



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Ses Denetimli Engelli İnsan Aracı Tasarımı

Köksal GÜNDOĞDU^{a,*}, Ali ÇALHAN^b

^a Elektrik-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

Son yıllarda, sağlık alanında robotik teknolojinin kullanımı ile birlikte önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Günümüzde, engelli bireylerin yaşamlarını kolaylaştırabilmek ve günlük yaşantılarına rahatlıkla devam etmelerini sağlayabilmek için robotik teknolojinin kullanılması gereklilik haline gelmiştir. Bu çalışmada, omurilik zedelenmesi geçiren, doğuştan kaynaklanan sebeplerle boyundan aşağısı felç olup yatağa bağımlı olan veya tekerlekli sandalyeye bağımlı olup elini kullanamayan engelli bireylerin hayatını kolaylaştırmak için ses denetimli bir araç tasarlanmıştır. Tasarlanan aracı kontrol edebilmek için “ileri”, “geriye”, “sağa”, “sola” ve “dur” şeklinde beş farklı ses algoritması ve bu algoritmaları karşılaştıran bir algoritma hazırlanmıştır. Yapılan tasarım ve yazılımlar sayesinde, engelli bireylerin ses komutları ile aracı kontrol etmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Robotik, Ses tanımlama, Engelli aracı

Voice Controlled Disabled Person Vehicle Design

ABSTRACT

In recent years, significant advances in the health care field have taken place by using robotic technology. Today, using robotic technology has become a necessity to facilitate the lives of disabled people and enable them to continue their daily lives easily. In this study, a voice controlled disabled person vehicle is designed to facilitate the lives of disabled people suffering from spinal cord injury, paralyzed from the neck down for reasons arising from innate, forced to a wheelchair or bed who cannot use their hands. For controlling the designed vehicle, five different voice algorithms as “forward”, “backward”, right”, “left”, “stop”, and a comparison algorithm for these voice algorithms are presented. With the designed vehicle and software, the disabled person vehicle is provided them to control by voice commands.

Keywords: Robotics, Voice recognition, Disabled person vehicle

I. GİRİŞ

GÜNÜMÜZDE sağlık sektörünün hızlı bir şekilde gelişmesinin en önemli sebeplerinden biri robot teknolojilerinin kullanılmasıdır. Bu alanda en fazla ihtiyaç duyulan robotik teknolojilerinin

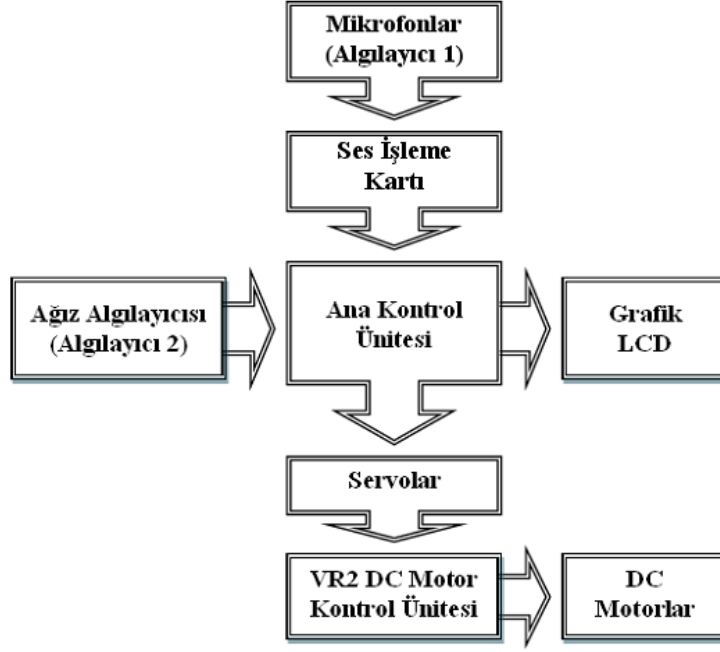
başında engelli bireylerin hayatını kolaylaştırabilmek için tasarlanan robotik sistemler gelmektedir. Robotik ve sağlık alanlarında hızlı gelişmelerin olmasına rağmen tekerlekli sandalye tasarımlarında çok az gelişmeler yaşanmıştır [1]. 1933 yılında katlanır tekerlekli sandalyeler, 1970'lerin başında akülü tekerlekli sandalyeler kullanılmaya başlanmış ve bundan sonra çeşitli çalışmalar yapılmıştır [2]. Bu gelişmeler ile birlikte kumanda kolu ile kontrol edilebilen akülü tekerlekli sandalyeler kullanılmaya başlanmıştır. Boyundan aşağısı felçli insanlar düşünüldüğünde bu gibi çözümler yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple, bir akülü tekerlekli sandalyeyi kontrol edebilmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Olası çözümlerin başında ses kontrollü denetim gelmektedir [3-7]. Literatürde ses ile kontrol edilebilen bazı çalışmalar yapılmıştır. Akira Murai ve arkadaşları [8] çalışmalarında, dilbilgisi tabanlı ses tanımlama sistemi, akülü tekerlekli sandalye, dizüstü bilgisayar ve altı adet PIC kullanarak bir tekerlekli sandalye tasarlamışlar fakat karmaşık ve pahalı bir sistem olmuştur. Uvais Qidwai ve arkadaşları ses işleme için MATLAB yazılımı ve bulanık mantık kullanarak ses kontrollü tekerlekli sandalye tasarlamışlardır. Bu çalışmada gürültülü ortamlarda problemlerle karşılaşmıştır [9]. Çalışmamızda hem ses kontrolü ile gürültülü ortamlarda da kullanılacak, hem de maliyeti ve karmaşıklığı azaltan bir engelli aracı tasarlanmıştır.

II. DENEY

A. ENGELLİ ARACI TASARIMI

Engelli araç tasarımlarında amaç, engelli bireyin engeline yönelik bir robot tasarımı gerçekleştirmek ve gerçekleştirilen bu tasarım sayesinde engelli bireyin, engelsiz bireyler gibi birilerine muhtaç olmadan yaşamını rahatlıkla devam ettirebilmesini sağlamaktır. Bu çalışmada tasarlanan araç ile çeşitli nedenlerden dolayı boyundan aşağısı felç olup yatağa bağlı kalan veya herhangi bir nedenden dolayı tekerlekli sandalyeye ihtiyacı olup elini kullanamayan engelli bireylerin, yaşamlarını rahat bir şekilde sürdürebilmeleri amaçlanmıştır. Engelli bireyin çıkarabileceği anlamlı veya anlamsız sesler bir algılayıcı sayesinde alınıp, bu seslere “ileri”, “geriye”, “sağa”, “sola” ve “dur” işlevlerini yerine getirebilmelerini sağlayacak algoritmalar hazırlanmıştır. Oluşturulan bu algoritmalar anlamlı veya anlamsız sesin yapacağı işleve göre çıkış üretmekte ve üretilen bu çıkışlara göre engelli aracı hareket etmektedir. Örneğin; anlamlı “ileri” sesi veya anlamsız “aaa” sesi aracın ileri gitmesi için hazırlanmış algoritmalar. Engelli kişi mikrofona “ileri” veya “aaa” komutunu verdiğinde aracın ileri yönde hareket etmesi için “ileri” algoritması çalışmakta ve aracın ileri yönde hareket etmesini sağlayacak çıkışları üretmektedir.

Tasarım, Şekil 1'deki blok diyagramda görüleceği gibi algılayıcılar, ses işleme kartı, tüm ünitelerin kontrol edildiği ana kontrol ünitesi, grafik LCD, VR2 DC motor kontrol ünitesi ve redüktörlü DC motorlardan oluşmaktadır.



