

RF MODÜLLERLE KONTROL EDİLEN PALETLİ KEŞİF ARACI TASARIMI

Şimal YÜKSEL

Elektrik ve Elektronik Mühendisi
1030225593@erciyes.edu.tr

Emre ZABUN

Elektrik ve Elektronik Mühendisi
1030225592@erciyes.edu.tr

Güray EKİNCİOĞLU

Elektrik ve Elektronik Mühendisi
1030225573@erciyes.edu.tr

Kaan TUNÇER

Elektrik ve Elektronik Mühendisi
1030225832@erciyes.edu.tr

İbrahim DEVELİ

Elektrik ve Elektronik Mühendisi
develi@erciyes.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, RF modüllerle uzaktan kontrol edilen çok amaçlı bir paletli keşif aracının tasarımı sunulmuştur. Bu proje kapsamında gerçekleştirilen aracın temel özellikleri; C tabanlı olması, üzerinde görüntü işleyebilmesi, zorlu arazi koşullarında hareket edebilmesi, yüksek manevra kabiliyetine sahip olması, motorlara bağlı olarak yüksek torklu olması ve gerçek zamanlı çalışabilmesi olarak özetlenebilir. Aracın iletişim mesafesi RF modüllerle açık alanda 100 metre civarındadır ve istenildiğinde bu mesafe kullandığımız anten türüne göre anten değiştirilerek 1600m'ye kadar arttırılabilir. Bunun yanı sıra araç, servo motor kontrolüyle 180° dönebilir özellikli kameraya sahiptir. Kullanılan ultrasonik sensörlerle, önündeki ve arkasındaki cisimleri algılayabilmekte ve manyetik yön tayini yapabilmektedir. Araç, çift yönlü RF haberleşmesiyle uzaktaki bir merkez kontrol istasyonundan komutlar alabilen ve topladığı bilgileri bu istasyona iletebilen bir insansız keşif aracı olma özelliğindedir. Anahtar Kelimeler: Paletli keşif aracı, görüntü işleme, RF haberleşme, mikrodenetleyicili motor kontrolü.

1. Giriş

Günümüzün gelişen teknolojisinde, gerçekleştirilmesi zor ve tehlikeli işlerde insanların yerini yavaş yavaş endüstriyel ve hareketli robot uygulamaları almaktadır. Endüstriyel robotlar genellikle sabit konumlu olup endüstriyel üretim süreçlerinin otomasyonuna hizmet ederler. Öte yandan hareketli robotlar insanlar tarafından yapılan bir takım işlerde yardımcı görevini üstlenirler. Bu tip robotların insanlara sağladığı faydaların arttırılabilmesi için otonom işlevleri yerine getirebilecek yazılımlara ihtiyaç duyulur.

Bu çıkış noktasından hareketle, bu projede amaçlanan insan hayatının tehlikede bulunduğu yerlerde (yangın, terör, deprem vb.), bilgi toplanması ve toplanan bilgileri bir merkez istasyona kablosuz iletişimle bildirilmesidir. Bu şekilde insan erişiminin zor olduğu bölgelerde de bilgi toplanabilecek ve böylece can kaybı en aza indirilecektir.

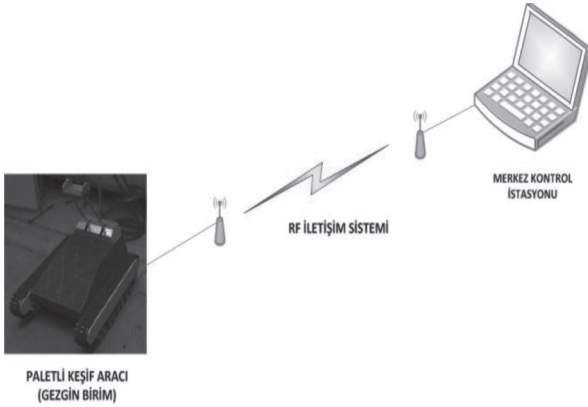
Projenin geliştirilebilecek kısımlarında, örneğin; terör bölgelerinde erişimin zor olduğu arazilerde veya mağara gibi yerlerde, araç mukavemeti ve

iletişim mesafesi yüksek, daha uzun sürelerde görev yapabilecek hale getirilebilir, böylece terörle mücadele konusunda daha etkin bir rol sağlayabilir. Yangın ve deprem felaketlerinde, insan gücüyle olay yerlerine erişim zordur, araç bu bölgelerde de içeride canlı olup olmadığını kontrol edip, merkez istasyona bilgi ileterek bu şekilde yangın bölgesinde ve enkaz altında insan hayatını kurtarmada daha etkin bir rol oynayabilecektir.

2. Sistem Detayları

Şekil 1'de gösterildiği gibi bu proje iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım merkez kontrol bilgisayarı (MKB), ikinci kısım ise insansız keşif aracıdır (gezgin birim).

Birinci kısım olan merkez kontrol bilgisayarında; insansız keşif aracının (gezgin birim) kontrol edilmesi amacıyla hazırlanmış olan C# tabanlı bir arayüz bulunmaktadır. Bu arayüzde; insansız keşif aracında bulunan manyetometre, servo motor ile kontrol edilen kamera, ultrasonik sensörlerden alınan mesafe bilgisi, motorların dönme hızı, batarya kontrolü, aracın yol aydınlatması için led kontrolü ve aracın aktardığı görüntü bulunmaktadır.



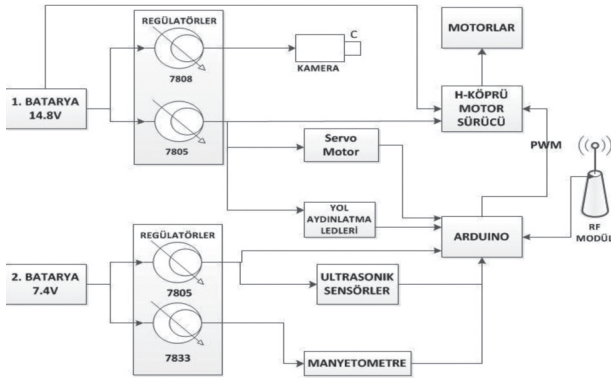
Şekil 1: Projenin temel kısımları

İkinci kısım olan insansız keşif aracında; yukarıda bahsedilen arayüz ile kontrol edilen elemanların yanı sıra motor sürücü devresi ve regülatör katları bulunmaktadır. Ayrıca araçta bulunan mikrodenetleyici kiti olan Arduino Uno, merkez kontrol bilgisayarından gelen bilgileri işlemekte ve aracın hareketini sağlamaktadır.

2.1. İnsansız Keşif Aracı

2.1.1. Donanım

Merkez Kontrol Bilgisayarı'ndan aldığı komutları işleyen ve topladığı bilgileri merkez kontrol bilgisayarına ileten gezgin birimdir. Şekil 2, geliştirilen keşif aracının blok diyagramını göstermektedir.



Şekil 2: İnsansız keşif aracımızın çalışma blok diyagramı

Gezgin birimde kullanılan elemanlardan bazıları ve özellikleri şu şekilde özetlenebilir.

2.1.1.1. Mikrodenetleyici Kiti

Araçta mikrodenetleyici kiti olarak Arduino UNO kullanılmıştır. Arduino; esnek, kolay kullanımlı

donanım ve yazılım tabanlı bir açık kaynaklı elektronik prototip platformudur [1]. Arduino geliştirme kartı üzerindeki mikroişlemci Arduino programlama dili (wiring tabanlı) ile programlanır ve bu program Processing tabanlı Arduino Yazılım Geliştirme Ortamı (IDE) yardımı ile karta yüklenir. Arduino'nun teknik özellikleri Tablo 1' de sunulmaktadır [1].

