

Ultrasonik Engel Algılayıcılı Gezgin Aracın 2 - Eksen Joystick ile Kontrolü

¹Muharrem ÇELEBİ

¹Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Türkiye

Özet :

Gezgin araç sistemleri, son zamanlarda bir çok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada 2-eksenli joystick ile gezgin araç kontrol edilmektedir. Gezgin aracın ön ve arka tarafında bulunan ultrasonik mesafe sensörleri ile aracın 21cm mesafeden sonra ileri veya geri doğrultuda gitmesine izin verilmez. Bu özellikle aracın engele çarpılmaması sağlanmıştır. Bu özelliklerinin yanında, DC motor sürmek için PWM yöntemi kullanılmıştır. Bu sayede aracın joystick açısı değerine bağlı olarak 5 farklı hız seçeneği ile hızlanma ve yavaşlama tepkileri incelenmiştir. Kumanda ile gezgin araç arasında 433Mhzlik ASK modülleri kullanılmıştır. Tüm bu işlemler PIC16F88 işlemcisi ile assembly dilinde gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: PWM, ultrasonik, 2-eksen joystick, ASK, Assembly dili.

Mobile Vehicle with Ultrasonic Obstacle Sensor by 2 - axis Joystick Controlled

Abstract :

Mobile vehicle systems, are nowadays used wide areas. In this work, it is controlled by 2-axis joystick. It has two ultrasonic distance sensor at front and back that don't give permission forward and backward from 21cm distance. This feature provides avoidance obstacle. Moreover, PWM method is used for controlling DC motor. It gives according to joystick's angle five different speeds and acceleration and slow down reactions are examined. It is used ASK moduls with 433Mhz between control and mobile vehicle. PIC16F88 processor is used for whole these processes at assembly language.

Key words : PWM, ultrasonic, 2-axis joystick, ASK, Assembly language.

1. Giriş

İnsanoğlunun doğayı keşfetme serüveninde, kendisi için tehlikeli olacak ortamlarda örneğin yanardağ ağzı veya derin yeraltı çukurlarında, gözlem yapma isteği gezgin robotların kullanım ihtiyacını meydana getirmiştir. Bu sayede tehlikeli olabilecek ortamlarda inceleme, araştırma, görüntüleme çalışmaları yapılabilmektedir.

Mobil robot kontrolü otonom veya elle kumanda olmak üzere iki şekilde olabilmektedir. Her iki şekilde de algılayıcılar kullanılarak dış ortamdan algılanan veriler daha önceden mobil robota yüklenen programa bağlı olarak değerlendirilmekte, böylece robotun çeşitli görevleri yapması sağlanmaktadır.

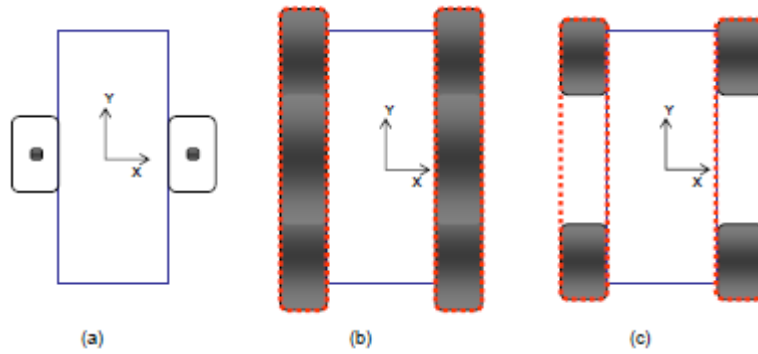
*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Electronic and Communication Engineering Kocaeli University, 41380, Kocaeli TURKEY. E-mail address: mhrrmclb@gmail.com, Phone: 0 507 705 56 57

Mobil robotların bu özelliğinden yararlanarak bir noktada elde edilen bir ölçümün başka bir noktaya ulaştırılması önemli bir faktördür. Bu amaçla mobil araç üzerine haberleşmeyi sağlayacak bir birim konularak bir noktada elde edilen ölçümün kablosuz olarak başka bir noktaya aktarılmasının önemi giderek artmaktadır [1].

