

## İNSANSIZ ASKERİ KARA ARACI TASARIMI

Köksal GÜNDOĞDU<sup>1</sup> Ali ÇALHAN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fak., Elektrik-Elektronik Müh., 81620, Düzce, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fak., Bilgisayar Müh., 81620, Düzce, TÜRKİYE

[koksal03993@duzce.edu.tr](mailto:koksal03993@duzce.edu.tr)

**Özet-**Günümüzde, robot teknolojisinin askeri alanda kullanımı hızlı bir şekilde artmaktadır. Son yıllarda, askeri alanda en fazla dikkat çeken teknolojilerin başında insansız araç teknolojileri gelmektedir. Bu çalışmada, araçta bulunan bir insan ile kontrol edilebilen İstihkâm Savaş Aracı'nın insansız olarak modellenmesi ve bu aracın özelliklerinden biri olan robotik kolun geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, kablosuz iletişim sağlayacak bir kart ile ara yüz programı, uzaktan görüntü aktarma ve ses sistemi tasarlanmıştır. Ayrıca, bir ara yüz programı sayesinde, araçtan metinsel olarak o anki durumu veya çeşitli veriler hakkında bilgiler alınabilmektedir.

Tasarlanan bu sistemler sayesinde, günümüzde insan tarafından kullanılan bu aracın insansız olarak çalışması ve aracın üzerindeki robot kolun daha işlevsel hale getirilmesi sağlanmıştır. Bu sayede, aracın arazide çalışması daha kolay hale getirilmeye çalışılmış ve özellikle de karşılaşılan olumsuz durumlarda insan kaybının önlenmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler-**Robot, istihkâm savaş aracı, insansız kara aracı.

## UNMANNED MILITARY GROUND VEHICLE DESIGN

**Abstract-**Nowadays, the importance of the use of robotics in military is increasing rapidly. In recent years, the unmanned vehicle technologies are one of the most remarkable technologies in military. In this study, a combat engineer vehicle modelling as unmanned style that is controlled by a human, and a robot arm developing that is one of the attributes of this vehicle are aimed. For this purpose, a wireless communication interface with a card to program the remote image transfer and the sound system are designed. In addition, as the current status of the vehicle or a variety of textual information about the data can be retrieved owing to the computer interface program.

With these designed systems, the combat engineer vehicle as unmanned style and its robot arm are provided to make it more functional. In this way, the operation of the vehicle in the field is tried to be made more easily and is to prevent the loss of human especially under unfavorable circumstances.

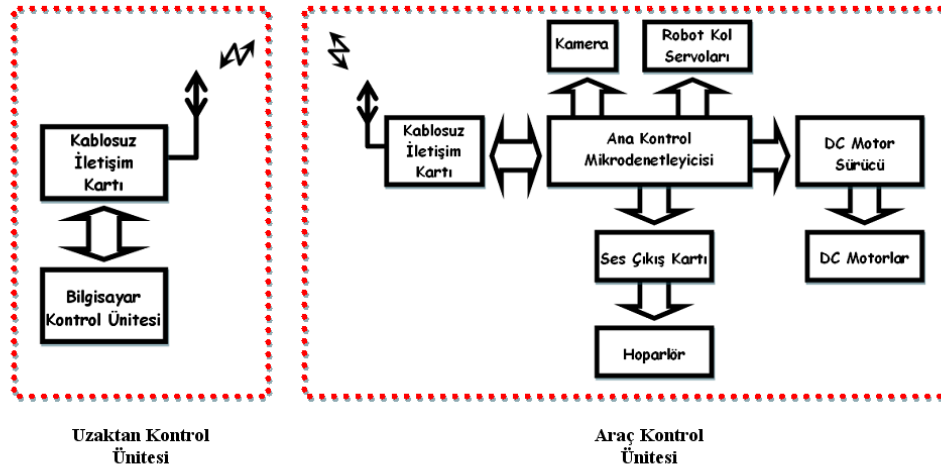
**Keywords-** Robot, combat engineer vehicle, unmanned ground vehicle.

---

\* [alicalhan@duzce.edu.tr](mailto:alicalhan@duzce.edu.tr)

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

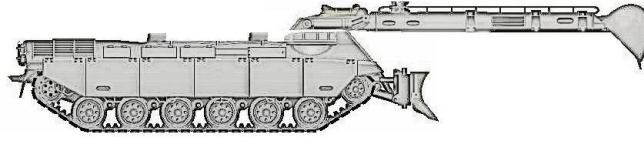
Teknolojinin gelişimine paralel olarak, askeri sistemlerde de büyük gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişimlerin başlıca amaçları, askeri aracı hızlı, rahat, kullanışlı ve güvenilir hale getirme isteğidir [1-4]. Bu nedenle, son yıllarda popüler olan askeri teknolojilerinin başında insansız araç teknolojileri gelmektedir [5]. İnsansız araç tasarımlarında, olaylara hızlı bir şekilde müdahale etmek, insanların girmesinin riskli olabileceği bölgelerde, insan bilgi ve becerisinin gerektiği işlemlerde kullanılacak araç oluşturmak ve bu aracın karşılaştığı olumsuz bir durumda can kaybını önlemek amaçlanmaktadır [6,7]. Bu çalışmada, askeri birliklerde kullanılan İstihkâm Savaş Aracının (İSA) insansız olarak modellenmesi ve bu aracın özelliklerinden biri olan robot kolunun geliştirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. Tasarlanan sistemin blok diyagramı (The block diagram of the designed system)

Robot kol, İSA'nın üzerindeki hareketlere göre modelleneceğinden, bu modele uygun bir araç prototipi oluşturulmuştur. Şekil 1'deki blok diyagramda görüleceği üzere sistem iki ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm, aracın uzaktan kontrol edilebilmesini sağlayan uzaktan kontrol ünitesi, ikinci bölüm aracın üzerinde bulunacak ve gelen komutlara göre aracın hareketini sağlayacak olan araç kontrol ünitesidir. Şekil 1'deki uzaktan kontrol ünitesi çift yönlü olarak iletişim yapabilecek şekilde tasarlanan bir kablosuz iletişim kartı ve aracın kontrol edilmesi için C# ile tasarlanan ara yüz programının kurulu olduğu bir bilgisayar biriminden oluşmaktadır. Araç kontrol ünitesi ise, sırasıyla, kablosuz iletişim kartı, motorları kontrol etmek için L298 H köprü entegresi ile tasarlanan motor sürücü bölümü ve motorlardan oluşmaktadır. Bunlara ek olarak, kablosuz olarak görüntü iletimini sağlayan kamera, ses çıkışı için PIC 16F877 mikro denetleyicisinin kontrol ettiği APR 9600 ses entegresi ile tasarlanan ses çıkış kartı ve hoparlörden meydana gelmektedir. Son olarak, robot kolun hareketini sağlayacak servolar ve tüm ünitelerin kontrolünü sağlayan AT89C51ED2 mikro denetleyicisi bulunmaktadır.

Kısa adıyla İSA olarak ifade edilen İstihkâm Savaş Aracı, Silahlı Kuvvetlerin İstihkâm Savaş Taburları tarafından kullanılan bir araçtır. Yapısı Şekil 2'de görüleceği gibi bir tanka benzemektedir [8]. Bu benzerliğin yanında üzerinde bulunan kol ünitesinin varlığı bu aracı tanktan ayıran en büyük özelliktir. Bu kol, arazide çeşitli işlemler yapabilmekte ve bu sayede aracın bir iş makinesi gibi kullanılabilmesini sağlamaktadır. İSA, askeri birliklerde düşman saldırısını geciktirmek, güçleştirmek ve durdurmak için veya savaşan birliklerinin hareketini kolaylaştırmak amacıyla sahada yapılan engebe, beton yuva, her türlü kazı, mayın ve lağım işlerinde kullanılmaktadır.

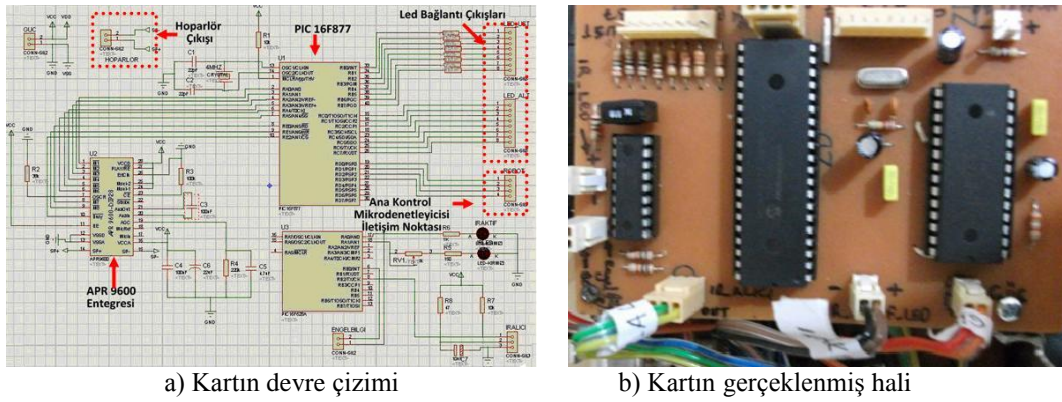


Şekil 2. İstihkâm savaş aracı (Combat engineer vehicle)

## 2. TASARLANAN ARACININ YAPISI (DESIGNED VEHICLE STRUCTURE)

### 2.1. Ses Kartı Tasarımı (Sound Card Design)

Ses sisteminin amacı, İSA aracının yaptığı işlemleri çevresinde bulunan birimlere ve insanlara sesli olarak bildirmek ve aracın çevresindekilere zarar vermesini engellemektir. İSA aracı gibi büyük hacimli araçların kontrolü sağlanırken, araç içindeki bir kişi aracın fiziksel boyutlarının büyük olmasından dolayı aracın her bölgesini rahatlıkla görememektedir. İSA'nın bir işlemi yapmadan önce çevresinde bulunanlara o işlemi bildirmek ve aracın etrafından uzaklaşmalarını sağlamak için, bir ses kartı tasarlanmıştır. Örneğin, araç mayın için, kazı çalışması yapacaksa “mayın arama kazısı yapılacaktır, bölgeyi boşaltın” diye sesli uyarı çıkararak, çevredeki insanların güvenli bölgeye geçmelerini sağlamaktadır.



a) Kartın devre çizimi

b) Kartın gerçekleştirilmiş hali

Şekil 3. Ses çıkış kartı (Audio output card)

Ses çıkış kartı tasarlanırken, önceden belirlenen sesli komutların bir entegreye kaydedilmesi ve bu entegrenin bir mikro denetleyici tarafından kontrol edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca mikro denetleyici, ana kontrol mikro denetleyicisi ile iletişimde olduğundan, ana mikro denetleyiciden gelen sayısal komutları yerine getirir ve gerekli olan fonksiyon dosyasını çağırarak sesin üretilmesini sağlamaktadır. Sesli komutların kaydedilmesi amacıyla Şekil 3’de görüldüğü üzere APR 9600 entegresi kullanılmıştır. Bu entegreyi kontrol edebilmek için PIC16F877 mikro denetleyicisi kullanılarak, entegreye seslerin belirli bir dosyalama şeklinde kaydedilmesi sağlanmıştır. Bu mikro denetleyici, ana kontrol mikro denetleyicisinden sayısal olarak gelen komutlara göre gerekli fonksiyon dosyalarını çalıştırıp, fonksiyonun içerdiği ses çıkış dosyalarının işlenmesini sağlar ve istenmiş olan ses çıkışı gerçekleştirir. Ayrıca bu sisteme, Şekil 4’de görüldüğü gibi, insan yüzü benzetimli ledler ile tasarlanmış bir elektronik ünite

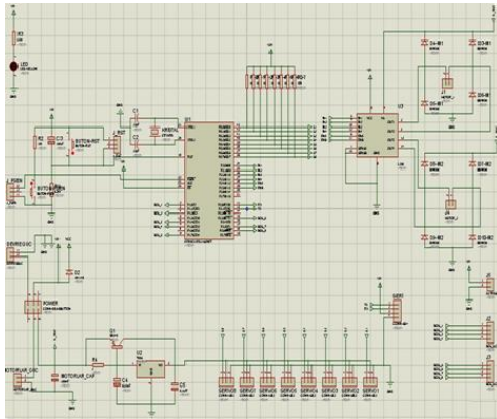
bağlanarak, sistemin ses çıkışı esnasında sesin frekansına göre tıpkı bir insan ağzı gibi hareket etmesi sağlanmıştır.



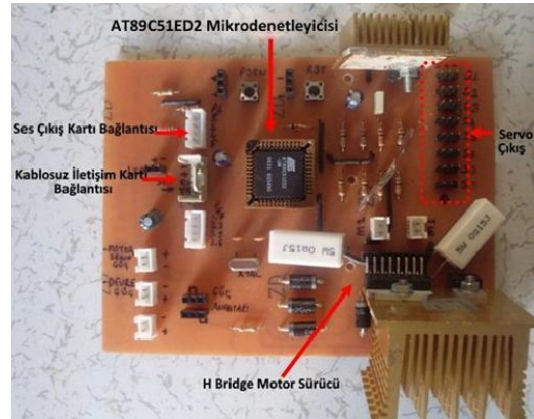
Şekil 4. Gösterge (Indicator)

## 2.2. Kontrol Kartı Tasarımı (Control Card Design)

İSA'ya gelen verilerin işlenmesi, işlenen verilerin bir uygulamaya dönüşmesi ve tüm ünitelerin kontrol edilebilmesi için elektronik bir üniteye ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı karşılamak için Şekil 5'de görülen ana kontrol kartı tasarlanmıştır. Bu kart beş kısımdan oluşmaktadır. Bunlar; AT89C51ED2 mikro denetleyicisi, H Köprü DC motor sürücüsü, servo çıkışları, ses çıkış kartı bağlantı noktası ve kablosuz iletişim kartı bağlantı noktasıdır.



a) Kartın devre çizimi



b) Kartın gerçekleştirilmiş hali

Şekil 5. Ana kontrol kartı (Main control card)

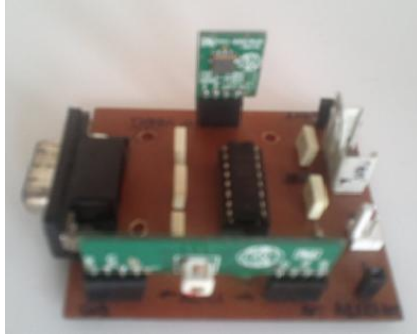
Bu kısımlardan, Ses çıkış kartı bağlantı noktası, ses çıkışını sağlayan elektronik kart ile AT89C51ED2 mikro denetleyicisi arasında sayısal olarak veri alışverişi sağlanması için, ses çıkış kartının bağlanması gereken iletişim noktasıdır. Kablosuz İletişim Kartı Bağlantı noktası, kablosuz olarak veri alışverişi için tasarlanmış olan kart ile AT89C51ED2 mikro denetleyicisinin sayısal olarak veri alışverişi yapabilmesi için, kablosuz iletişim kartının bağlanması gereken iletişim noktasıdır. Servo Çıkışları Noktası, robot kolun hareketini sağlayan servo motorların, AT89C51ED2 mikro denetleyicisi tarafından kontrol edilebilmesi ve çalıştırılan fonksiyona göre istenilen işlemi yapabilmesi için, robot kol üzerinde bulunan servoların bağlanması gereken iletişim noktalarıdır. H Köprü DC Motor Sürücü Ünitesi, aracın hareketini sağlayan DC Motorların mikro denetleyici tarafından kontrolünü sağlamak için kullanılır. Bu bölüm, motorları mikro denetleyiciden gelen sayısal verilere göre nasıl süreceğini yönetmek ve DC motorları sürebilmek için, L298 entegresi ve çeşitli elektronik malzemeler ile tasarlanmış bir bölümdür. AT89C51ED2 ana kontrol mikro denetleyicisi, Şekil 1'deki blok diyagramda da görüleceği üzere, İSA aracının tüm ünitelerini kontrol etmektedir. Kullanıcı



tarafından gelen verileri değerlendirir ve oluşan sonuca göre hangi ünitenin nasıl davranacağını sayısal olarak gerekli üniteye bildirir. Bu değerlendirmeyi, bu iş için oluşturulan algoritmanın, C dilinde yazılıp derlendikten sonra AT89C51ED2 mikro denetleyicisine gömülmesi sonucunda karar verir.