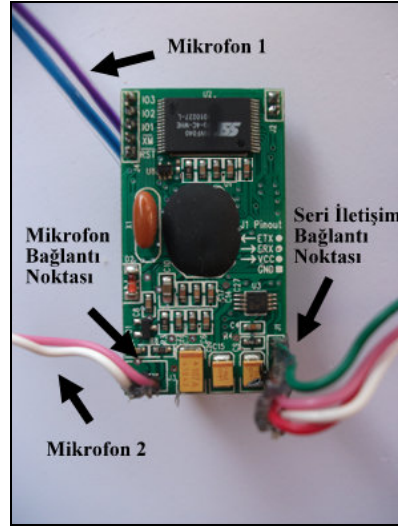
Şekil 1. Tasarlanan sistemin blok diyagramı

Ayrıca mekanik olarak tasarlanan bir engelli aracı ve bu üniteleri besleyecek güç kaynağı olarak, 24 volt bir jel akü kullanılmıştır. Sistemde engelli aracını kontrol etmek için kullanılacak iki adet algılayıcı bulunmaktadır. Algılayıcı 1, engelli bireyin seslerini almasını sağlayan kapasitif mikrofonlardan oluşmaktadır. Algılayıcı 2 ise, engelli bireyin dudakları veya dişleri arasına yerleştirilebilen ve basınç uygulandığında aktif olan, bir butondan oluşan algılayıcıdır. Algılayıcı 1 sayesinde ses komutları alınarak, bu ses komutlarına karşılık gelen algoritmalar çalışmaktadır. Bu şekilde “ileri”, “geriye”, “sağa”, “sola” ve “dur” işlevlerini yerine getirebilecek ses komutları tanımlanıp, algoritmaları yazılmıştır. Engelli birey algılayıcı 1’e tanımlanmış olan bu sesli komutlardan birini verdiğinde, tasarlanan sistem bu sesin hangi komut olduğunu algılayıp, bu komuta bağlı olan algoritmayı çalıştırmaktadır. Çalışan komut engelli aracını hareket ettirmeden önce, Grafik LCD (GLCD) ekranına komutun hangi komut olduğunu yazmaktadır. Örneğin; ileri komutu için GLCD ekranına “ileri” yazmaktadır. Eğer 3 sn içerisinde engelli birey, algılayıcı 2’yi aktif hale getirmezse komut yerine getirilecektir. Birey algılayıcı 2’yi, komut ekrana yazdıktan sonraki 3 sn içerisinde aktif hale getirirse, ekrana yazan komut iptal edilecektir. Bu sayede yanlışlıkla verilebilecek komutlarda veya algılayıcı 1’in yanlış komut algılaması durumunda, komutlar uygulamaya geçmeden iptal edilebilecektir. Ayrıca algılayıcı 2, komutları iptal etme dışında, araç hareket ederken aracın aniden durması gerektiği durumlarda veya engelli bireyin sesli olarak “dur” komutunun algılayıcı 1 tarafından algılanmadığı durumlarda, engelli aracını durdurmak için kullanılabilir.

B. SES İŞLEME KARTI VE SES KOMUTLARI

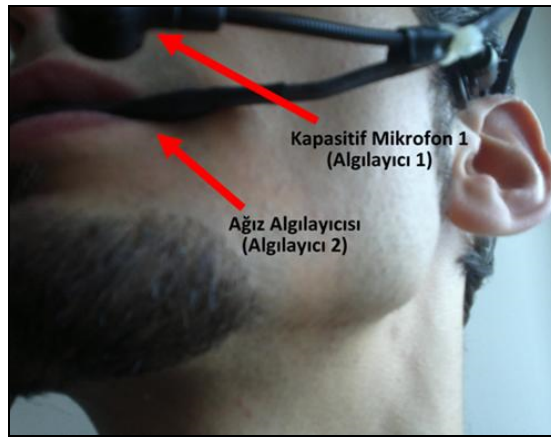
Tekerlekli sandalye uygulamalarında ses komutlarının algılanması ve işlenmesi genellikle bilgisayar tarafından yapılması tercih edilen bir uygulamadır [10]. Çünkü bilgisayarlar da bu işi kolaylıkla yapabilecek birçok program mevcuttur. Fakat bazı durumlarda bir bilgisayar kullanmak hareketli sistemler için uygun olmayabilir, fazla yer kaplayabilir ve pahalıya mal olabilmektedir. Çalışmada, bu dezavantajlar göz önüne alınarak düşük maliyetli, kullanışlı, küçük ve verimli bir kart olan ses işleme kartı kullanılmıştır. Kullanılan kart, kart ile uyumlu bir mikro denetleyici tarafından kontrol edilerek dış ortamdaki sesleri bir algılayıcı tarafından alınmasını ve alınan bu seslerin belirli bir dizilişe göre

