

Telsiz Bomba İmha Robotunun Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi

Design and Implementation of Wireless Bomb Disposal Robot

Adnan CORA, Necmettin TAFLAN, Büşra SARAÇ, Yasemin ÖZDEMİR

Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
Karadeniz Teknik Üniversitesi

cora@ktu.edu.tr, Necmettintaflan@gmail.com, bbusarasarac@gmail.com, y.ozdemir_08@windowslive.com

Özet

Bomba imha uygulamalarını geliştirmenin iki ana amacı vardır: mümkün olduğunca az insan teması ile cihazın silahsızlandırılması ve bomba bulunan delilleri kaydetmeleridir[1]. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte robotların hem endüstride hem de günlük hayattaki kullanım alanları gittikçe artmaktadır[2]. Özellikle her geçen gün artan terör eylemlerinin sonucu olarak insansız taşıtların ve robotların güvenlik sektöründe kullanımı hızla artmaktadır. Uzaktan kumandalı olarak da tasarlanabilen bu robotlar, robotu kullanan kişilerin tehlikeli alanlardan uzak, güvenli olarak olaya müdahil olmasını sağlamaktadır. Daha önce bu alanda yapılan çalışmalar çerçevesinde farklı özelliklere sahip birçok telsiz imha robotu yapılmıştır. Robotlar terör eylemleri ve bombalı saldırılar karşısında kullanılması için yapıldığından ateşleme sistemi, gece görüşü, eğim turmanabilme gibi üstün donanımlı özelliklere sahiptir. Bunun yanı sıra gerçekleştirdiğimiz robot, ateşleme sistemi özelliği dışındaki tüm özellikleri sağlamaktadır. Robotta harici bir ateşleme sisteminin kullanılmamasının nedeni bu özelliğe projemiz kapsamında ihtiyaç duyulmaması ve maliyetteki artışın önüne geçilmek istenmesidir. Robot kolunun iş uzayında kontrolü sayesinde günümüzde kullanılan bomba imha robotlarının kontrol sistemlerinden farklı olarak, çok daha hassas ve hızlı bir şekilde patlayıcı maddeye müdahale edilmesi mümkün olmaktadır[3].

Abstract

There are two main goals in improving bomb disposal practices: to disarm the device with as little human contact as possible and to save the evidence contained in the bomb[1]. In the recent years, developing technology allows improvement of various devices which perform certain functions with out labor force[2]. Usage of unmanned vehicles and robots increases because of the terror actions. This robot can be designed as remote controlled and they make available that person who controls the robot can interfere to dangerous incidents safely and be far away from the dangerous areas. With in the frame of this works, many wireless bomb disposal robots have been designed so far, which have different specification.

The robots designed for the usage of anti-terrorism activities and bomb attacks, they are equipped with superior properties such as firing systems, night vision and slope climbing. An external firing system is not used in our Project because of to keep the Project budget in an affordable level. Since the manipulator arm of the robot is controlled in the task space apart from the control system of current explosive ordnance disposal (EOD) robots, the explosive ordnance disposal task which requires high precision and dexterity can be accomplished much faster and more accurate[3].

1. Giriş

Son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte robotların kullanımı çok geniş alanlara yayılmıştır. Endüstride, tıp ve sağlık alanında, operasyonel eylemlerde ve daha birçok sektörde robotların kullanımı oldukça artmıştır. Wireless teknolojisinin de ilerlemesiyle kablosuz olarak uzaktan kontrol edilebilen bu robotlar, hayatımızı büyük oranda kolaylaştırmaktadır. Özellikle sivil ve askeri savunma sistemlerinde insan hayatını tehlikeye sokabilecek durumlarda sık sık karşılaşıldığından robotların uzaktan kontrolü bu alanda büyük önem taşımaktadır.

Gerçekleştirdiğimiz Telsiz Bomba İmha Robotu'nun amacı, adından da anlaşıldığı gibi söz konusu bombayı ya da şüpheli paketi güvenli bir alan içinde taşımak, uzaklaştırmak, gözlemek ve kişiyi tehlikeden olabildiğince uzak tutmaktır. Proje assembly diliyle yazılmıştır.