Tablo 1: Arduino Uno teknik özellikleri

Mikroişlemci	ATmega328
Çalışma Voltajı	5V
Besleme Voltajı (önerilen)	7-12V
Besleme Voltajı (limit)	6-20V
Dijital G/Ç bağlantıları	14 (6 tanesi PWM çıkışı)
Analog Giriş Bağlantıları	6
G/Ç bağl. başına DC Akım	40 mA
3.3V bağl. için DC Akım	50 mA
Flash Bellek	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Hızı	16 MHz

2.1.1.2. RF Modüller

RF haberleşme kullanarak merkez kontrol bilgisayarını ile iletişimi sağlar, bu modülün özellikleri Tablo 2'de sunulmaktadır [2].

Tablo 2: RF modüllerin teknik özellikleri

2.4 GHz yayın frekansı
3.3V - 50mA
Maksimum data aralığı: 250kbps
1mW çıkış (+0dBm)
Kapsadığı alan: 100m (300ft)
Dahili çip Anten
FCC sertifikası
6 10-bit ADC giriş pinleri
8 digital I/O pinleri
128-bit encryption
Kapalı veya açık alan konfigürasyonu
AT or API komut seti

2.1.1.3. Bataryalar

Kullanılan devre ve elemanlara güç sağlayan iki adet LiPo (Lityum-Polimer) batarya bulunmaktadır. Burada iki batarya kullanmamızın amacı motoru besleyen bataryayla mikrodenetleyiciyi besleyen bataryanın ayrı olmasını istememizdir. Motorun zorlanmada daha fazla akım çekeceği bilindiğinden bu durum mikrodenetleyicinin verimli çalışmasını engeller ve dalgalanmalara sebep olur. Bu dalgalanmaları mikrodenetleyiciyi ve motoru ayrı ayrı besleyerek engellemiş oluruz.

Birinci batarya, 4950mA-14,8V'tur. Bu batarya araca hareket sağlayan motorları, aldığı görüntüyü MKB'ye aktaran kamerayı ve karanlık ortamlarda görüntü alabilen ve yol aydınlatması sağlayan flat top super flux ledleri beslemektedir [3].

İkinci batarya, 1550mA-7,4V'tur. Bu batarya ise üzerindeki RF modülüyle aracın MKB ile kablosuz haberleşmesini sağlayan Arduino Uno mikrodenetleyici kitini, aracın yönünün ne tarafa baktığı bilgisini aldığımız manyetometreyi, aracın önündeki ve arkasındaki cisimlerin mesafe bilgisini veren ultrasonik sensörleri ve bunların regülatör katlarını beslemektedir [4].

2.1.1.4. Motorlar

Araç üzerinde, hareketi sağlayan iki adet redüktörlü DC motor bulunmaktadır [5]. Bu motorlar L298N motor sürücü devresiyle sürülmektedir [6, 7]. Motorlara belli aralıklarla Arduino Uno mikrodenetleyici kiti tarafından PWM yollanmaktadır ve böylece paletli araç istenen hızda, aynı yöne ve ters yöne hareket ettirilebilmektedir.

2.1.1.5. Manyetometre

Gezgin birimin hangi yön doğrultusunda ilerlediğini gösteren manyetometre; üzerinde HMC5883L, üç eksen dijital pusula modülü bulunduran uygulama kartıdır. Bu sensör ± 8 gauss'luk full-scale menzile ve 5 milli-gauss a kadar çözünürlüğe sahiptir. 2.5-3,6V arası harici besleme ile çalıştırılabilmektedir. I2C arabirimi ile bağlantı kurabilmektedir [8].

2.1.1.6. Ultrasonik Sensörler

Aracın önünde ve arkasında bulunmak üzere iki adettir [9]. Bu elemanlar aracın önünde bulunan herhangi bir cismin mesafe bilgisini iletebilmektedir. Sensörler öne ve arkaya olmak üzere dik ve direk olacak şekilde

yerleştirilmiştir. Ultrasonik sensörlerin mesafesi 6m'dir. Bu sensörler aldıkları mesafe bilgisini belli aralıklarla Arduino Uno mikrodenetleyici kitine aktarırlar. Mikrodenetleyici kiti ise üzerinde olan RF modülle bu bilgiyi MKB'ye aktarır.