hafızaya depolanmasını sağlamaktadır. Hafızadaki bu sesler kartı kontrol eden mikro denetleyicinin isteğine göre kullanılmaktadır. Şekil 2’de ses işleme kartı görülmektedir.



Şekil 2. Ses işleme kartı

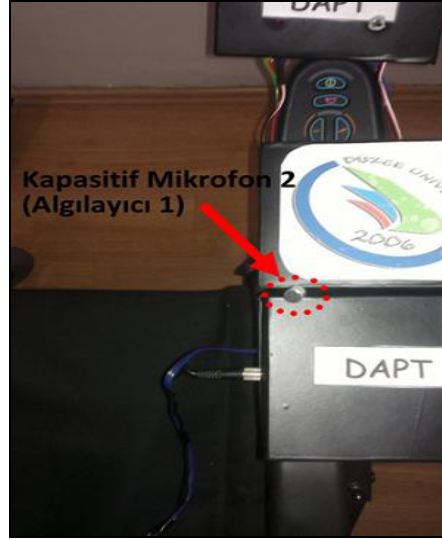
Ses işleme kartı, Şekil 2’de görüleceği gibi algılayıcı ve seri bağlantı noktası olmak üzere bir adet giriş ve bir adet çıkıştan oluşmaktadır. Algılayıcı ile alınan sesler bu karta kaydedilmekte ve kayıt işlemi bittikten sonra bu sesler algılayıcı girişine gelen sesler ile karşılaştırılmaktadır. Ses işleme kartında kullanılan algılayıcılar, iki adet kapasitif mikrondan oluşmaktadır. Şekil 3’de görüldüğü gibi ilk mikrofon ses komutları algılanacak kişinin ağız kısmının yanında bulunmakta ve gürültü önleyici mekanizma içermektedir.



Şekil 3. Mikrofon 1 için bağlantı şekli ve ağız algılayıcısının görünümü

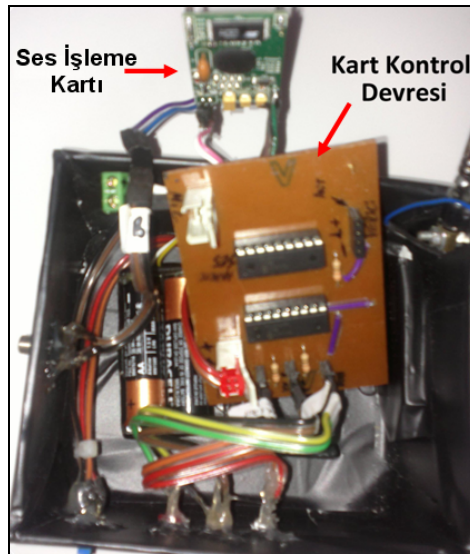
İkinci mikrofon ise, Şekil 4’de görüldüğü gibi kontrol ünitesinin üzerinde ve ses komutlarının algılanacağı kişiye doğru yerleştirilmiştir. Mikrofonlardan ses algılaması yapılırken mikrofon dizileri şeklinde ses algılaması ve tanımlaması yapılmaktadır. Kapasitif mikrofonların bu şekilde bağlanmasının sebebi, sesin alınacağı ortamın gürültülü veya gürültüsüz ortam olup olmadığı önceden tahmin edilemeyeceği için, hem gürültülü hem de gürültüsüz ortamda daha net ses algılama yapabilmesi içindir. Ağız kısmına yakın bulunan mikrofon sesi hemen algılayıp ses işleme kartına göndermekte ve kartın bu sesi karşılaştırıp doğru ses olup olmadığını kontrol etmesi sağlanmaktadır ve eğer doğru ses değilse kart algılamaya devam etmektedir. Bu sırada ikinci mikrofon uzakta olduğu için

ses buraya gecikmeli olarak gelmekte, bu seste ikinci mikrofon vasıtasıyla algılanmakta, karta gönderilerek kartın bu sesi karşılaştırması sağlanmaktadır. Ses, iki mikrofonu da farklı zaman dilimlerinde geldiği için ayrı ayrı algılanıp karta gönderilir ve ayrı zaman dilimlerinde işlenmiş olmaktadır. Bu sayede bir ses komutu iki kere ve fiziksel olarak farklı özellikte mikrofonlarla işlenerek hata payı en aza indirilmiş olmaktadır.



Şekil 4. Mikrofon 2'nin engelli aracı üzerindeki konumu

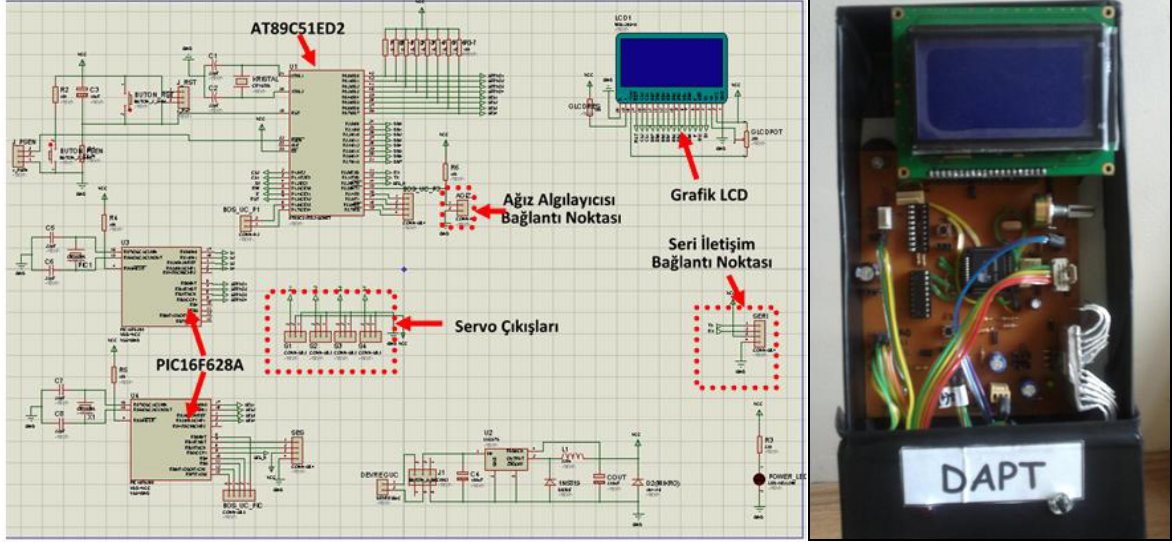
Bu çalışmada, ses kartını kontrol edebilmek ve ana kontrol ünitesi ile gerekli veri alışverişini sağlayabilmek için iki adet PIC16F628A kullanılmıştır. Bu iki mikro denetleyici birbiri ile veri alışverişi yapabilmektedir. Bu mikro denetleyicilerden biri ses kartı ile veri alışverişini düzenlerken, diğer mikro denetleyici de ana kontrol ünitesi ile veri alışverişini düzenlemektedir. Şekil 5'de bu üniteler görülmektedir.