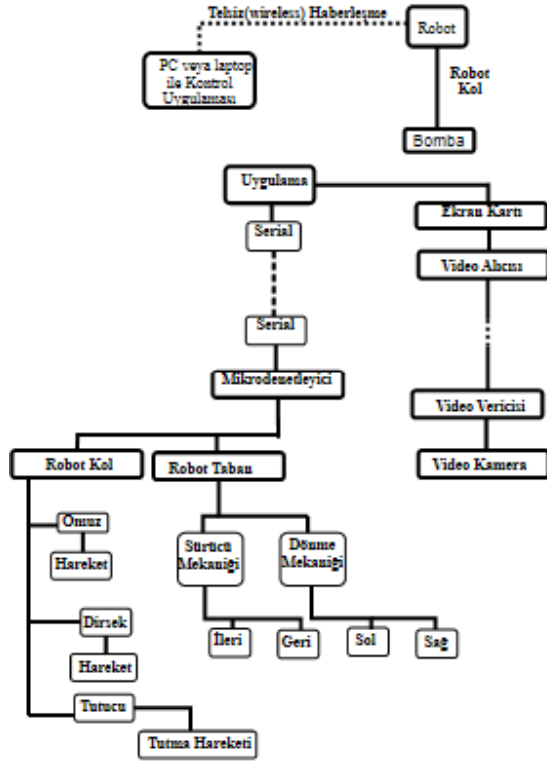
Gerçekleştirilen robot sürücü ve robot kol olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Kontrol telsiz (wireless) haberleşme sistemi ile gerçekleşmektedir.

2. Teorik Alt Yapı

Projenin amaçları;

- Kamera montesi ile uzaktan görüntüleme ve kontrol sistemiyle bir paketi veya bombayı analiz etmek (projede kullanılmadı).
- Robotik kol yardımıyla kullanıcıya paketi ve çevresini inceleme imkanı vermek,
- Kullanıcıya oldukça kullanışlı bir uygulama sağlamak projenin amaçları arasındadır.

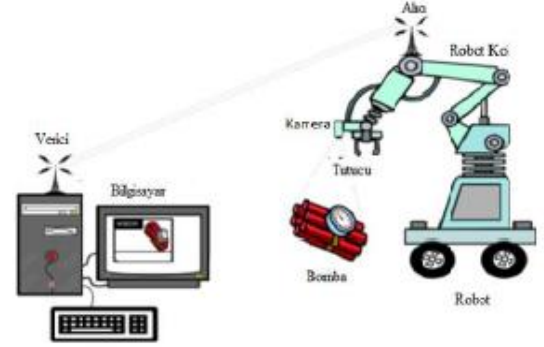
Proje temel olarak uzaktan kontrol uygulamasıyla RF haberleşme teknolojisini kullanarak robotik kolla işlem yapabilme ilkesine dayanmaktadır. Kullanıcıdan gelen giriş, kablosuz olarak robota aktarılacak ve robot tarafından algılandığından tanınarak işleme sunulacaktır. Sistemin blok şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil1: Sistemin blok şeması[4]

Burada;

- Kullanıcıdan gelen giriş sistemin girişidir.
- Bu giriş ilk olarak uzaktan kontrol uygulaması tarafından işleme alınır ve iletişim sistemi ile robota iletilir. Bu giriş sistem tarafından algılandığında tekrar işlenir ve uygulamaya girer.
- Sistemin çıkışı işlenmiş olan girişin çıkışı aktarılacağı kısımdır. Bu kısım bir motor ya da projedeki gibi bir robot kol olabilir. Giriş verilen sinyal çıkışta robotun hareket etmesini sağlar.



Şekil2: Sistemin genel görünümü

Sistemin ve robotun çalışma düzeni Şekil 2’teki gibi gösterilmiştir. Burada uzaktan kumanda kontrolü ile yapılan yönlendirmelerle robotun bombayı ya da paketi alma, taşıma uzaklaştırma gibi işleri basit kontrollerle yapması sağlanmıştır.

Bu kontrol bilgisayar veya kumanda aracılığı ile yapılmıştır. Sistem haberleşmesi RF haberleşme sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

3. RF Haberleşmesi

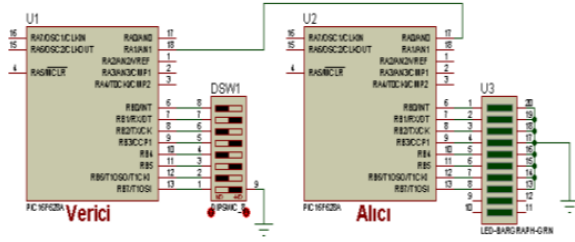
Bilindiği gibi radyo frekansları kullanılarak yapılan haberleşme RF Haberleşme diye anılmaktadır. Kablosuz ağların maliyetlerinin hızla düşmesi ve kablosuz ağlarda bant genişliğinin hızla artması sonucu 3-4 bilgisayar bulunan ofislerde bile kablosuz ağların kurulması ve kullanılması mümkün olmuştur. Özellikle ofis içerisinde sürekli hareket halinde olan dizüstü bilgisayar kullanıcıları ve dizüstü bilgisayarı ile sürekli seyahat eden kullanıcılar için en uygun bağlantı yöntemi kablosuz ağlardır[5].

RF Haberleşmenin gerçekleşebilmesi için gerekli olan ilk elemanlar RF Alıcı-Verici modüllerdir. RF Alıcı-Verici modüller genelde basit bir anten bağlantı pinine sahiptir. Uygun bir UHF anten doğrudan bu pine bağlanabilir. 433MHz’de çalışan modüllere bağlanabilecek en basit anten 17,3cm uzunluğundaki bir kablunun anten girişine monte edilmesidir. Antenin, modülden uzak bir yere bağlanması gerekiyorsa 50 ohm coaxial anten kablosu kullanılması gerekmektedir ve anten kablosunun topraklanması, modülün anten girişine yakın bir yerden yapılmalıdır. Data veri hatları üzerinden iletilir. Kontrol hatları çevre düzenlerini kontrol ve bu düzenlerden gelen durum sinyallerini kontrol etmekte kullanılır. Bu hatlar dahili olarak veri, kontrol ve durum kayıt edicilerine bağlanır[6]. Projedeki RF Alıcı-Verici devresi Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3: RF Alıcı-Verici devreleri

Şekil 4'de incelendiğinde haberleşmenin tek hat üzerinden ve herhangi bir i/o pini kullanılarak yapılabildiği görülmektedir.



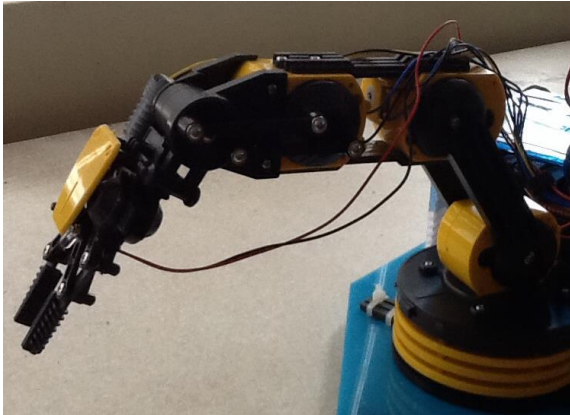
Şekil 4: Basit bir RF Alıcı-Verici sistemi

RF Alıcı-Vericinin özellikleri;

1. Frekans: 433MHz
2. 5 – 12 V Doğru akım kaynağı
3. ASK Veri formatı
4. 9.6 kbps Veri hızı
5. 4 Pin kompakt modül
6. +5 dbm çıkış gücü (12 V, Vcc)[7].

4. Tasarım

Gerçekleştirilen Telsiz Bomba İmha Robotu genel olarak robot kol ve sürücü mekanığı olmak üzere 2 kısımda incelenebilir.



Şekil 5: Robot kolu

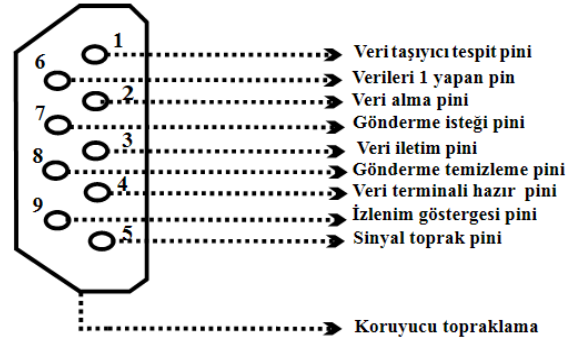
Şekil 5'de görülen robot kol, incelenecek olan nesnenin tutulmasını ve istenilen yere bırakılmasını sağlayan mekanik aksamdır. Kol, bilgisayar ve uzaktan kumanda ile kontrol edilmektedir. Burada bilgisayar kontrolü RS232 ara yüz aparatı ile gerçekleştirilmektedir.

