



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Ses veya Arayüz Yardımı ile Kontrol Edilebilen Mobil Robot Kol Tasarımı

Köksal GÜNDOĞDU^{a,*}, İbrahim YÜCEDAĞ^b

^a *Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE*

^b *Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Düzce Üniversitesi, Düzce, TÜRKİYE*

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: koksal03993@duzce.edu.tr

ÖZET

Robot teknolojisinin hızlı gelişimine paralel olarak mobil araç, robot kol ve ses işleme teknolojisi de hızlı bir gelişim göstermiştir. Bu teknolojik gelişimde robotlardan beklenen en önemli parametrelerin başında güvenlik, çözüm üretme ve hız gelmektedir. Bu çalışmada, mobil araç üzerine bir robot kol yerleştirilmesi ve bu sistemlerin tasarlanan arayüz ve ses sistemi ile kontrol edilerek daha verimli ve hızlı çalışması amaçlanmıştır. Amaçlar doğrultusunda önce üzerinde bir robot kol bulunan bir mobil araç tasarımı gerçekleştirilmiş, sonrada bu mobil aracın ve robot kolun hem arayüz hem de ses komutları ile kontrol edilmesi sağlanmıştır. Yapılan test sonuçları incelendiğinde ses komutları ile kontrol sisteminin, arayüz ile kontrol sistemine göre daha verimli olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ses ile kontrol, Mobil araç, Robot kol, Arayüz*

The Design of Mobile Robot Arm Which Can Be Controlled with the Help of an Audio or Interface

ABSTRACT

In parallel with the rapid development of robot technology; the mobile device, the robotic arm and in voice processing technology has shown rapid growth. At this technological development, at the beginning of the most important parameters expected from the robots are security, creating solutions and speed. In this study, it has aimed to place a robotic arm on the mobile device and control these systems by using the designed interface and sound system to work more efficiently and quickly. In accordance with the purposes, firstly, the design of mobile device that has a robotic arm on itself has realized, then the control of the mobile device and the robotic arm have provided by using both interface and voice commands. When the results of tests analyze, it has been observed that the control system with voice commands is more efficient than the control system with interface.

Keywords: *Voice control, Mobile device, Robot arm, The interface*

I. GİRİŞ

HIZLA gelişen teknolojilere paralel olarak robot teknolojisi de büyük bir gelişim göstermiştir. Robot teknolojisindeki gelişimin en önemlileri askeri ve sağlık alanlarında yaşanmaktadır [1,2]. Askeri alanda kullanılan insansız araçlar, hedef tanıyan ve izleyen robotlar bu alanda dikkat çeken çalışmalardır [1,3]. Sağlık alanında ise engelliler için yapılan tekerlekli sandalyeler [4-6], kol protezleri için kullanılan robot kol [7-9] çalışmaları bu alanda dikkat çeken çalışmalardan bazılarıdır. Son yıllarda, yapılan çalışmalarda ses komutları, beyin dalgaları, gözle kontrol, kasla kontrol gibi sistemler kullanılarak robotların daha hızlı, güvenilir ve kullanışlı olmalarını sağlamak amaçlanmaktadır [2]. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda sesle kontrol sistemi ile birçok proje gerçekleştirilmiştir. Bunların bazıları robot kol kontrolü, tekerlekli sandalye kontrolü, kapı kilidi kontrolü, mobil araç kontrolü gibi çalışmalardır [2,7-14]. Sesle kontrol sistemlerinde sesin değerlendirilmesi ve kullanılabilmesi için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar yapay sinir ağları, bulanık mantık, markov modeli gibi yöntemlerdir [15-18]. Bu yöntemlerin algoritmalar haline getirilip fiziksel olarak çalışabileceği birçok alan mevcuttur. Bunların başında sesi bilgisayarda işlemek gelmektedir [2]. Bu yöntem biraz pahalı ve fiziksel olarak kullanışlı olmamasından dolayı daha küçük çaplı fiziksel devrelerle bu iş yapılmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmalar da sayısal işaret işlemci (DSP) ve akıllı cep telefonları gibi bilgisayar teknolojisine göre ucuz ve fiziksel olarak küçük olan teknolojiler tercih edilmektedir [4,19]. Yapılan bu ses işleme çalışmaları incelendiğinde yazarların ana dillerinde bu çalışmaları yaptığı görülmektedir [6,7].

Bu makalede; ses komutlarını, tasarladığımız ve tasarımını gerçekleştirdiğimiz “Ses Kontrol Kartı” aracılığı ile değerlendirip, kullanıcı tarafından istenilen çıkışı kablosuz olarak vermesi sağlanacaktır. Havaya yayılan bu kablosuz sinyalin mobil robot kol tarafından alınıp içinde bulunan ve tasarımını yapıp, gerçekleştirdiğimiz elektronik ünite tarafından değerlendirilerek mobil robot kolun kullanıcının istediği hareketi yapmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Kullanıcı araç üzerinde bulunan kamera vasıtasıyla kablosuz olarak gelen görüntüleri, görüntü ekranında görerek ses komutlarını söylemesi ve mobil robot kolu bu şekilde kontrol etmesini sağlanacaktır. Yani, ses komutları kullanılarak kablosuz olarak kontrol edilen insansız mobil bir araç üzerindeki robot kol (mobil robot kol) kontrol edilecektir.

II. YÖNTEM

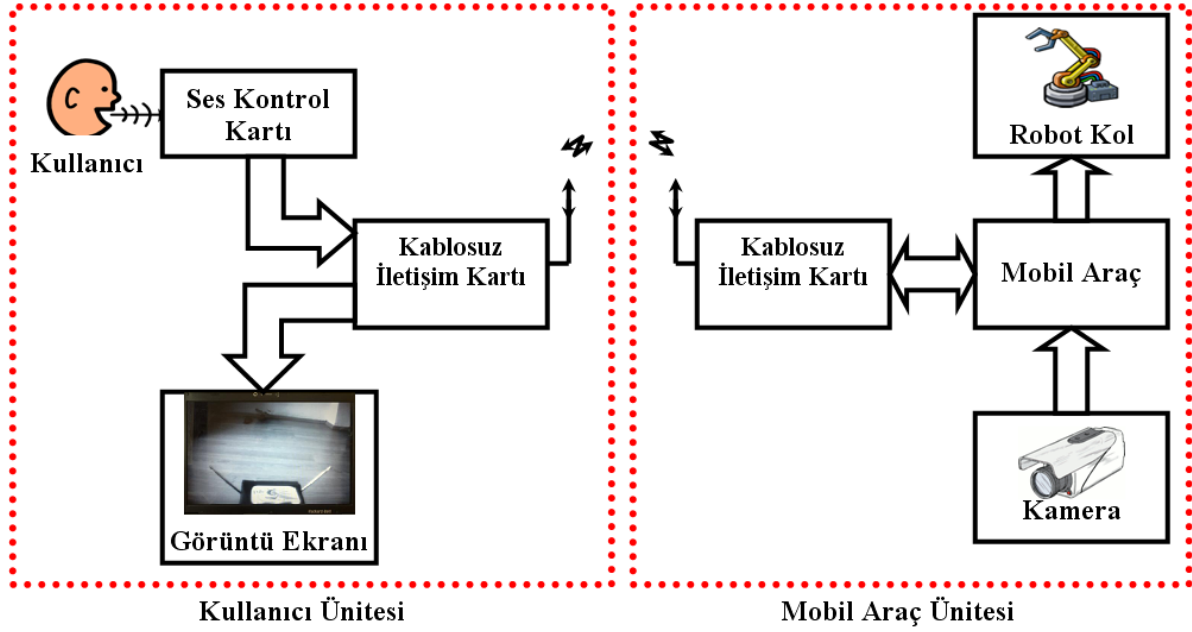
A. SİSTEME GENEL BAKIŞ

Şekil 1’de gösterilen blok diyagramda görüleceği üzere sistem iki bölüm halinde tasarlanmıştır. Birinci bölüm aracın uzaktan ses komutları ile kontrol edilebilmesini sağlayan “*Kullanıcı Ünitesi*”, ikinci bölüm ise araca gelen komutları algılayacak ve bu komutlara göre mobil robot kolun hareketini sağlayacak “*Mobil Araç Ünitesi*”dir.

Kullanıcı ünitesi, çift yönlü iletişim yapabilecek kablosuz iletişim kartı, ses komutlarının işlenip anlamlı çıktılara dönüştürüldüğü ses kontrol kartı ve kullanıcının araç üzerindeki kamera görüntüleri izleyebilmesi için görüntü ekranından oluşmaktadır. Ses kontrol kartının kullanılabilmesi için “*ileri*”, “*geriye*”, “*sağa*”, “*sola*”, “*dur*”, “*nesneyi al*”, “*nesneyi bırak*” ve “*orta kamera*” ses komutları belirlenerek bu komutların işlenebilmesi için algoritmalar oluşturulmuştur. Hazırlanan bu algoritmalar sayesinde komutlara göre anlamlı çıktılar oluşturulmakta ve bu çıktılar kablosuz iletişim kartı aracılığı ile mobil robot kola gönderilerek, mobil robot kolun kullanıcının isteğine göre hareket etmesi

sağlanmaktadır. Örneğin; kullanıcı tarafından “ileri” komutunu verildiğinde mobil robot kolun ileri hareket etmesi için ileri algoritması çalışacak ve buna bağlı komut, kablosuz sinyal üzerinden robot kola gönderilerek robot kolun ileri yönde hareket etmesi sağlanacaktır.

Mobil Araç Ünitesi, çift yönlü iletişim yapan kablosuz iletişim kartı, robot kolun hareketini sağlayacak mobil araç, kullanıcının isteğine göre hareket edebilecek robot kol ve araçtan görüntü aktarımını sağlayacak kamera bölümlerinden oluşmaktadır. Bu ünite, robot kolun ve aracın hareket etmesini sağlayacak bir mikrodenetleyici sistem tasarlanmıştır. Mikrodenetleyici sistemin üzerine bir DC motor sürücü devresi oluşturularak mikrodenetleyiciden gelen sinyallerin anlamlı çıktılara dönüşmesi sağlanarak, mobil aracın hareketini sağlamaktadır.

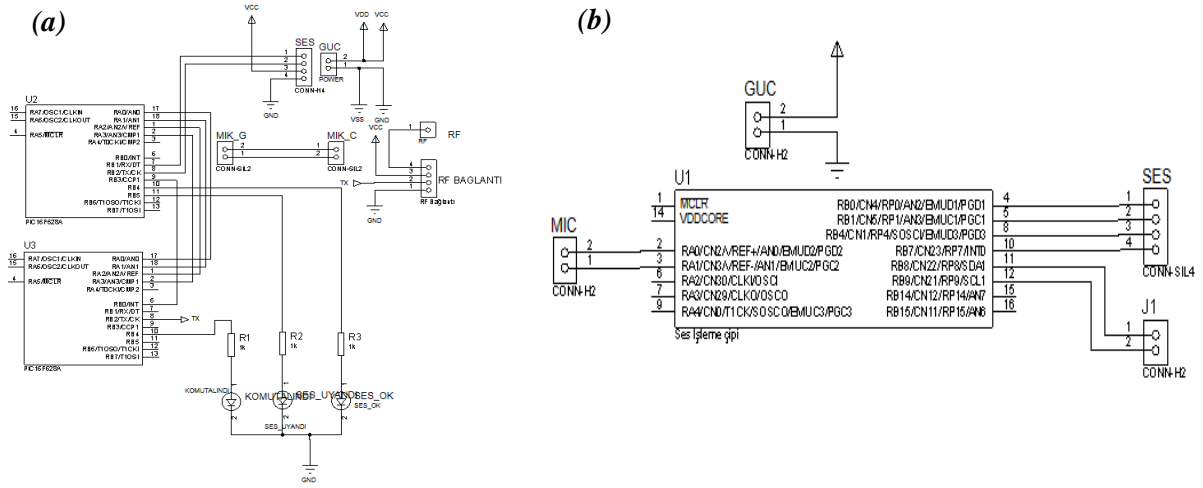


Şekil 1. Tasarlanan Sistemin Blok Diyagramı

B. KULLANICI ÜNİTESİ

Mobil robot kolu ses komutlarıyla kontrol edebilmek için gerekli olan ses kontrol kartı Şekil 2.(a)'da görülmektedir. Bu bölüm üç katman halinde tasarlanmıştır. Şekil 2.(a)'da görülen en üst katmandaki bölüm Şekil 2.(b)'de görülen ses işleme kartı ile veri iletişimi yapmayı sağlayan ve ses komutlarının algoritmalarının depolandığı PIC 16F628A mikrodenetleyicisinden oluşmaktadır. Orta katmanda analog ses sinyallerini örnekleyerek dijital hale çeviren bir ses işleme kartı bulunmaktadır. Bu kart ses örneklemelerini Nyquist teoremine göre gerçekleştirmektedir [6]. En alt katmandaki bölüm ise, veri alışverişinin kablosuz olarak yapılabilmesi için tasarlanan çift taraflı kablosuz iletişim kartıdır.

Şekil 2.(a)'da görülen bölüm, görüntü ekranı ile birlikte kullanıcı ünitesini oluşturmaktadır. Kullanıcı için tanımlanmış “ileri”, “geriye”, “sağa”, “sola”, “dur”, “nesneyi al”, “nesneyi bırak” ve “orta kamera” ses komutlarını kullanıcı bu bölümde bulunan mikrofon sayesinde söyleyerek mobil araca gerekli olan komutların gitmesini sağlamaktadır.



Şekil 2. (a) Ses Kontrol Kartı (b) Ses İşleme Kartı

Kablosuz veri iletişimini gerçekleştirebilmesi için, tasarlanan kablosuz iletişim kartı hem kullanıcı ünitesine hem de mobil araç ünitesine bağlanarak, bu iki ünitenin birbiri ile kablosuz olarak haberleşmesini sağlamaktadır. Alıcı verici yuvalarına 433 MHz standartlarında alıcı verici modüller bağlanmalıdır [1]. Seri bağlantı noktası, kullanıcı ünitesinde Şekil 2.(a)'da görülen en üst katmanla iletişim kurarak kullanıcıdan gelen sesli komutların kablosuz iletişim kartına gönderilmesi için kullanılmaktadır.

Görüntü aktarımı, kablosuz alıcı ünitesi ile herhangi bir TV ekranı veya bilgisayarı bağlayarak sağlanabilmektedir [1]. Bu sayede kullanıcının araç üzerindeki kamera sayesinde bölgeye hâkim olarak gerekli komutları vermesi ve aracı rahatlıkla kontrol edebilmesini sağlamaktadır.

C. MOBİL ARAÇ ÜNİTESİ



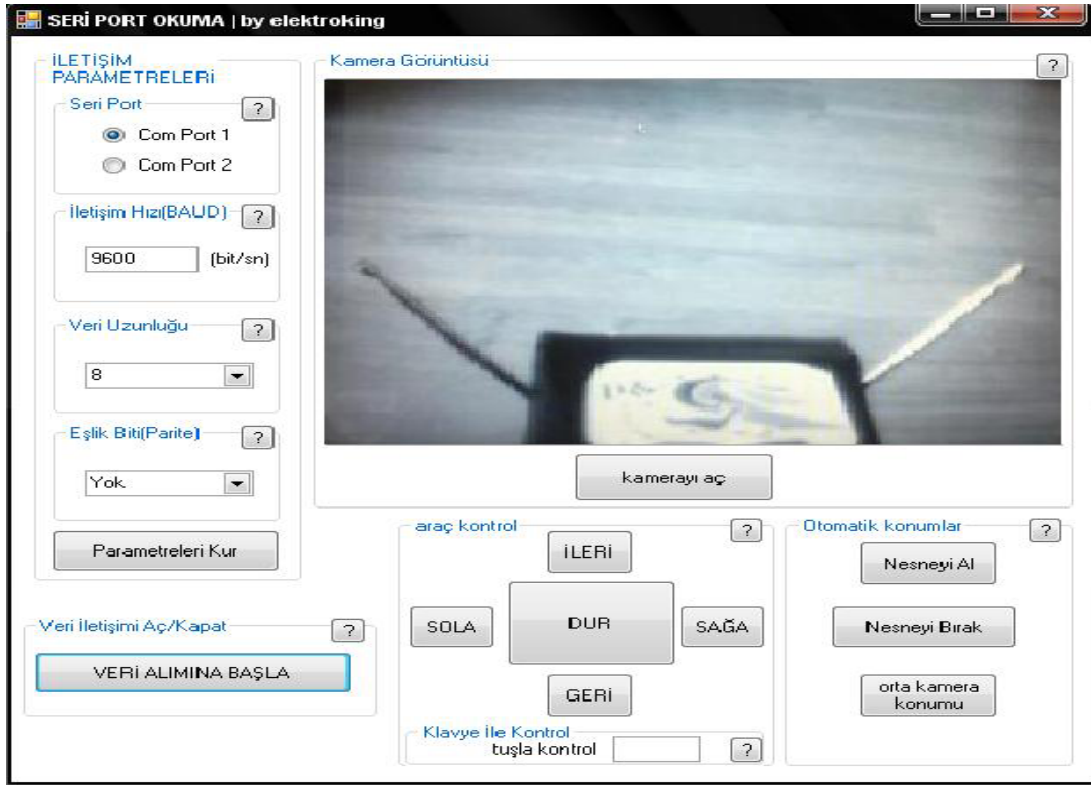
Şekil 3. Mobil Robot Kol Sistemi

Mobil robot kol için Şekil 3.'de görüldüğü gibi bir araç tasarımı yapılarak aracın üzerine robot kol montajı yapılmıştır. Araç içerisine kullanıcı ünitesinden gelen komutları alabilmek için kablosuz alıcı verici kart yerleştirilmiştir. Kablosuz karttan gelen verileri değerlendirip mobil robot kolun yapması gereken işlemleri kontrol edebilmek için AT89C51ED2 mikrodenetleyicisinden oluşan bir kontrol kartı tasarlanmış ve robot kolun hareketini sağlayan servo motorlar bu kontrol kartına bağlanmıştır. Mobil robot kolun hareket edebilmesi için L298 entegresinden DC motor sürücü devresi

oluşturulmuştur [1]. Robotun görüntü aktarabilmesi için robot kol üzerine kamera montajı yapılmıştır. Kamera sayesinde kullanıcıya görüntü aktarımı sağlanmıştır. Araç hangi yönde hareket edecekse robot kol aracın hareketinden önce o tarafa doğru yönelmektedir. Bu sayede üzerindeki kamera kullanıcıya gideceği yönü robot hareket etmeden önce göstermekte ve sonra kullanıcının isteğine göre hareket etmektedir.

D. ARAYÜZ

Mobil robot kolun yerleştirildiği araç için Şekil 4.'te gösterilen ve C# programı kullanılarak hazırlanan bir arayüz tasarlanmıştır. Bu arayüzde iletişim parametreleri girişi için bir bölüm, araç ve nesne kontrolü için oluşturulmuş olan ikinci bir bölüm ve aracın görüş alanı ile açısını kullanıcıya gösterebilmek içinde kamera görüş bölümü yerleştirilmiştir. Ayrıca kullanıcıya kısa bilgiler aktaran (?) ile belirtilen kutucuklar yerleştirilmiştir. Kullanıcı bu kutucukları kullanarak istediği bölüm veya birim hakkında gerekli kısa bir bilgiye ulaşabilmektedir.

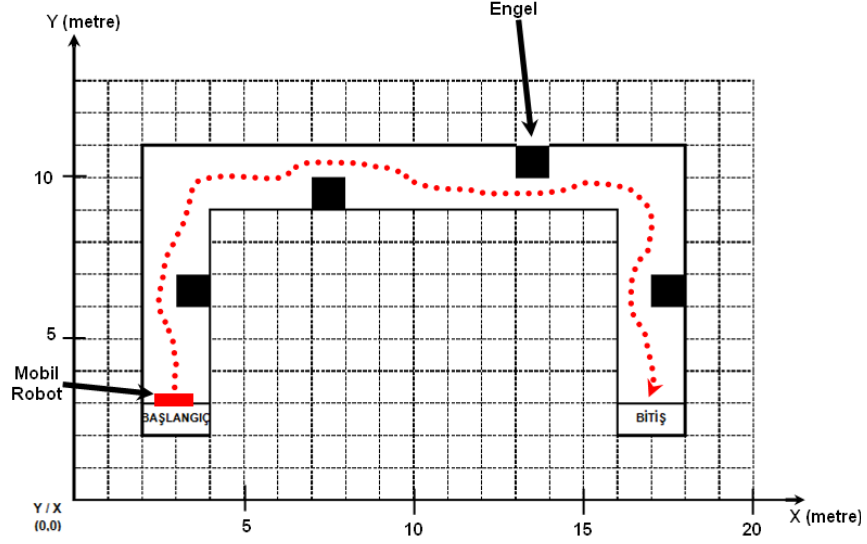


Şekil 4. Kontrol için kullanılan sistemlerden biri olan arayüz

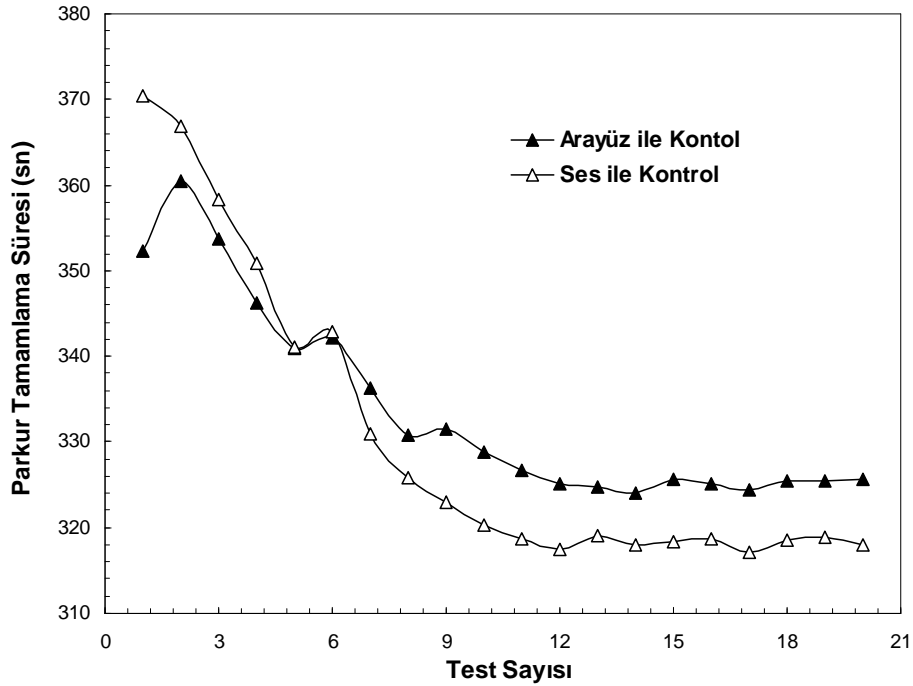
III. BULGULAR ve TARTIŞMA

Tasarlanan sistemin verimliliğini görebilmek için Şekil 5.'te gösterildiği gibi gerçek ortamda bir test parkuru hazırlanmıştır. Bu parkur içerisinde ilk önce Şekil 4.'te gösterilen ara yüz yardımı ile mobil robot kolunun bulunduğu araç hareket ettirilip parkur tamamlama süreleri kayıt altına alınmıştır. Ara yüz yardımıyla 20 kez tekrarlanan test sonuçları tabloya kayıt edildikten sonra ikinci aşama olan "Ses Komutları ile Mobil Robot Kolun Kontrolü" aşamasına geçilmiştir. Aynı şekilde ses komutları

yardımı ile araç kontrol testi de 20 defa tekrar edilmiş ve kayıt altına alınmıştır. Hem arayüz hem de ses komutları kullanılarak elde edilen test sonuçları Tablo 1.'de verilmiştir. Burada test sayısının 20 defa tekrarlanmasının sebebi, aracı kullanan kişinin en kısa sürede aracı kontrol edebileceği zamanı tespit etmektir. Tablo 1.'de görüldüğü üzere kullanıcı yaklaşık 12 denemeden sonra kullanıcının parkuru tamamlama süresi en kısa zamana ulaşmaktadır.



Şekil 5. Gerçek ortamda hazırlan test parkuru



Şekil 6. Gerçek ortamda hazırlan test parkurunun arayüz ve ses kontrol sistemine göre tamamlanma sürelerini

Tablo 1. Gerçek ortamda hazırlan test parkurunun tamamlanma sürelerini gösteren test sonuçları

Test Sayısı	Arayüz ile kontrol (sn)	Ses komutları ile kontrol (sn)
1	352,22	370,33
2	360,38	366,82
3	353,68	358,37
4	346,32	350,92
5	340,86	341,13
6	342,14	342,84
7	336,23	330,97
8	330,87	325,76
9	331,43	322,93
10	328,88	320,38
11	326,68	318,78
12	325,17	317,53
13	324,72	319,08
14	324,12	317,96
15	325,64	318,33
16	325,12	318,78
17	324,38	317,17
18	325,43	318,53
19	325,45	318,85
20	325,63	317,96

Tablo 1 ve Şekil 6 incelendiğinde test sayısı arttıkça kullanıcının iki kontrol yönteminde de parkuru tamamlama süresi git gide azalmıştır. Bu süre test sayısı ne kadar fazla olursa o kadar azalmaktadır. Fakat dikkat edilecek olursa 12 tekrardan sonra iki yöntemde de sonuçlar fazla değişiklik göstermemektedir. Bu değere *kullanıcı için limit değeri* denebilir. Şekil 6.'da görüldüğü gibi, ses komutları ile kontrol sistemi, ilk testlerde kullanımı zor gibi algılansa da ilerleyen aşamalarda arayüz ile kontrol sistemine göre daha verimli olduğu görülmektedir.

IV. SONUÇ

Literatürde konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda, ya bir arayüz ya da ses komutlarıyla kontrol edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, bundan önceki denenen iki yöntemi de kullanmamızı sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Ayrıca geliştirilen bu yöntemler karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlardan ses komutları ile kontrol sisteminin, ilk testlerde kullanımı zor gibi algılansa da ilerleyen aşamalarda arayüz ile kontrol sistemine göre daha verimli olduğu görülmektedir. Her iki kontrol sisteminde de birkaç test sürüşünden (12 adet test) sonra kullanıcının parkuru tamamlama süresi en kısa değerine ulaştığı gözlenmektedir. Yani *kullanıcı için limit değerine* hızlı bir şekilde ulaşılmaktadır. Bu sonuç, kullanıcının tasarlanan mobil robot kolun kontrolünü her iki yöntemde de hızlı bir şekilde öğrenilebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla iki seçenekte de verimli bir şekilde kontrol imkânı sağlamaktadır.