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinin ana hedefi, uzaktan kontrol edilebilen bir gezgin aracın joystick açısı değerine bağlı olarak kontrolüdür. Hedeflenen gezgin araç, ileri veya geri hareketinde engel ile karşılaştırıldığında ileri veya geri hareketine izin verilmemekte, sadece dönme hareketine izin verilmektedir. Bunun yanında DC motor sürmek için PWM yöntemi kullanılmış ve 5 farklı hızlanma değeri joystick açısı değerine bağlı olarak sağlanmıştır. İlk olarak çeşitli mekanik ve elektronik elemanlar temin edilmişti ve daha sonra gezgin aracın montajı yapılmıştır. Son olarak tasarlanan robotun, program kısmı assembly dilinde yazılmıştır. Bu çalışmanın devamında kamera ile ortam görüntülemesi, sıcaklık tesbiti, mobil araştırma robotu gibi çalışmalar ileriki aşamalarda gerçekleştirilebilir.

2. Materyaller ve Metodlar

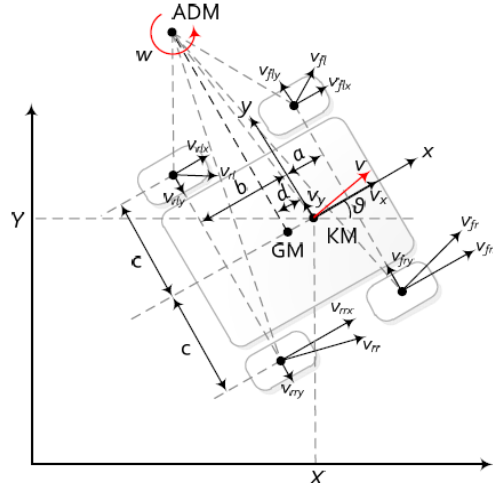
Sürüş yöntemleri içinde tercih edilen yöntemlerden birisi diferansiyel sürüş tekniğidir. Diferansiyel sürüş tekniğinde gezgin aracın her iki tarafında birer adet motor bulunmaktadır. Gezgin araç ortak eksen üzerindeki bağımsız iki tekerleğinin farklı hızlara sahip olmasına dayalı olarak hareket eder [2]. Tekerleklerin farklı hızlara sahip olması durumunda araç bir tarafa doğru dönüş gerçekleştirir. Tekerlek hızlarının aynı hıza ve yöne sahip olması durumunda araç ilerler [1]. Bu çalışmada gerçekleştirilen gezgin aracın 4 adet motor kullanılmıştır. Bu tarz bir gezgin aracın sürüş yöntemi, yanal kayma ile yönlendirme olarak adlandırılmaktadır. Yanal kaymalı sürüşün, iki önemli avantajı bulunmaktadır. İlk sistemin mekanik açıdan basit ve sağlam olmasıdır. İkincisi ise aracın olduğu yerde, hareket etmeden daha iyi bir manevra kabiliyeti sunmasıdır [3]. Bu bölümden sonra yanal kayma ile yönlendirilen gezgin aracın kinematik ve dinamik modelinden bahsedilecektir.



Şekil 1. a) Diferansiyel Sürüş, b) Paletli Sürüş, c) 4-Teker Yanal Kaymalı Sürüş

2.1 Yanal Kayma İle Yönlendirilen Bir Gezgin Aracın Kinematik Modeli

Bir düzlem üzerinde hareket ettiği varsayılan mobil robotun kinematik modeline ilişkin şematik gösterim Şekil 2’de görülmektedir. Burada aracın kütle merkezine atanmış yerel eksen takımında (x,y) tanımlı çizgisel ve açısal hız vektörleri (v,w) ile aracın genel konum (X,Y) ve yönelim (θ) değişkenlerinin tanımları verilmiştir. Burada aracın kütle merkezinin (KM), ön tarafa daha yakın olduğu varsayılmaktadır [4].