Kolun yük kaldırma kapasitesi 200 grama kadardır ve kol beş eklemden oluşmaktadır. Robot kolunun bilekten çalışma alanı 120 derece, dirsekten çalışma alanı 300 derece, omuzdan çalışma alanı 180 derece, temelden çalışma alanı 270 derecedir. Kıskaçların çalışma alanı ise 0 cm ile 4.5 cm arasındadır. Kolun ağırlığı 658 gr ve boyutu 22.8 cm x 16 cm x 38 cm'dir. İkinci aşamada ise robotun uzaktan kontrolü için gerekli olan devre gerçekleştirilmiştir.

5. Kullanılan Malzemeler

5.1. USB Çevirici (RS232 Seri Port)

Gerçeklenen robotta bilgisayar kontrolü için gerekli olan RS232, veri iletiminde görev yapmaktadır. Burada bilgi – veya + voltaj olarak lojik değerlere denk gelmektedir. -12 volt lojik 0 olarak, +12 volt ise lojik 1 olarak algılanmaktadır. Algılanan gerilimler dijital formda 8 bitlik veya daha düşük bitlik veri paketi haline getirilerek aktarılmaktadır.



Şekil 6: RS232 Seri Port bağlantıları

Bomba imha robotu bilgisayar iletişimde kullanılacak olan pinler yukarıda Şekil 6'de gösterilen 3. ve 5. pinleridir. 3. pin veri iletimini sağlar. 5. pin ise RS232 iletişim kablosunun topraklamasını sağlar.

5.2. Relüktörlü DC Motor ve Tekerlek

Servo motorlar konum ve hız kontrolü gereken sistemlerde kullanılan geri-beslemeli motorlardır. Servo motorlar düşük gerilimle yüksek tork üretme ve hassas çalışabilme özelliğine sahiptir. Genellikle 3 kabloya sahiptir. Bunlar güç için kırmızı kablo, toprak için siyah ve kontrol (data, veri) için sarı renkli kablolar[8].

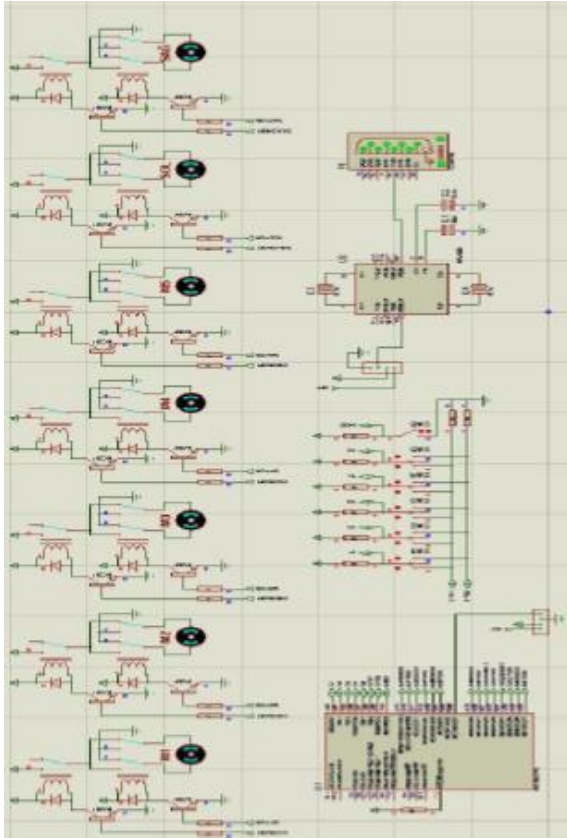
Motorun sürücü mekanığı 2 DC motor kontrollü tekerlek ve bir adet sarhoş tekerlek ile gerçekleştirilmiştir. Sarhoş tekerlin kullanılmasının amacı, sadece arkadaki tekerlekleri kontrol ederek mekanizmanın istenilen yöne gitmesini sağlamaktır. Tekerlekler, 80mm çaplı ve 10 mm genişliktedir. Tekerleklerin etrafına, yüzeye tutunmalarını kolaylaştırmak için siyah renkli silikon lastikler geçirilmiştir.