2.1.1.7. Servo Motor

Kamera dönüş mekanizması için 180 derece dönebilen servo motor kullanılmaktadır. Servo motor, motor sürücüsü olmadan direk olarak Arduino Uno mikrodenetleyici kitinden yazılımla kontrol edilmektedir. Bu projede servo motorun 90 derece sağa ve 90 derece sola döndürülmek üzere yazılımı yazılmıştır.

2.1.1.8. Kablosuz Kamera

Merkezi kontrol birimine, aldığı görüntüleri aktaracak olan kablosuz kameranın mesafesi açık alanda 100m'dir [10]. Kamera paletli araçta döner mekanizmanın üzerindedir. Bağlı olduğu mekanizmayla beraber yönü servo motor tarafından kontrol edilmektedir. Kablosuz kameranın MKB tarafında alıcı bir modül bulunmaktadır. Kamera alıcı tarafla üzerindeki küçük antenle haberleşmektedir. Kablosuz kameranın özellikleri Tablo 3'de sunulmaktadır.

Tablo 3: Kablosuz kameranın teknik özellikleri

Görüntüleme sensörü	1 / 3 " CMOS
TV renk sistemi	PAL
Yatay çözünürlük	380 TV satır
Görüş açısı	62 derece
Kazanç kontrolü	Otomatik
Çalışma frekansı	1.2GHz
İletim gücü	10mW
Modülasyon modu	FM
Tüketim akımı	80mAh
İşletim nemliliği	85 % RH
Kamera boyut	3,7 x 2.8cm
Kapatılmamış etkili menzili	100m
Güç tüketimi	Yaklaşık. 3W
Çalışma sıcaklığı	-10C ~ 50 C/-40F ~ 122 F
Depolama sıcaklığı	-40C ~ 85 C/-40F ~ 185 F

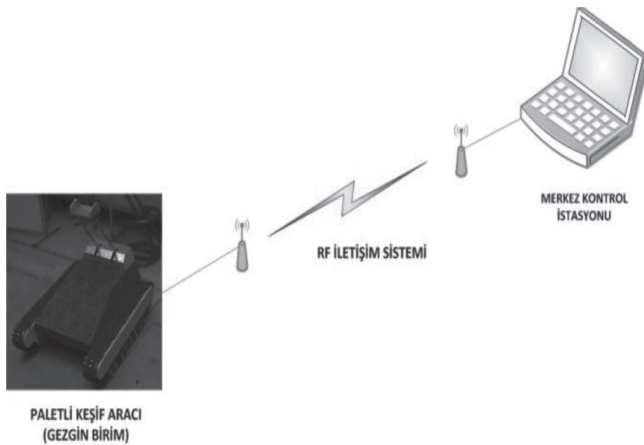
Bilindiği üzere aracımızın işlemcisi olan Atmega328 görüntü işlemek için yeterli bir işlemci değildir. Projemizin tasarım aşamasında bu sorunumuzu

düşünerek görüntüyü kendi alıcısı ve vericisi olan kablosuz bir kamerayla analog olarak, daha sonra A/D çevirici bir USB DVR'yle merkez kontrol bilgisayarımıza, burdan C# üzerinde OpenCV açık kaynak kodlu görüntü işleme kütüphanesiyle görüntüyü arayüz vasıtasıyla kullanıcıya aktarmış oluyoruz. 2.1.1.9. Flat Top Super Flux Led Karanlık ortamlarda kameranın sağlıklı görüntü alabilmesi ve paletli aracın yol aydınlatması için flat top süper flux ledler kullanılmaktadır. Bu ledler 100-120 derece ışık açısına sahiptir. Flat ise led yüzeyinin düz olmasıdır. Bu projede 8 adet flat top super flux led kullanılmaktadır.