Şekil 2. Kinematik Model

Mobil robotun uzaysal eksen takımlarında tanımlı konum alt vektörü ve yönelim değişkeninden oluşan konfigürasyon vektörü aşağıda verilmiştir. Geometrik merkez GM ile ifade edilmiştir. Yerel (x,y) eksen takımında tanımlı araç KM noktasının hızı ile genel (X,Y) eksen takımında tanımlı genelleştirilmiş hız vektörleri arasındaki dönüşüm matrisi aşağıdaki gibi tanımlanır [4].

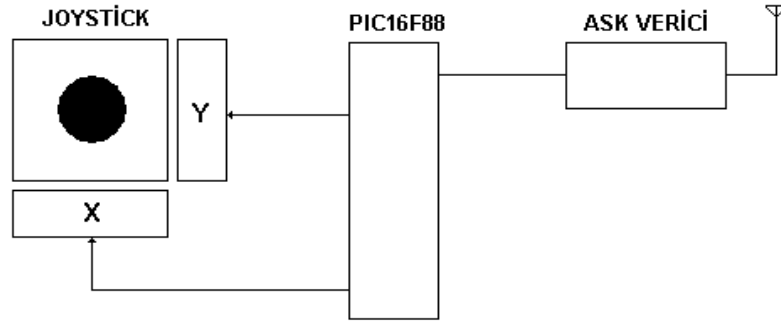
$$\begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ w \end{bmatrix} \quad (1)$$

Araç tekerleklerinin tekerlek yönünde kaymadan yuvarlandığı ideal durumda yerel eksen takımlarında tanımlı hız bileşenleri ile sol ve sağ tekerleklerin dönme hızları arasındaki ilişki ADM kavramı yardımıyla hesaplanarak denklem (2)’te ifade edilmiştir [4].

$$v_x = r \frac{w_L + w_R}{2}, \quad w = r \frac{-w_L + w_R}{2} \quad (2)$$

$$M(q) = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & I \end{bmatrix} \quad R(\dot{q}) = \begin{bmatrix} f_x \cos \theta - f_y \sin \theta \\ f_x \sin \theta + f_y \cos \theta \\ M_r \end{bmatrix} \quad B(q) = \frac{1}{r} \begin{bmatrix} \cos \theta & \cos \theta \\ \sin \theta & \sin \theta \\ -c & c \end{bmatrix}, \quad \tau = [\tau_L \quad \tau_R]^T \quad (5)$$

2.3 Gezgin Araç Kumanda Devresi



Şekil 4. Gezgin Araç Kumanda Devresi



Şekil 5. Joystick Şekli

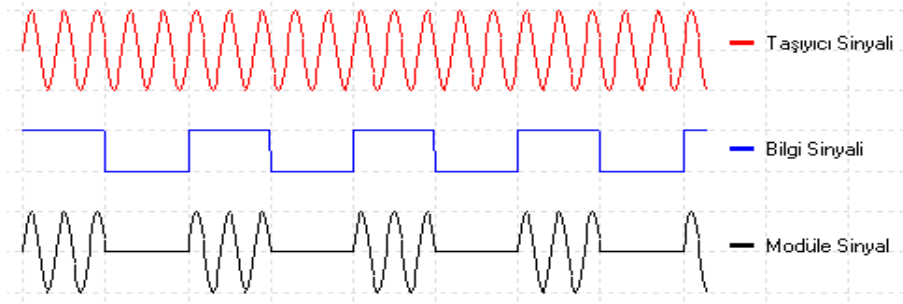
2-Eksen joystick, x ve y eksenlerindeki açı bilgisini 0-5V genlik aralığında analog olarak dönüştürür. İki adet bağımsız 10KΩ değerinde potansiyometre (her bir ekseninde bir adet) ile açı bilgisi gerilim değerine dönüştürülür. Joystick üzerindeki kuvvet, geri çekildiğinde potansiyometre değeri merkez konuma otomatik olarak döner.