6. Simülasyon Çalışmaları

Şekil 7’de gerçekleştirilmiş olan devrede RS232 USB çevirici ve DC motor kullanılmıştır. Her bir motorun devre bağlantıları aynı olup; motorların çift yön kontrolü için 2 adet 5V DC çift kontak röle, 2 adet BC337 transistor, 2 adet 1k Ω ’luk direnç ve 2 adet 1N4007 diyot kullanılmıştır.

Diyotun anodu +Vcc bağlanmıştır. Diyota paralel bağlanan röle transistörün bazını tetiklediği zaman, diyotun üzerinden akım akamayacağı için röleden geçecek akım röleyi tetikleyerek anahtarlamayı sağlamaktadır. Rölenin anahtar kısmına motorun yönünü belirleyecek olan diğer rölenin anahtar kısmı bağlanarak motorun istenilen yönde çalışması sağlanır.

Uzaktan kumanda iki modlu çalışmaktadır. Modlardan biri robot kolun kontrolünü, diğeri ise sürücünün kontrolünü sağlamaktadır.



Şekil 7: Sistem simülasyonu

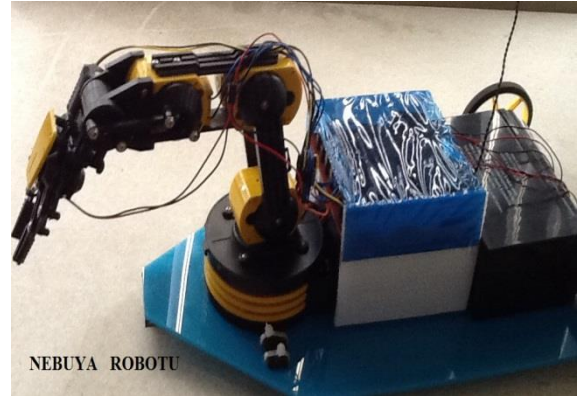
Çift yön tuşlarının 3 pini bulunmaktadır. Bu pinlerin ortada bulunan 10k Ω ’luk dirence seri bağlanmıştır. Tuşun ilk pini STR1’e, STR1 de 47k’luk bir direnç ile toprağa, tuşun son pini STR2’ye, STR2 de aynı şekilde toprağa bağlanmıştır. STR1 ileri ve STR2 geri yönde hareketi gerçekleştirecek olan komutu aktif hale getirmektedir. 10k’lık direncin üzerindeki gerilimle STR1 ve STR2’deki gerilimleri karşılaştırılarak tuşların yönü algılanmaktadır.

Tek yönlü mod tuşu robot kolunun veya sürücünün kontrolünü belirlemektedir. Tuşun bir ucu 10 k Ω ’luk dirence seri olarak +Vcc gerilimine, diğer ucu da toprağa bağlanmaktadır. Şekil 7’de ISIS programında yapılan simülasyonda assembly dili kullanılmıştır. Burada PIC16F877A işlemci hex programı seçilerek, 7 adet motorun bahsedilen tuşlarla istenilen şekilde kontrolü simülasyon ortamında sağlanmıştır. Veriler, RS232 ile birlikte MAX3232 entegresinden RF vericiye iletilmektedir.

Gönderilen bu bilgi, RF alıcısı tarafından alınır. RF alıcı bu veriyi 16F877A entegresinde bağlı olduğu C7/RX pininden entegreye aktarmaktadır. Veriyi algılayan PIC işlemci yapılması gereken işlemi çıkış pinlerinden kontrol ederek motorları çalıştırmaktadır. Böylelikle bomba imha robotunun sürücüsü ve kolunun hareketi kontrol edilmektedir.

7. Sistem Yazılımı

Sistem yazılımı MPLAB programında Assembly dilinde yazılmıştır. Yazılan program tamamlandıktan sonra her aşaması test edilerek derlenmiş ve PIC16F877A için uygun olan hexa formatına dönüştürülmüştür. Bu yazılımla motorların dönüş yönü, kolun hareketi kontrol edilmektedir. Yazılım ve gerçekleştirilen mekanik tasarımlar doğrultusunda hazırlanmış olan Telsiz Bomba İmha Robotu Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8: Telsiz Bomba İmha Robotu

8. Test ve Sonuçlar

Projede, kablosuz haberleşme yardımıyla uzaktan bomba ya da herhangi bir şüpheli paketin imhasını ya da incelenmesini sağlamak amacıyla bir Telsiz Bomba İmha Robotu prototipi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen Telsiz Bomba İmha Robotu PIC mikro denetleyici kart ile kontrol edilmiştir.

Robotun çalışmasında ilk olarak bağlantıları kontrol etmesi ve bilgisayar ile karşılıklı protokollerin belirmesi gerekir. Her bağlantıyı tek tek sağlayarak en sonunda bilgisayardaki arayüzün kullanımına geçilmektedir[9]. Kumanda kısmında RF Alıcı-Verici devresi kullanılmıştır. Yapılan Bomba İmha Robotu bomba imha aşamasında, bilgisayar ve kumanda ile eş zamanlı olarak haberleşmektedir[10].

Robot sürücü ve robot kol olmak üzere iki parçalı olarak gerçekleştirilmiştir. Piyasadan edinilen robot kolun altına kurulan sürücü düzeneği, bu düzenek için gerçekleştirilen devre ve hazırlanan yazılımla sistem tamamlanmıştır. Yapılan çalışmanın deneylerle amacına uygun bir şekilde çalışabildiği gözlenmiştir. Bu çalışma söz konusu amaçlar için yeterli olup, daha güçlü bir mekaniğe sahip olan başka bir robot kol kullanılmak suretiyle daha ağır paketler taşınması sağlanarak ilerletilebilir ve geliştirilebilir bir şekilde hazırlanmıştır.

Projede tasarım büyük oranda gerçekleştirilmiş olup robota eklenecek yeni düzenekler veya kullanılacak olduğu durumlara uygun olarak çeşitli görevleri gerçekleştirebilen ekipman ilavesi ile çok daha donanımlı hale getirilebilir.

Projenin günümüzde gerçekleştirilmiş olan bu tür projelerden farkı assembly diliyle yazılmış olması ve müdahalenin olabildiğince hassas bir şekilde gerçekleşmesidir. Kullanıcının şüpheli pakete müdahale mesafesinin 100m'ye kadar çıkabilmesi ve ağırlığının 4 kg kadar olmasıdır.

9. Teşekkür

Bölüm imkanlarını ve Laboratuvarları kullanmamızı sağlayan K. T. Ü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölüm Başkanlığına teşekkür ederiz.

10. Kaynaklar

- [1]. Rocco DiVerdi (2012), “*Miniature Robotic Hand for Bomb Disposal*”, Massachusetts Academy of Math Science.
- [2]. Çengelci B, Çimen H. (2010), “*Mozaik sıralama işleminin robot kol ile gerçekleştirilmesi*”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi,;7(3); 77-85.
- [3]. Tavsel O. (2005), “*Patlayıcı Mühimmat İmha Robotunun Mekatronik Tasarımı*”, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, kitap, İzmir.
- [4]. Shamy Bin MANSOOR, Adnan KHAN, SyedIrteza HUSSAİN, (2005), “*Wireless BombDisposal Robot*”, Final Year Project Report,SirSyedUniversity of EngineeringandTechnologyUniversity Road, Karachi.
- [5]. İbrahim Hakkı SALTABAŞ, (2007), “*Kablosuz Haberleşme Yöntemleri ve İEEE 802.16 Protokolü*”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [6]. A semiautonomous sprawl robot based on remote wireless control, HongKai Li, ZhenDong Dai (2010), Inst. Of Bio-inspired Struct. & Surface Eng. Nanjing Univ. of Aeronaut. & Astronaut. Nanjing, China, This paper appears in: Robotics and Biomimetics (ROBIO), IEEE international Conference on Issue.
- [7]. R.A Kadu, Prog. V. A. More, P. P. Chitte, J. G. Rana, M. R. Bendre. “*Wireless Control & Monitoring of Robotic Arm*”, International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering Volume 2, Issue 1.
- [8]. *Elektrik Elektronik Teknolojisi-Step ve Servo Motorlar*, MEGEP, 2007.

[9]. Rosenberg, C.,Roy, N., Schulte, J. &Schulz, D. (2000), Probabilistic Algorithms and the Interactive.

[10]. Bekir ÇENGELCİ, Emrah KUZU, (2014), “*Kablosuz Kontrol Edilebilen Mobile Araştırma ve Müdahale Robotu*”, ISITES, Karabük.