2.1.2. Yazılım

Merkez kontrol istasyonundan gelen hız ve yön bilgisi matematiksel hesaplamaları yapıldıktan sonra mikrodenetleyici üzerinden PWM sinyali olarak H-Köprü (L298N) motor sürücü devresine aktarılmaktadır. Motor sürücü devresine gelen PWM sinyali, DC seviyesini 12V'a yükseltilecek şekilde motorlara ulaştırılmaktadır. Gezgini birim üzerinde bulunan üç yönlü manyetometre devresinden gelen analog sinyal, iki adet ultrasonik sensörden gelen PWM tipinde analog bilgiden dönüştürdüğümüz dijital bilgi ve iki adet bataryadan aldığımız voltaj bilgisi, MKB'ye aktarılmaktadır. Kablosuz kamerayı kontrol eden 180°'lik bir dönüş mekanizması MKB'den gelen bilgiye göre kontrol edilmektedir.

Paletli araca ait iki adet resim Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 3: Paletli aracın önden görünüşü

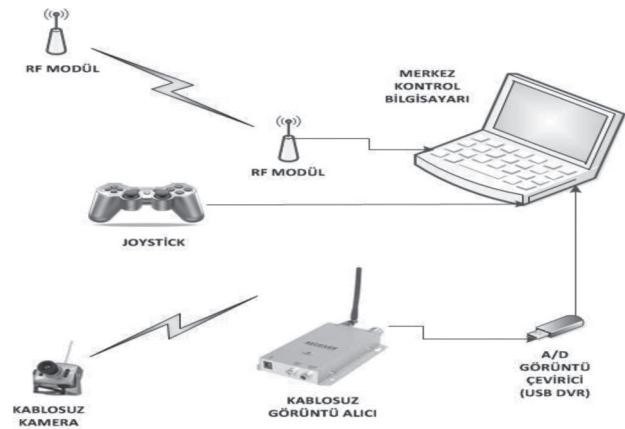


Şekil 4: Paletli aracın üstten görünüşü

2.2. Merkez Kontrol Bilgisayarı

2.2.1. Donanım

Merkez kontrol bilgisayarımız gezgini birime komutların iletiildiği ve gezgini birimden gelen bilgileri işleyebilen bir donanıma sahiptir. Donanım kısmımız gezgini birimin üzerinde bulunan kameradan gelen analog bilgiyi dijitale çeviren bir usb dvr ve RF iletişimi sağlayan bir usb explorer'dan oluşmaktadır. Merkez kontrol istasyonu donanım şeması Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5: Merkez kontrol istasyonu donanım şeması

2.2.2. Yazılım

Merkez kontrol bilgisayarının yazılımını C# tabanlı bir yazılımdır [11]. Gezgini birimi yönetmek isteyen kullanıcıya kullanımı rahat ve anlaşılabilir bir arayüz sağlar. Arayüz üzerinde; kameradan aldığımız görüntüyü gösterdiğimiz bir 640*480 px görüntü çerçevesi, motorlardan gelen hız bilgisini gösteren hız

göstergeleri, manyetometreden gelen bilgiyi gösteren bir kumpas, kameraya bağlı olan servo motoru kontrol eden geri beslemeli buton, ultrasonik sensörlerden gelen mesafe bilgisini gösteren, bataryalardan gelen voltaj bilgilerini gösteren barlar ve acil durumlar için bir acil durum butonu bulunmaktadır. Merkez kontrol bilgisayarı ekran görüntüsü Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 6: İnsansız merkez kontrol bilgisayarı ekran görüntüsü

3. Sonuçlar

Bu proje sonucunda, Erciyes Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Kablosuz Haberleşme Sistemleri Araştırma Laboratuvarı'nda referans olarak kullanılabilir paletli bir araç geliştirilmiştir. Bu araç mekanik olarak zorlu arazi koşullarında ilerleyebilecek yeterlilikte olup daha sonraki projelerde başlangıç noktası olarak kullanılabilir niteliktedir. Projenin gerçekleştirilmesi sırasında donanımsal, yazılımsal ve mekaniksel zorluklar yaşanmıştır. Bu projede yaşanan en büyük zorluk; kullanılan elemanlar ayrı ayrı istenilen şekilde çalışırken, hepsi bir arada çalıştırıldığında gerekli performansı vermemesidir. Bu sorun mikrodenetleyicinin besleme voltajını arttırdığı zaman düzelmiştir. Bir diğer sorun aracın tasarım sürecinde kullanılan malzemeden dolayı yaşanan kısa devre sorunudur. Bu sorun kullanılan elektronik devrelerin yalıtılmasıyla aşılmıştır. Bu örneklerden yola çıkarak bu projeden aldığımız en önemli ders pratikle teorinin her zaman birbirleriyle uyum sağlamasıdır.

Projede gelinen aşamada şimdilik bir otonom hareket söz konusu değildir. Üzerinde bulunan sensörlerle ve ileride yapılabilecek görüntü kıymetlendirme uygulamalarıyla otonom harekette sağlanabilir. Gelinen aşamada bu süre zarfında şimdilik kullanıcıya arayüz üzerinde görüntü aktarılmaktadır. Ayrıca, araç bir kumandalı oyuncak olmanın ötesine geçmiş, profesyonel görünüme sahip ve üzerindeki

sensörlerle desteklenmiş bir prototip araç üretimi gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan bu araç daha da geliştirilmeye açıktır. Kazanılan bilgi ve deneyim bundan sonra olabilecek daha büyük çaplı projeler için iyi bir birikim sağlamıştır.

4. Kaynaklar

- (1) Uluhan F., Arduino UNO, <http://www.robotshop.com/Arduino-UNO,PR-618.html>, 2011.
- (2) Xbee, "Xbee Pro RF Modules," http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000982_E.pdf, Digi International Inc. 2011.
- (3) Türk Hava Kurumu Model Uçak Okulu, "5000mAh - 30C-14.8V, LIPO BATARYA TEKNİK ÖZELLİKLERİ," http://modelucak.thk.org.tr/satis1/urunler.php?Kok_ID=1_099&Ust_Kat_ID=22&Kat_ID=46&Alt_Kat_ID=0&stok_no=15-01-0019, 2009.
- (4) Türk Hava Kurumu Model Uçak Okulu, "1500 Mah -20c 7.4V, LIPO BATARYA TEKNİK ÖZELLİKLERİ," http://modelucak.thk.org.tr/satis1/urunler.php?Kok_ID=1_648&Ust_Kat_ID=22&Kat_ID=46&Alt_Kat_ID=0&stok_no=15-01-0016, 2009.
- (5) Bomec Robot Teknolojileri, "12V 200Rpm Redüktörlü DC Motor," <http://www.robotistan.com/12V-200Rpm-Reduktorlu-DC-Motor,PR-27.html>, Bomec Robot Teknolojileri 2011.
- (6) Alçı, M. ve Kara, S., "Elektronik Devre Tasarımında OPAMP VE LİNEER TÜRMEVRELER," Pozitif Seri Gerilim Regülatörleri, T.C. Erciyes Üniversitesi Yayınları, KAYSERİ, 2000.
- (7) Gökçegöz F., "L-298 H-Köprü Entegresi," MCU-Turkey, <http://www.mcu-turkey.com/?p=16323>, 2011.
- (8) Honeywell, "3-Axis Digital Compass IC Datasheet," <http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Magneto/HMC5883L-FDS.pdf>, Honeywell Inc., 2011.
- (9) Maxbotix, "LV-MaxSonar®-EZ4 Datasheet," http://www.maxbotix.com/documents/MB1040_Datasheet.pdf, Maxbotix Inc., 2011.
- (10) JMC Electron Co., "2.4Ghz Wireless Camera," <http://www.china-manufacturer-directory.com/china-6418/2-4g-wireless-camera-803t.html>, JMC Electron Co. Ltd. 2008.
- (11) Algan S., "Her Yönüyle C#," Pusula Yayıncılık, İstanbul, 2009