Şekil 6. DRA887TX ve DRA886RX Modülleri [2]

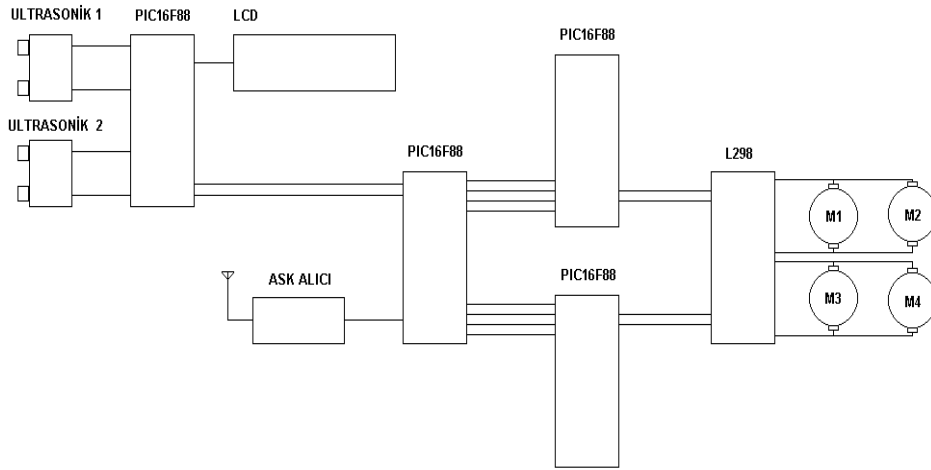
Gezgin araç haberleşmesi için DRA887TX ve DRA886RX alıcı verici modülleri tercih edilmiştir. 5V besleme gerilimi ile 1000bps hızında tek yönlü iletişim sağlanır. Haberleşme esnasında, verici devresi; 8 bit preamble, 8 bit senkronizasyon, 8 bit bilgi ve 8 bit sonlandırma biti şeklinde toplamda 32 bit gönderilir. Alıcı devresi; 8 bit preamble ve 8 bit senkronizasyon bilgisini kontrol eder. Eğer doğru ise 8 bit bilgiyi okunur. En son kısımda ise 8 bit sonlandırma bilgisi kontrol edilerek haberleşmenin hata oranı en aza indirilmiş olur.

Genlik Kaydırmalı Anahtarlama (GKA), ikilik mantıkla kodlanmış, Sıfır (0) ve Bir (1)'lerden oluşmuş bir bilgi sinyalinin sinüzoidal bir taşıyıcının genliğine bindirilmesi tekniğidir. Klasik Genlik Modülasyonuna benzer. Tek fark bilginin sayısal (dijital) bir sinyal olmasıdır. Özellikle PCM kodlanmış temel bant sinyallerin iletilmesinde kullanılır [6].



Şekil 7. Genlik Kaydırmalı Anahtarlama (Amplitude Shift Keying – ASK)

2.4 Gezgin Araç Alıcı Devresi



Şekil 8. Gezgin Aracın Alıcı Devresi

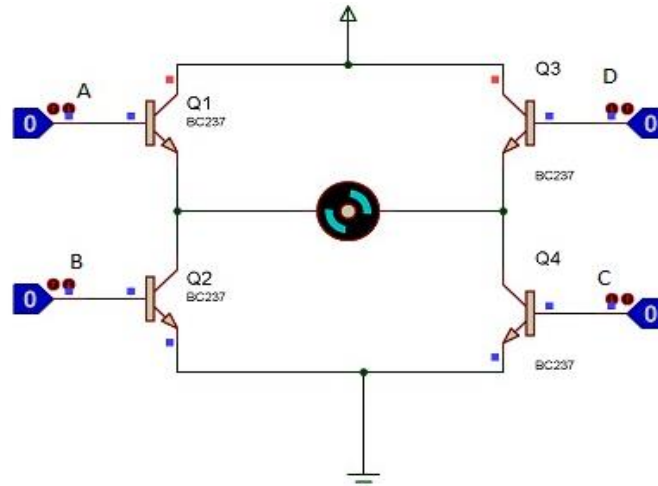
DC motor olarak redüktörlü 12V'da 1500 rpm dönebilen motor kullanılmıştır. Bu motorların tork değerleri yüksektir. Motor sürücüsü olarak L298N entegresi tercih edilmiştir. L298N, iç yapısında iki ayrı devre bulunmaktadır. Giriş kısmında TTL motor kontrol kısmı,

çıkış kısmında ise H köprüsü bulunur. H köprüsü DC motoru iki yönde sürmeye yarayan bir yöntemdir. Toplamda 4 ampere kadar akım, çıkışa aktarılabilir. Aşırı sıcaklık koruması vardır [7].



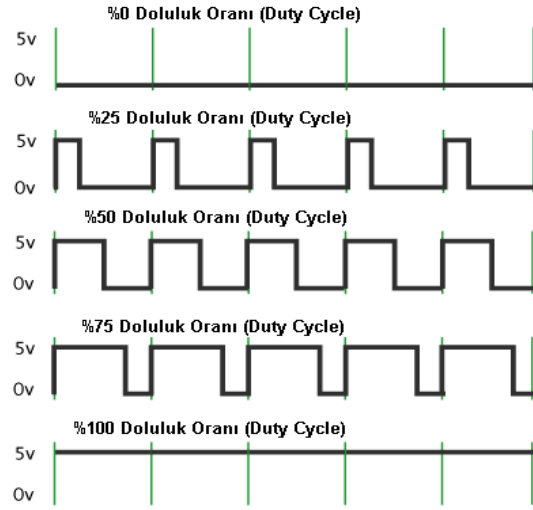
Şekil 9. L298N Entegresi

H köprüsü DC motoru iki yönde de sürmeye yarayan faydalı bir yöntemdir. 4 adet transistör ile anahtarlama yöntemi kullanılarak yapılır. Yapısı gereği H harfine benzediğinden dolayı böyle adlandırılır [8].



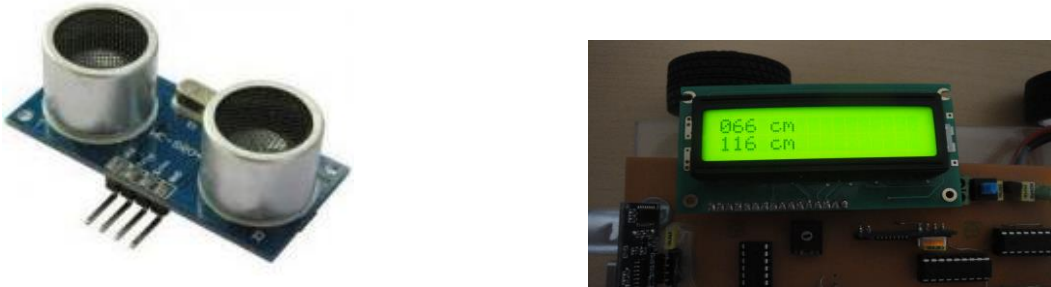
Şekil 10. Transistörler ile Gerçekleştirilmiş H-Devresi

DC Motorların hız kontrolü darbe genişlik modülasyonu (DGM) tekniği ile yapılır (Puls Width Modulation-PWM). Bu teknikte motor uçlarına uygulanan voltaj sabit frekanslı kare dalga şeklindedir. Her bir periyotta uygulanan voltaj süresinin periyoda oranına doluluk oranı denir. Doluluk oranı arttıkça etkin voltaj değeri artmakta ve bununla orantılı olarak motorun hızı artırılmaktadır [9].



Şekil 11. DGM Dalga Şekilleri

Gezgin aracın hızlanma ve yavaşlanma, darbe genlik modülasyonu ile sağlanmıştır. DGM sinyali ile oynatarak, 5 kademeli (%0, %15, %30, %45, %60, %75, %90) hız değerleri elde edilmiştir. DGM frekansı 10kHz seçilmiştir. Gezgin araç, ileri, geri, ileri sağa, ileri sola, kendi eksenini etrafında sağa, kendi eksenini etrafında sola, geri sağa, geri sola ve dur şeklinde 9 farklı hareketi gerçekleştirebilmektedir. Her yöndeki hareketinde ise 5 farklı hız kademesi bulunmaktadır. Toplamda ise 9x5, 45 farklı şekilde davranmaktadır.



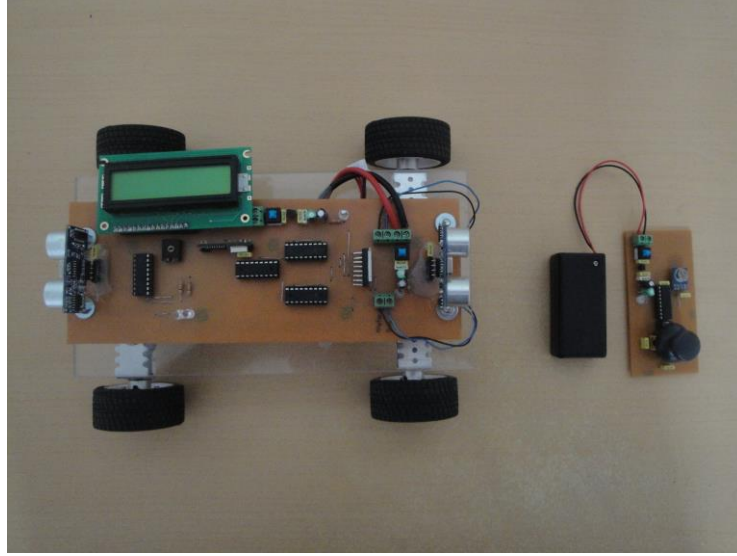
Şekil 12. HC-SR04 Ultrasonik Sensörü ve Ölçüm Sonucu

HC-SR04 2cm-400cm arasındaki mesafeleri temassız bir şekilde ölçmeyi sağlar. Bu işlemi 3mm hassasiyetle gerçekleştirir [10]. Ayrıca gezgin aracın önünde ve arkasında HC-SR04 ultrasonik mesafe ölçüm sensörleri bulunmaktadır. Bu sensörler ile mesafe ölçümü yapılarak aracın önünde ve arkasında bir engel olup olmadığı belirlenmektedir. Mesafe değeri LCD ekranda cm cinsinden değer gösterilmektedir. Eğer cisim ile gezgin araç arasındaki mesafe 21cm ve aşağısında ise aracın ileri veya geri hareketine izin verilmemekte sadece dönüş hareketlerine izin verilmektedir.

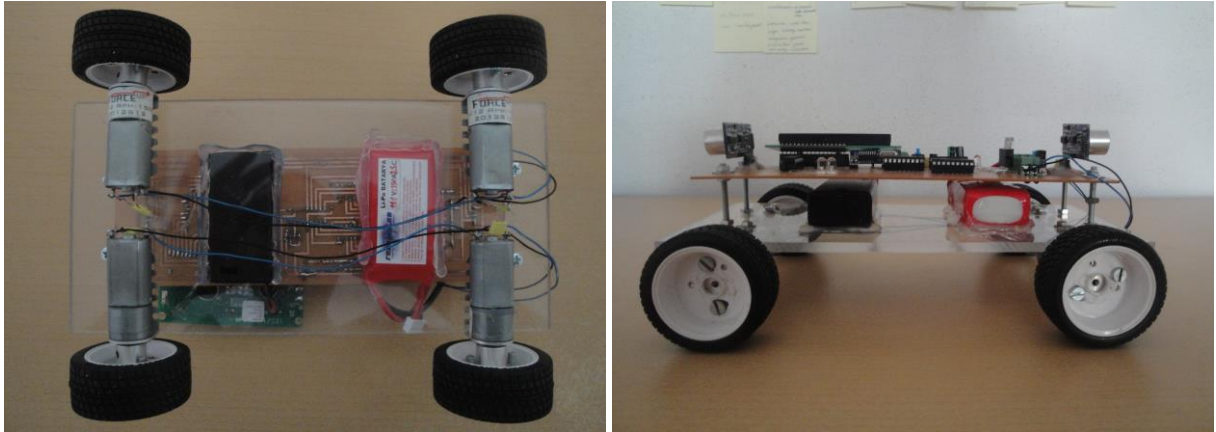
Assembly programlama dili düşük seviyeli bir dil olup C, Basic gibi yüksek seviyeli programlama dillerine göre anlaşılması biraz daha zordur. Assembly dili ile program yazarken kullanılan mikrodenetleyici donanım özellikleri programcı için önemlidir. Assembly programlarının en önemli özellikleri boyutlarının yüksek seviyeli bir dil ile yazılan programlara nazaran çok küçük olması ve buna bağlı olarak çok daha hızlı çalışmalarınıdır [11].

Bu avantajlarından dolayı bu çalışmada kullanılan, toplam 5 adet 16F88 mikrodenetleyicisi için assembly dili tercih edilmiştir.

Besleme kaynağı olarak iki farklı kaynak kullanılmıştır. 9V pil elektronik devreyi beslemek amacıyla, 11,1V Li-Po pil ise yüksek akım verdiği için DC motorları sürmek amacıyla kullanılmıştır. Bu sayede motor için kullanılan beslemenin, elektronik devreyi olumsuz etkilemesi engellenmiştir.



Şekil 13. Gezgin Aracın Alıcı ve Verici Ünitesi



Şekil 14. Gezgin Aracın Alttan ve Yandan Görüntüsü

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, 2-eksen joystick, mikrodenetleyici ile RF haberleşme, PWM ile motor hız kontrolü, ultrasonik ile mesafe ölçümü yöntemleri bir gezgin araç üzerinde gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan bu sistemin değişik şartlar ve ortamlarda başarılı ile çalıştığı gözlemlenmiştir.

Gezgin araç ve kontrol kısmının iletişimi tek yönlüdür. İleriki çalışmalarda iki yönlü iletişim modülü eklenerek geri besleme sinyalleri alınabilir. Gezgin aracın mesafe değerleri alıcı ünitesinde kullanıcıya gösterilebilir. Ayrıca gezgin araç üzerine monte edilecek değişik algılayıcılar ile ortam bilgisi kullanıcıya iletilebilir. Bunun yanında yüksek güçlü alıcı vericiler ile daha uzak mesafelerden kontrol gerçekleştirilebilir.

Kaynaklar

- [1] Yüksel M., İkizoğlu S., "Bir Mobil Robotun Hedef Noktaya Eriřimi Ve Toplanan Verilerin Rf İle Transferi", Kontrol Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [2] http://www.robot.metu.edu.tr/dosya/surus_sistemleri.pdf (řubat 2014).
- [3] Mandow A., ve ark., "Experimental kinematics for wheeled skid-steer mobile robots", Universty of Malaga, Spain,
- [4] Arslan S., "Dört Tekerlekten Tahrik Edilen Yanal Kayma İle Yönlendirilen Bir Mobil Robotun Tasarımı Ve Dayanıklı Hareket Kontrolü", Yüksek Lisans Tezi, İstan Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği, (2011).
- [5] http://www.hasanbalik.com/projeler/doktora_seminer/7.pdf (řubat 2014).
- [6] DRA887TX ve DRA886RX bilgi sayfaları.
- [7] L298 entegresi bilgi sayfası.
- [8] <http://www.devreyapimi.com/2011/12/19/h-bridge/> (řubat 2014).
- [9] <http://makina.deu.edu.tr/files/courses/4097/docs/10DCMotor.pdf> (řubat 2014).
- [10] HC-SR04 bilgi sayfaları.
- [11] <http://getgnu.org/dosya/assembly.pdf> (řubat 2014).