### 2.3. Kablosuz İletişim Kartı (Wireless Communication Card)

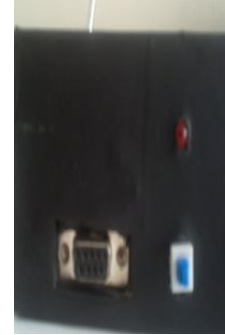
Bilgisayara bağlanan iletişim kartı çift taraflı ve kablosuz veri iletişimini sağlamak için tasarlanmıştır. Şekil 6'da bilgisayara bağlanan iletişim kartı görülmektedir. C# ara yüzü sayesinde kullanıcıdan gelen komutları seri porttan alarak bu verileri MAX232 entegresi sayesinde TTL uyumlu hale getirmektedir. TTL uyumlu hale getirilen veriler kablosuz vericinin girişine gönderilerek, sinyallerin kablosuz olarak gönderilmesi sağlanır. Bunun gibi, İSA aracından gönderilen sinyaller bu kart üzerinde bulunan alıcı vasıtasıyla alınarak MAX 232 entegresinin girişine verilir. Burada TTL sinyal RS-232 iletişim standardına dönüştürülerek, seri porta gönderilir.



a) Kablosuz iletişim kartı



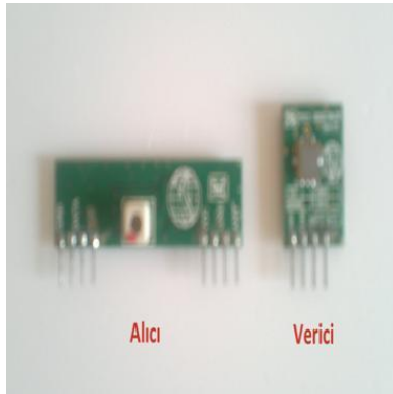
b) Kartın kutuya yerleştirilmiş hali



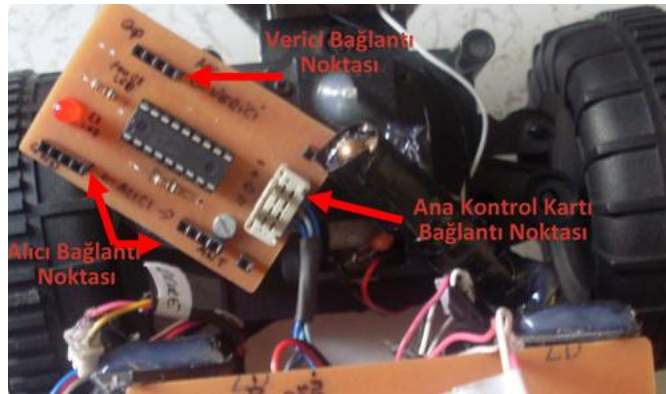
c) Kutu seri port bağlantısı noktası

**Şekil 6.** Bilgisayara bağlanan kablosuz iletişim ünitesi (Wireless communications unit connected to the computer)

Gönderilen bilgiye, C# ara yüzü vasıtasıyla kullanıcının ulaşması sağlanır. Verici olarak 315/433.92 MHZ TX-C1, alıcı olarak ise 315/433.92 MHZ RX-A1 kullanılmıştır ve açık alanda 100-200 metreye kadar veri transferi sağlamaktadır. Bu kart, İSA'dan sayısal olarak gelen verileri kablosuz sinyale çevirmek ve bilgisayardan gelen kablosuz sinyalleri sayısal sinyale çevirerek ana kontrol mikro denetleyicisine göndermek için kullanılır. Şekil 7'de görüleceği üzere bu kart üzerinde de alıcı ve verici kullanılmaktadır.