V. KAYNAKLAR

- [1] K. Gündoğdu, A. Çalhan *Journal of Advanced Technology Sciences* **2(1)** (2013) 36.
- [2] M. Nishimori, T. Saitoh, R. Konishi, *Voice Controlled Intelligent Wheelchair*, **SICE Annual Conference**, Takamatsu-Japan, (2007), 336.
- [3] M. Yağimli, H. S. Varol *Journal of Naval Science and Engineering* **4(1)** (2008) 17.
- [4] M. T. Qadri, S. A. Ahmed (2009) DOI: 10.1109/ICSAP.2009.48.
- [5] K. B. Stanton, P. R. Sherman, M. L. Rohwedder, C. P. Fleskes, D. R. Gray, D. T. Minh, C. Espinoza, D. Mayui, M. Ishaque, M. A. Perkowski, *Psopot - A Voice-Controlled Wheelchair For The Handicapped*, **Proceedings of the 33rd Midwest Symposium on Circuits and Systems** (1990) 669.
- [6] U. Qidwai, M. Shakir (2012) DOI: 10.1109/ICIAS.2012.6306213.
- [7] K. Izumi, K. Watanabe, Y. Tamano, *Japanese Voice Interface System with Color Image for Controlling Robot Manipulators*, **The 30th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society**, Busan, Korea, (2004) 1779.
- [8] A. G. B. P. Jayasekara, K. Watanabe, K. Izumi, *Evaluating Fuzzy Voice Commands by Internal Rehearsal for Controlling a Robot Manipulator*, **ICROS-SICE International Joint Conference**, Fukuoka-Japan, (2009) 3130.
- [9] R. Zhou, K. P. Ng, Y. S. Ng (1994) DOI: 10.1109/ANZIIS.1994.396935.
- [10] R. Huang, G. Shi (2012) DOI: 10.1109/INDIN.2012.6300736.
- [11] E. Phelps, W. R. Pruehsner, J. D. Enderle (2000) DOI: 10.1109/NEBC.2000.842431.
- [12] M. Sajkowski (2002) DOI: 10.1109/ROMOCO.2002.1177137.
- [13] B. Kuljic, S. Janos, S. Tibor, *Mobile robot controlled by voice*, **5th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics**, Subotica-Serbia, (2007) 189.
- [14] X. Lv, M. Zhang, H. Li, *Robot Control Based on Voice Command*, **Proceedings of the IEEE, International Conference on Automation and Logistics**, Qingdao-China, (2008) 2490.
- [15] İ. Barış, M. Erdamar, E. Sümer, H. Erdem, *Ses İşaretlerinin Yapay Sinir Ağları ile Tanınması ve Kontrol İşlemleri için Kullanılması*, **URSI-Türkiye'2002 Bilimsel Kongresi ve Ulusal Genel Kurul Toplantısı**, İstanbul-Türkiye, (2002).
- [16] B. Jayasekara, K. Watanabe, K. Izumi, *Controlling a Robot Manipulator with Fuzzy Voice Commands Guided by Visual Motor Coordination Learning*, **SICE Annual Conference**, Tokyo-Japan, (2008) 2540.
- [17] O. Majdalawieh, J. Gu, M. Meng, *An HTK-Developed Hidden Markov Model (HMM) for a Voice-Controlled Robotic System*, **Proceedings of 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems**, Sendai-Japan, (2004) 4050.
- [18] P. X. Liu, A. D. C. Chan, R. Chen, K. Wang, Y. Zhu, *Voice Based Robot Control*, **International Conference on Information Acquisition**, Hong Kong&Macau-China, (2005) 543.
- [19] T. Kubik, M. Sugisaka, *Use of a cellular phone in mobile robot voice control*, **SICE 2001**, Nagoya-Japan, (2001) 106.