.robotics.com/robot/faq.html)
- [6] Robot Links & Answers  
[www.icenter.net/~bev478/links.htm](http://www.icenter.net/~bev478/links.htm)

## Tuncay UZUN

1963'de Şile'de doğdu.  
1985'de Yıldız  
Üniversitesi'nden Elektronik  
ve Hab. Müh. derecesini aldı.  
1986 yılında aynı  
üniversitenin Elektronik ve  
Hab. Müh. Bölümü Devreler  
ve Sistemler Anabilim dalına  
Araştırma Görevlisi olarak  
atandı. 1987'de Yıldız Teknik Üniversitesi'nden



Elektronik ve Hab. Yüksek Müh. , 1994'de Doktor Müh. derecelerini aldı. Aynı yıl Elektronik Anabilim dalında Yar. Doç. kadrosuna atandı. 1995'den bu yana Devreler ve Sistemler Anabilim dalında çalışmalarını sürdürmektedir. Programlama dilleri, kişisel bilgisayar donanımı ve yazılımı, bilgisayarlı ölçme ve kontrol sistemleri, mikro işlemciler, mikrodenetleyiciler, programların denetleyiciler, devreler ve sistemler teorisi konularında çalışmaları bulunmaktadır.

## Burak BORHAN

1978'de İstanbul'da doğdu. 1996'de F.M.V. Özel Işık Lisesi'nden Mezun oldu. Şu anda Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Hab. Müh. Bölümünde okumakta. 1998 yaz stajında kazandığı yurtdışı bursu ile gittiği Ukrayda'da Lviv Polytechnics University'de Windows ve benzeri işletim sistemleri için SNMP Manager Programı geliştirilmesinde çalıştı. Bilgisayar dilleri ve işletim sistemleri üzerine tecrübesi bulunmaktadır. Bir senedir de Visual Basic Programlama dili üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir.