

BLUETOOTH VE WİFİ KONTROLLÜ MOBİL ROBOT TASARIMI VE UYGULAMASI

UMAS 2017'de sunulmuş ve genişletilmiş bildiridir.

Melih AKTAŞ¹ Fikret POLAT² Murat Oflezer³

^{1,3}Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Düzce, TÜRKİYE

²Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Düzce, TÜRKİYE
melihaktas@duzce.edu.tr

Özet- Endüstri 4.0 ile hayatımıza girecek olan karanlık fabrikaların sosyal hayatımızı etkilemesi kaçınılmaz bir gerçektir. Bu durumun sonucu olarak günlük hayatımızda robotların vazgeçilmez bir yerinin olacağı göz ardı edilemez. Bu çalışmada konuyla ilgilenen herkesin kendisinin yapabileceği bir mobil robot uygulamasına yer verilerek robotların günlük hayatımızda kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Kullanıcının isteğine göre wi-fi veya bluetooth ile kolay kontrol edilebilme imkânı sunulmuştur. Mobil robotumuzun gövdesi ise 3D yazıcı kullanılarak oluşturulmuştur. Mikrodenetleyici olarak NodeMCU kullanılmış ve eklenmiş olan mesafe sensörü ile aracın engellere çarpması önlenmiştir. Ayrıca eklenen sıcaklık, nem ve gaz sensörleri ile ortam verilerine uzaktan erişim sağlanmıştır. Gaz sensöründen okunan değerlerin nominal değerleri geçmesi durumunda kullanıcıya bildirim gönderilmesi sağlanmıştır. Sensörlerden okunan bu değerler wi-fi modül aracılığıyla uzaktan erişilebilir hale getirilmiştir. Bu çalışma konu ile ilgilenen araştırmacıların kendi mobil robotlarını yapabilmelerine imkân sağlayan kapsamlı bir çalışma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler- Mobil Robot, NodeMCU(wi-fi), Bluetooth, MQTT, IOT.

BLUETOOTH AND WIFI CONTROLLED MOBILE ROBOT DESIGN AND APPLICATION

Abstract- It is an inevitable fact that the dark factories that will enter our life with industry 4.0 will affect our social life. As a result of this situation, it can not be ignored that robots will be an indispensable place in our daily life. In this study, it is aimed to spread the usage of robots in our daily life by giving place to a mobile robot application that can be done by anyone interested in the subject. According to user's request, easy control opportunity by wi-fi or bluetooth is shewed. Our mobile robot's body was created using a 3D printer. The NodeMCU is used as a microcontroller and the added distance sensor prevents the vehicle from striking the obstacles. In addition, the added temperature, humidity and gas sensors provide remote access to the environment data. If the values read from the gas sensor exceed the nominal values, notification is sent to the user. These values read from the sensors are remotely accessible via the wi-fi module. This study is a comprehensive study that enables researchers interested in the subject to make their own mobile robots.

Key Words- Mobile Robot, NodeMCU (wi-fi), Bluetooth, MQTT, IOT.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

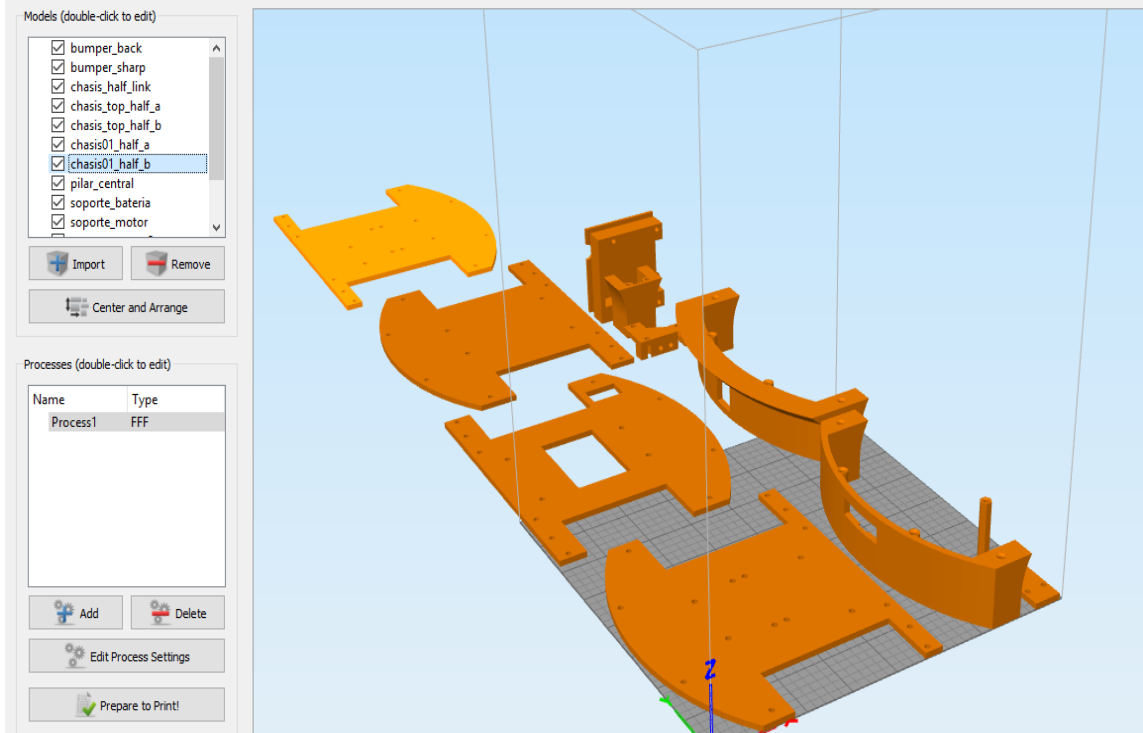
Günümüzde akıllı telefonlar neredeyse insan vücudunun bir parçası haline gelmiştir. Her an her türlü bilgiye erişmemize olanak sağlayan internet sayesinde işlerimizi ve işlemlerimizi kısa sürede yerine getirebilmekteyiz. Gelişen teknoloji ile her geçen gün daha güçlü, daha hızlı, daha kapasiteli, daha dayanıklı akıllı telefonlar üretilmektedir. Akıllı telefonların bize sağladığı en önemli katkılardan biri de sadece insanlar arasında haberleşme değil, nesnelere de haberleşebilmesidir. Cep telefonlarını ve diğer mobil cihazları kablosuz birbirine bağlamak ve iletişim kurmak için Ericsson firması tarafından 1994 yılında bluetooth teknolojisi icat edilmiştir [1]. Bu ve benzeri icatlar sayesinde bugün gelinen noktada nesnelere kendi aralarında haberleşerek otonom çalışabilmeleri mümkün hale gelmiştir. Bu çalışmada akıllı telefon ile kontrol edilebilen mobil robot uygulamasına yer verilmiştir. Nesnelere interneti olarak ortaya çıkan bu yeni teknoloji birçok bilgi teknolojisinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır [2]. Gömülü sistemlerin gelişmesiyle beraber, kullanımı her geçen gün yaygınlaşan mobil robotlar, akıllı telefonlar ile mükemmel bir eşleşme sağlamaktadır. Bu konuda literatürde birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalarda genellikle robot tek bir haberleşme protokolü ile kontrol edilmektedir. Pahuja ve Kumar çalışmalarında 8051 mikro işlemcisini kullanarak sadece bluetooth kontrollü bir robot uygulaması gerçekleştirmişlerdir [1]. Nadvornik ve Smutny ise benzer şekilde bluetooth ile kontrol ettikleri robotları için bir arayüz geliştirmiş ve mesafe sensörü eklemişlerdir [3]. Tasarımının ve fonksiyonlarının kullanıcının istediği şekilde değiştirilebilmesi sayesinde mobil robotların istenilen amacı yerine getirebilmeleri mümkündür.

2. YÖNTEM (METHOD)

Bu çalışmada, kontrolü 2 farklı platformla gerçekleştirilebilen ortam verilerini kullanıcıya bildiren bir mobil robot uygulaması yapılmıştır. Öncelikli olarak wi-fi bağlantısı tercih edilmiş, wi-fi bağlantısı kurulamadığında ise bluetooth ile kontrol imkânı sağlanmıştır. Mobil robotun üzerine takılan sensörler yardımıyla ortam verilerine anlık olarak internetin olduğu her yerden erişilebilmesi mümkündür. Bunun yanı sıra internetin olduğu her yerden mobil robotumuz kontrol de edilebilmektedir. Uygulamamız üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada mobil robotun şasesinin üç boyutlu yazıcıdan çıktı alınabilmesi için gerekli tasarım elde edilmiş ve ürün basılmıştır. İkinci aşamada mobil robotun beyin kısmını ve sensörlerini tek bir devre kartında toplayacak şekilde tasarımı ve baskı devresi oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada yazılım kısmı tamamlandıktan sonra montaj ve son kontroller yapılarak uygulamamız tamamlanmıştır.

2.1. Üç Boyutlu Tasarım ve Baskı (3D Design and Printing)

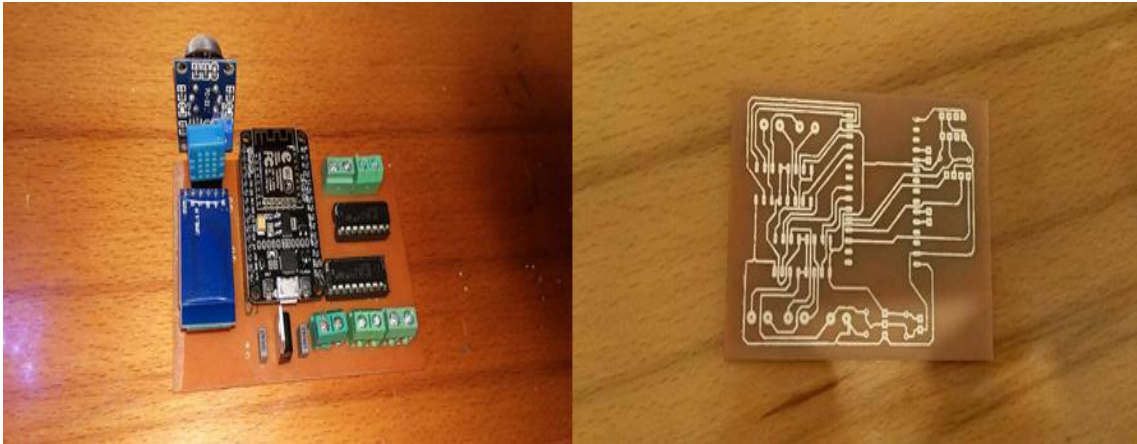
Aracın şasesinin tasarımında WatsonBot - An Arduino DIY Robot tasarımında küçük değişiklikler yapılarak oluşturulmuş ve Core XY sistemli 3D plus yazıcıdan çıktı alınmıştır[4]. Malzeme olarak 1.75 mm kalınlıktaki PLA filament kullanılarak 200 °C derecede 200 mikron hassasiyetle baskı yapılmıştır. **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de Simplify 3D programında tasarımı oluşturan parçalar görülmektedir.



Şekil 1. Mobil Robot 3D Tasarım (Mobile Robot 3D Design)

2.2. Devre Kartı Tasarımı ve Baskısı (Circuit Board Design and Printing)

Mobil robotun devre kartında **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de görüldüğü üzere wi-fi modüllü NodeMCU, esp-8266, Bluetooth hc-05, gaz sensörü olarak mq-02, sıcaklık nem sensörü dht-11, motor sürücüsü olarak l293d, mesafe sensörü olarak da sharp GP2Y0A41SK kullanılmıştır. Hepsi tek bir kartta birleştirilerek devre kartı oluşturulmuştur.



Şekil 2. Devre Kartı (Circuit Board)

Devre kartı modüler yapıda olduğundan dolayı istenildiği takdirde daha farklı veya daha gelişmiş sensörler kullanılmasına imkân sağlamaktadır. Kartın üzerinden hem 5 volt hem de 3.3 volt çıkışları yapılmış ve bu sayede farklı gerilimlerde çalışan sensörler eklenmiştir. Kullanılan komponent ve sensörler hakkında bilgi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Devre kartında kullanılan malzemeler (Materials used in circuit boards)

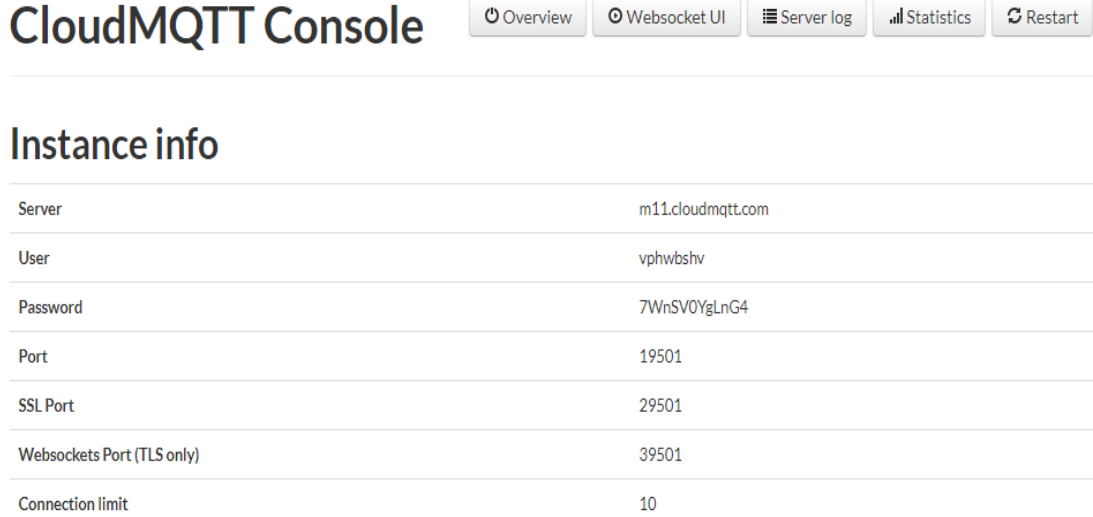
<i>NodeMCU</i>	<i>Hc-05 bluetooth</i>	<i>Dht-11</i>	<i>Mq-02 gaz sensörü</i>
• ESP8266 SDK	•Bluetooth Protokolü: Bluetooth 2.0+EDR(Gelişmiş Veri Hızı)	• 20-90% RH arasında 5% RH hata payı ile nem ölçümü	•300 ile 10.000 ppm konsantrasyonlarda yanıcı gaz algılama
• 10 GPIO pins	• 2.4GHz haberleşme frekansı	• 8 bit mikroişlemci	• Çalışma gerilimi: 5 volt
• 1 adet 10 bit adc	• Hassasiyet: ≤ -80 dBm	• 0 ile 50°C arasında 1°C hata payı ile ölçüm	Sharp gp2y0a02yk0f
• Wireless 802.11b/g/n	• Çıkış Gücü: $\leq +4$ dBm	L293d	• 4cm ile 30cm arasında uzaklık ölçümü yapabilmektedir.
• I2C and SPI communicaiton	• Asenkron Hız: 2.1 MBps/160 KBps	• Besleme Gerilimi: 4.5-36V	• Çalışma gerilimi: 4,5V ile 5,5V
• PWM, UART	• Senkron Hız: 1 MBps/1 MBps	• Dahili ESD Koruması	• Analog mesafe bilgisi
	• Güvenlik: Kimlik Doğrulama ve Şifreleme	• Kanal başına 600mA sürekli akım	
	Çalışma Gerilimi: 1.8-5V(Önerilen 3.3V)	• Tek bir sürücü ile 2 adet motor sürülebilir	

Tablo 1’de görüldüğü gibi NodeMCU kartında 1 adet adc bulunmaktadır. Dolayısıyla iki veya daha çok analog sensör kullanabilmek için harici olarak adc takılması gerekmektedir. Uygulamada mesafe sensörü ve gaz sensörü analog değer üretmektedir. Mesafe sensörünü kullanmaktaki amaç robotun karşısına bir engel çıktığı zaman gerekli sinyali göndererek robotun durmasını sağlamaktır. Engelle aracın arasındaki mesafenin kaç cm olduğu bilgisinin bir önemi yoktur. Bu sebeple araçla engel arasında mesafe 10 cm olduğu takdirde 1 bitlik bilgi üretmesi yeterli olacaktır. Sensörün analog çıkışına bir adet trimpot, bir adet transistör ve bir adet 3.3 voltluk zener diyot bağlanarak adc kullanmadan çözüm üretilmiştir. Analog olarak çıkan gerilim değeri trimpot ile gerekli mesafe değerine ayarlayarak NodeMCU kartına 3.3 volt sinyal göndermesi sağlanmıştır. Bu sayede 1 adc olmasına rağmen 2 analog sensör kullanılabilmiştir.

2.3. Yazılım (Software)

Mobil robot ve akıllı telefon arasındaki wi-fi haberleşmesi MQ Telemetry Transport (MQTT) protokolü üzerinden gerçekleşmektedir. Bu protokol kısıtlı cihazlar, düşük bant genişliği, yüksek gecikme süresi veya güvenilirmez ağlar için tasarlanmış son derece basit bir mesajlaşma protokolüdür. Tasarım ilkeleri gereği ağ bant genişliğini ve cihaz gereksinimlerini en aza indirirken aynı zamanda güvenilirliği ve haberleşmeyi belli bir ölçüde güvence altına almaya çalışmaktadır. Bu ilkeler sayesinde protokol, birbirine bağlı cihazların ‘Machine to Machine’ (M2M) veya ‘Internet of Things’ (IOT) dünyaları için ideal hale gelmektedir. Bu sebeple bant genişliği ve pil gücünün yüksek olduğu mobil uygulamalar için yaygın halde kullanılmaktadır [5]. Genel olarak ağ üzerinde veri taşıma işlemi yapan cihazlarda dışardan ağa bağlanabilmesi için Statik IP gerekmektedir. Bu protokolün sağladığı en büyük avantajlardan biri robottan gelen ve robota giden verilerin server üzerinden iletişime geçmesidir. Bu sayede robotun olduğu ortamdaki IP’nin Statik IP olmasına gerek yoktur. MQTT protokolünün kullanımı için; bir server üzerinden kullanıcı adı ve şifre girilerek o server ile iletişim başlanır. Başlıklar belirlenerek gerekli olan veriler gönderilir. Gönderilen verinin takip edilmesi sistemine ‘Quality of Services’ (QOS) ‘dir. Bu sistemde QOS 0, QOS 1, QOS 2 seçenekleri mevcuttur. Bu seçeneklerden QOS 0 ‘da veri

gönderilir ancak alıcıya iletilmeyebilir. QOS 1’de veri kesin gider ancak aynı veri birkaç kez daha gidebilir. QOS 2’de ise veri kesin gider ve bir kere gider. Veri trafiği en fazla QOS 2 de meydana gelmektedir. Yapılan uygulamada QOS 1 kullanılmıştır. Server olarak **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**’de görüldüğü gibi <http://m11.cloudmqtt.com/> adresinden bir server kiralanmış ve verilerin bu server üzerinden aktarılması sağlanmıştır.

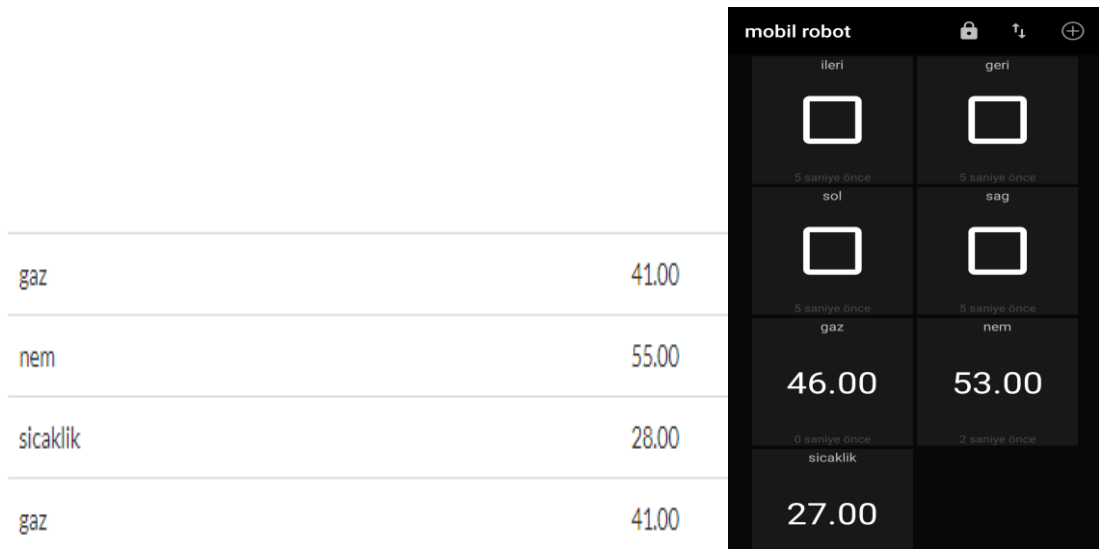


The screenshot shows the CloudMQTT Console interface. At the top, there are navigation buttons: Overview, Websocket UI, Server log, Statistics, and Restart. Below this is the 'Instance info' section, which contains a table with the following data:

Property	Value
Server	m11.cloudmqtt.com
User	vphwbshv
Password	7WnSV0YgLnG4
Port	19501
SSL Port	29501
Websockets Port (TLS only)	39501
Connection limit	10

Şekil 3. Kiralanan Server Bilgileri (Leased Server Information)

Şekil 1’ te mobil robotun Server’ a gönderdiği ortam verileri ve Server’ dan mobil robota gönderilebilecek yön ve hareket bilgileri görülmektedir. Mobil robotun wi-fi ye bağlı olması durumunda dünyanın her yerinden kontrol edilebilmesi de mümkün hale gelmektedir.



The screenshot shows a mobile robot control interface. On the left, there is a table displaying sensor data. On the right, there is a control panel with movement buttons and sensor data.

Sensor	Value
gaz	41.00
nem	55.00
sicaklik	28.00
gaz	41.00

The control panel includes buttons for 'ileri' (forward), 'geri' (backward), 'sol' (left), and 'sag' (right). Below these buttons, there are two columns of sensor data: 'gaz' (46.00) and 'nem' (53.00) in the top row, and 'sicaklik' (27.00) in the bottom row. Each button and sensor value has a timestamp below it.

Şekil 1. Wi-Fi Bağlantısında İken Bilgisayar ve Telefon Arayüz Görüntüsü (Computer And Phone Interface View While in Wi-Fi Connection)

Wi-fi mevcut olmadığı durumlarda akıllı telefon ve mobil robot arasında bluetooth ile iletişim sağlanmaktadır. Bu iletişim için Android APK tasarlanabileceği gibi Şekil 2’ de yer alan hazır uygulamalardan da faydalanılabilir[6].



Şekil 2. Bluetooth ile Mobil Robot Kontrolü için Hazır Android APK (Android APK for Mobile Robot Control with Bluetooth)

Son olarak Şekil 3’da gösterildiği gibi bütün parçalar bir araya getirilerek montaj işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Montaj İşleminin Sonunda Mobil Robot (Mobile Robot after the Assembly Process)

3. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Ortam verilerine her yerden erişim sağlanabilen, wi-fi veya bluetooth ile kontrol edilebilen hafif, dayanıklı, az yer kaplayan bir mobil robot tasarım ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Pil gücünün yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Ancak uzaktan kontrol etme noktasında sıkıntı yaşanmamıştır. Mobil robotun performansının ve işlevinin artırılması için öneriler,

- Pil yerine Li-Po pil kullanılarak daha uzun süreli kullanım sağlanabilir.
- İp kamera bağlanarak anlık görüntü alınabilir.
- Kablosuz şarj özelliği eklenebilir.
- Gps-Sim ve RF ile kullanım alanına göre kontrol edilme özelliği eklenebilir.
- Kullanım amacına göre tekerlekler palet ile değiştirilebilir.
- Temel hareketleri yapabilen bir robot kolu eklenebilir.

4. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] R. Pahuja and N. Kumar, “Android Mobile Phone Controlled Bluetooth Robot Using 8051 Microcontroller,” vol. 2, no. 7, pp. 14–17, 2014.
- [2] X. Lu, W. Liu, H. Wang, and Q. Sun, “Robot control design based on smartphone,” *2013 25th Chinese Control Decis. Conf.*, pp. 2820–2823, 2013.
- [3] J. Nádvorník and P. Smutný, “Remote Control Robot Using Android Mobile Device,” pp. 373–378, 2014.
- [4] “WatsonBot - An Arduino DIY Robot.” [Online]. Available: <https://www.thingiverse.com/thing:739024>. [Accessed: 10-Jul-2017].
- [5] “MQTT.” [Online]. Available: <http://mqtt.org/faq>. [Accessed: 10-Jul-2017].
- [6] “Arduino Bluetooth RC Car.” [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=braulio.calle.bluetoothRCcontroller&hl=tr>. [Accessed: 10-Jul-2017].