a) Alıcı-verici

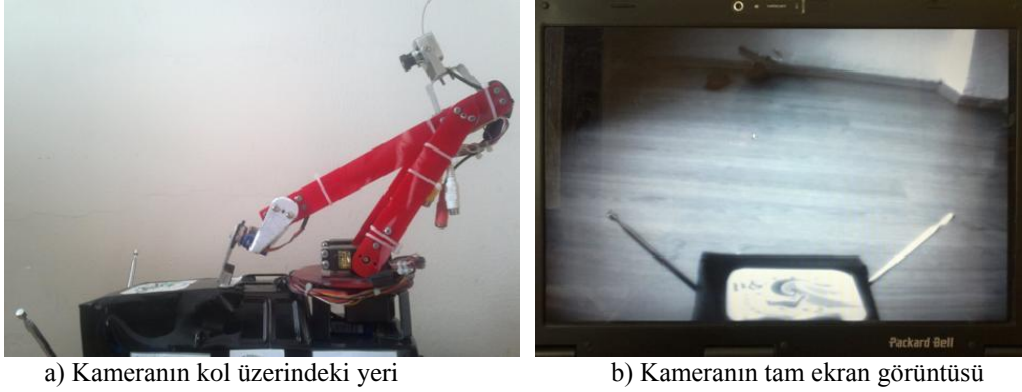


b) Kablosuz iletişim kartı

**Şekil 7.** İSA kablosuz iletişim kartı (İSA wireless communications card)

## 2.4. Görüntü Aktarımı (Image Transferring)

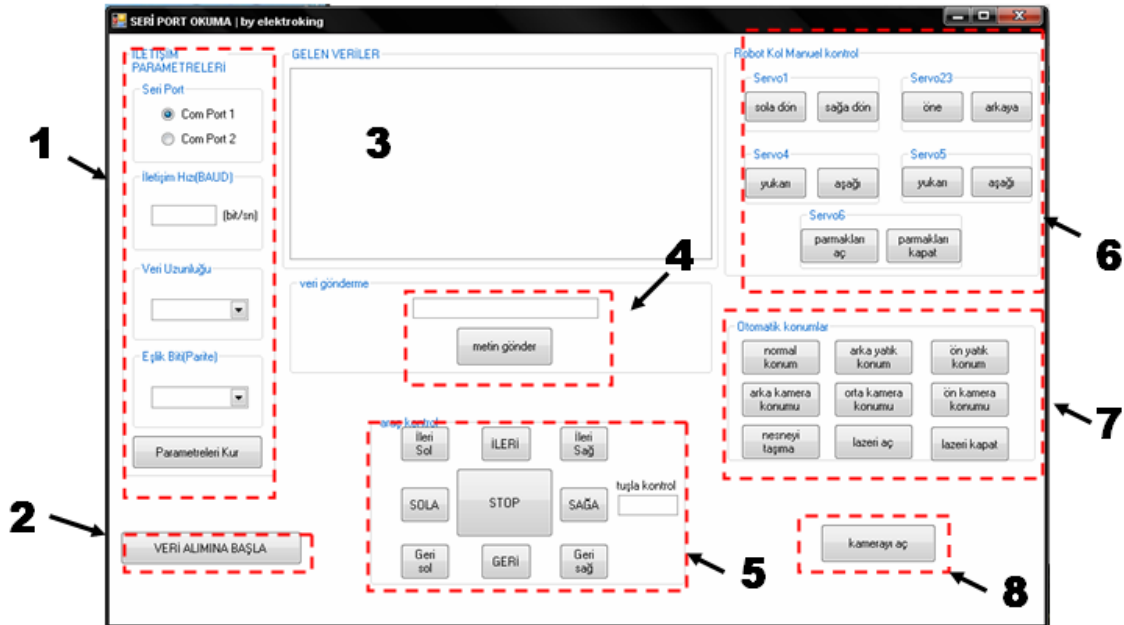
Araç uzaktan kontrol edileceğinden dolayı, aracın bulunduğu ortamdan kullanıcıya görüntü aktarabilmek için bir kablosuz kamera kullanılmıştır. Bu kamera, Şekil 8’de görüleceği üzere robotun kol kısmına yerleştirilmiştir. Böylece, robot kola kamerayı istenilen açıda çevirebilme imkanı sağlanmıştır. Araç üzerine yerleştirilen kameranın kablosuz iletişim mesafesi yine alıcı verici ünitesindeki gibi açık alanda 100-200 metredir. Aracın ileri, geri... vs. gibi hareketlerini yaparken kameranın o alana otomatik olarak dönmesi için hazır fonksiyonlar tanımlanmıştır. Bu fonksiyonları kontrol edebilmek içinde kumanda butonları yerleştirilmiştir. Bu şekilde aracın kamerasını hazır fonksiyonlar ile çok kolaylıkla kontrol etmek mümkündür.



Şekil 8. Kablosuz kamera bağlantısı (Wireless camera connection)

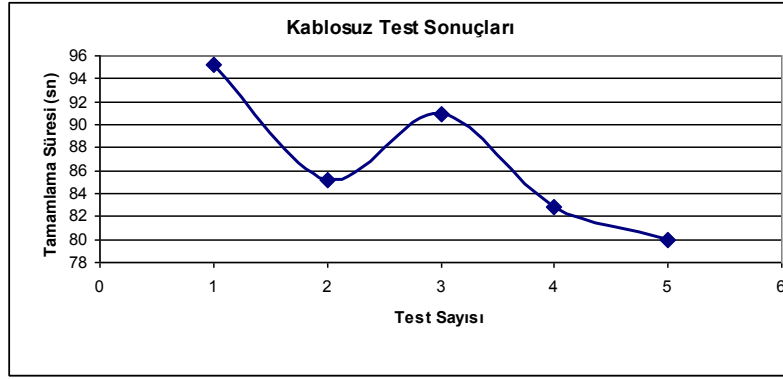
## 3. ARA YÜZÜ PROGRAMI (INTERFACE PROGRAM)