Şekil 5. Ses işleme kartı ve kart kontrol devresi

C. ANA KONTROL ÜNİTESİ VE BİLEŞENLERİ

Ses işleme kartının kullanılabilmesi ve tanımlanan bu seslerin anlamlı bir çıkışa dönüşebilmesi için bir kontrol kartına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma için tasarlanan elektronik kart temel olarak 4 ana unsurdan oluşmaktadır. Bunlar; (i) tüm üniteyi kontrol eden AT89C51ED2 mikro denetleyicisi, (ii) engelli aracını hareketini sağlayabilmek için tasarlanan 2 adet servoyu sürebilmek için PIC16F628A mikro denetleyicisi, (iii) o anki yapılan işlemi kullanıcıya gösteren Grafik LCD, (iv) algılanan ses komutunun uygulanıp uygulanmayacağını belirleyeceğimiz ve kullanıcının acil durumlarda aracı durdurması için kullanılan algılayıcıdan (algılayıcı 2) oluşmaktadır.



Şekil 6. Ana kontrol ünitesi ve devre yapısı

AT89C51ED2 mikro denetleyicisi ile tüm üniteler kontrol edilebilmektedir. Mikro denetleyicinin ses ünitesi ile bağlantı kurabilmesi için, bir seri iletişim noktası oluşturulmuştur. Seri iletişim noktası ile mikro denetleyicinin ses işleme kartı ile iletişim kurması sağlanmaktadır. AT89C51ED2'ye bağlı, GLCD sayesinde kullanıcı sesli komut olarak hangi komutun çalıştırılmasını istediye, o komut ekranda yazmaktadır. Ayrıca bu mikro denetleyicide, kullanıcının komutları uygulayıp uygulamayacağını belirleyebileceği ve acil durumlarda kullanıcının aracı durdurabilmesini sağlayan Şekil 6'da gösterilen algılayıcı 2'nin bağlantı noktası da mevcuttur. AT89C51ED2 mikro denetleyicisi belirli işlemleri yaptıktan sonra bu işlemleri bir çıktı ile sonuçlandırması gerekecektir. Bunun için elindeki verilerin sonuçlarını, sayısal olarak PIC16F628A mikro denetleyicisine göndererek bu mikro denetleyicinin çıkışlarına bağlı olan servoları kontrol etmesi sağlanmaktadır.

D. PIC16F628A MİKRO DENETLEYİCİSİ VE SERVOLAR

AT89C51ED2 mikro denetleyicisinde işlenmiş olan veriler sonucunda sayısal çıkış üretilmektedir. Üretilen sayısal verilerin somut bir çıkış oluşturması ve engelli aracının hareket etmesi için, bu veriler AT89C51ED2 mikro denetleyicisinden, PIC16F628A mikro denetleyicisine gönderilmektedir. Bu mikro denetleyici, gelen sayısal bilgilere göre gerekli algoritmayı çalıştırarak, çıkışında bağlı bulunan ve Şekil 7'de görülen 2 adet servo için gerekli olan PWM (Pulse Width Modulation) sinyallerini üretmektedir. PWM sinyallerini alan servolar, PWM sinyalinin içindeki konum bilgisine göre hareket ederek o konuma gider. Bu şekilde, servolar gelen verilere göre çeşitli konumlar almakta ve servoların