Bilgisayar arayüz programı vasıtasıyla araç hızlı ve kolay bir biçimde kontrol edilebilmektedir. Bu arayüz C# programlama dili ile hazırlanmış olup, veri alışverişini seri iletişim portu üzerinden RS-232 iletişim standardında yapmaktadır. Şekil 9’da tasarlanan arayüz görülmektedir.



Şekil 9. C# ile tasarlanan kontrol paneli ara yüzü (Interface control panel designed with C #)



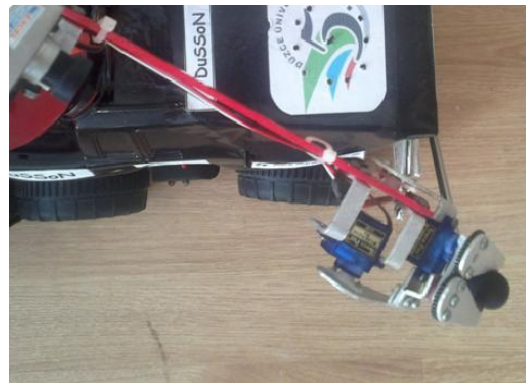


Şekil 11. Aracın parkur testi (Vehicle test track)

Şekil 11'deki sonuçlardan görüleceği üzere, araç aynı alanda ve aynı kullanıcı tarafından kullanılmasına rağmen farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu sonuçların farklı gözlemlenmesinin sebebi tasarlanan sistemin olumsuzluğundan kaynaklanmamaktadır. Kullanıcı araca alışıkça sonuçlar daha da iyiye gitmektedir. Yapılan testler sonucunda, kullanıcının araca daha fazla hâkim olabilmesi için araç üzerinde kullanılan kamera sayısı artırılmalı ve daha hızlı bir performans için bu kamera haricinde aracın ön, arka, sağ ve sol taraflarına birer kamera daha eklenerek araç görüş açısı artırılmalıdır. Yine Şekil 10.a'daki parkurda, başlangıç noktasından alınan bir nesnenin parkur boyunca taşınması ve parkurun sonunda yere bırakılması test edilmiştir. Bu testin sonuçları Şekil 12.b'de görülmektedir.

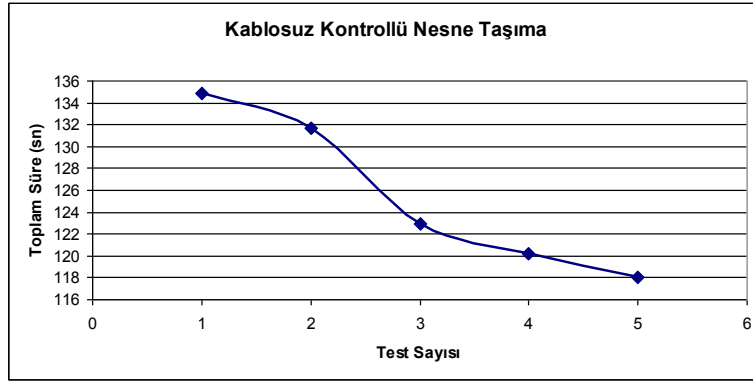
Tablo 2. Parkur test sonuçları (Track test results)

Test Sonuçları					
Nesne Alma-Parkuru Tamamlamak-Nesneyi Bırakmak					
	50 m Uzaktan Kablosuz Kontrol				
	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
Nesne Alma (sn)	35.12	26.37	25.32	32.96	22.36
Parkuru Tamamlama (sn)	89.23	93.81	86.27	79.18	83.94
Nesneyi Bırakma (sn)	10.55	11.46	11.32	10.96	11.74
Toplam Süre(sn)	134.90	131.64	122.91	120.22	118.04



a) Nesne Taşıma Görüntüsü





b) Toplam Süre Grafiksel Sonuçları

**Şekil 12.** Taşıma testi sonuçları (Transportation test results)

Tablo 2'deki test sonuçlarından görüleceği üzere, her testte farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. Bunun sebebi bir önceki test sonuçlarında da bahsedilen kamera sayısından kaynaklanmaktadır. Nesneyi kamera ile gördüğümüz ve bu sayede robot kol ile yakaladığımız için her seferinde tek kameranın görüş açısını ayarladıktan sonra, nesneyi tutmamız gerekmektedir. Kamera sayısı artırılarak bu sorun giderilebilir. Nesneyi bırakma süresine dikkat edilecek olursa birbirine çok yakın sürelerdir. Çünkü nesne robot kolun parmaklarında olduğu için ve bırakılacak yer her zaman aynı bölge olduğu için, robot kola bırakmasını söylediğimizde zaman kaybı olmadan nesneyi istenilen bölgeye bırakmaktadır. Burada nesneyi bırakmadaki çok az zaman kaybını incelediğimizde kablosuz sinyalin gecikmesinden kaynaklandığını görülmektedir. Nesneyi bırakma komutunu gönderdikten sonra bilgi aynı hızda, bilgisayara bağlı olan kablosuz vericiye ulaşmakta, fakat her seferinde havada yayılma hızı etkilendiğinden farklı sürelerde araca iletilmektedir. Bu farkta nesneyi bırakma işleminde açıkça görülebilmektedir. Toplam sonuçlar incelendiğinde, Şekil 11'deki test için bahsedilen sonuç gibi, burada da kullanıcı aracı kullandıkça toplam süre azalmaktadır.

Son olarak, yapılan testler sonucunda sistemin tamamını incelediğimizde, sistem gerçekleştirilirken; (i) daha uzun mesafeli bir kablosuz sistem kullanılmalı, (ii) kamera sayısı artırılmalı (iii) Robot kol tasarlanırken, yüksek güçlü yerlerde kullanılacağı için hidrolik kontrollü hareket eklemleri tercih edilmeli, (iv) ayrıca isteğe bağlı olarak robotun ses çıkış entegresinin kapasitesi artırılarak daha fazla ses çıkışı da sağlanabilir.

Çalışmanın sonraki aşamalarında, ses komutlarını algılayan ve bu ses komutlarına karşılık sesli cevap üreten bir sistem tasarlanması hedeflenmektedir. Bu şekilde bilgisayar arayüzünü kaldırarak, sadece kablosuz bir bağlantı cihazı ile araca ses komutları ile bağlanıp, bu ses komutları ile aracı kontrol etmek hem daha kolay, hem de daha kullanışlı olacaktır. Ayrıca aracın bize ses komutları ile cevap vermesi ile birlikte, tıpkı bir insanla sohbet ediyor ve onu konuşarak kontrol ediyor gibi, aracı kontrol etmek bundan sonraki çalışmalarımız arasında yer almaktadır.

## 5. TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENTS)

Bu çalışma, Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından (Proje kodu: 2012.07.02.105) desteklenmektedir.

## 6. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Aksoy, R., Kurnaz, S., (2009). İnsansız Kara Araçları ve Muharebe Gereksinimleri, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, cilt:4, sayı:1, sayfa:1-10.
- [2]. Dilibal, S., Dilibal, H., (2002). ITUHAND Robot El ve Mayın Temizleme Alanında Kullanılabilirliği, *SAVTEK 2002 Savunma Teknolojileri Kongresi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Kara Harp Okulu, Ankara, pp. 32-33.
- [3]. Şahin, İ., Yalvaç, M., (2011). Myrobot: Kablosuz Kontrol Edilebilen Mobil Araştırma Robotu, *5th International Computer & Instructional Technologies Symposium*, Fırat University, Elazığ-Turkey.
- [4]. Şahin, İ., Yalvaç, M., (2012). Myrobot: Kablosuz Kontrol Edilebilen Mobil Araştırma Robotu, *e-Journal of New World Sciences Academy*, Volume: 7, Number: 1, Article Number: 1C0499.
- [5]. <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/ugv.htm>.
- [6]. Karaca, Ö., Karip, Halil, (2011). İnsansız Deniz Aracı, *Deniz Harp Okulu Pusula Dergisi*, sayı:71.
- [7]. Karel, A., (2010). İnsansız Kara Araçları, *Savunma Sanayi Gündemi*, 2010/2, sayı:12, sayfa:27-33.
- [8]. <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/m728.htm>.