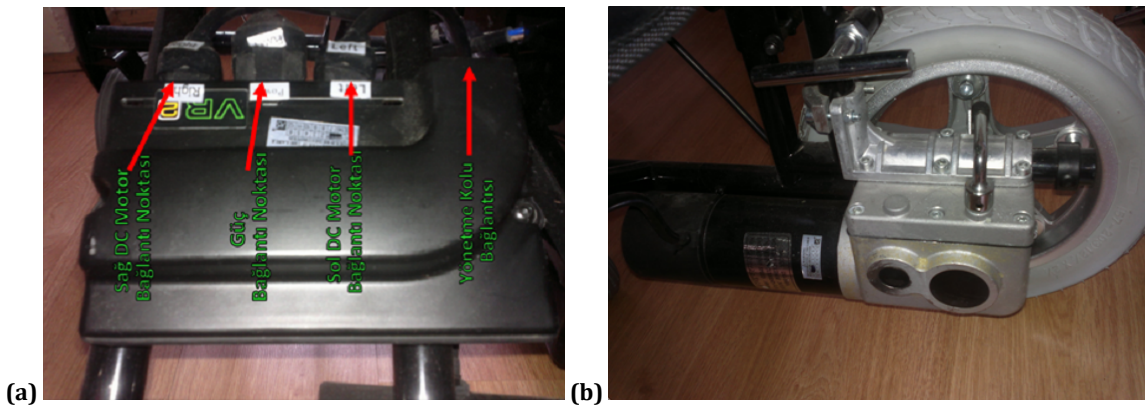
bağlı bulunduğu yönetme kolunu konumlandırmaktadır. Bu sayede, engelli aracına bağlı bulunan motorlar hareket ettirilerek, araca kullanıcının istemiş olduğu hareketler yaptırılmaktadır.



Şekil 7. Servolar ile yönetme kolu bağlantısı

E. TASARLANAN ENGELLİ ARACININ MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Engelli aracının mekanik hareketini sağlamak için redüktörlü DC motor, DC motor sürücü, güç kaynağı ve diğer mekanik aksamlar (tekerlek, v.b.) kullanılmıştır. Aracın hareketini sağlayacak başlıca kısımlardan biri redüktörlü DC bir motordur. Bu motor DC 24 volt, 168 amper ve 140 rpm (r/min) dönüş hızındadır. Bu motoru sürebilmek için, VR2 adında, yönetme kolu kontrollü bir DC motor sürücü ünitesi kullanılmıştır. Bu üniteleri beslemesi için 24 volt 180AH'lık bir jel VRLA (Valf Regulated Lead Acid, Sübap Ayarlı Kurşun Asit Akü) akü seçilmiştir. Bu akünün seçilme sebebi, ağır çevre koşullarına özelliklede sıcaklığa ve titreşime dayanıklı bir akü olmasındandır. Ayrıca bakım gerektirmeyen, uzun deşarj sürelerinde çok iyi performans veren, sızdırmaz ve gaz çıkışı minimum olan bir aküdür. DC motorlar, VR2 DC motor sürücü ünitesi ve engelli aracının resmi Şekil 8'de görülmektedir.



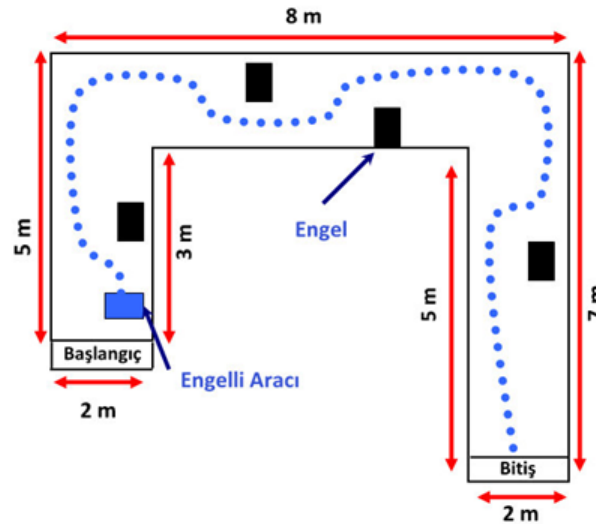


(c)

Şekil 8. (a) VR2 DC motor kontrol ünitesi (b) Redüktörlü DC Motor teker ve araç bağlantısı (c) Engelli aracı

III. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan deney ve testler sonucunda bu alanda yapılmış çalışmalardan farklı olarak, günlük yaşantıdaki olumsuzluklar göz önüne alınarak aracın güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için tasarlanan ağız algılayıcısının bu sistemin güvenliğinde ve kullanım performansında çok etkin olduğu görülmüştür. Çünkü kullanıcı kitlesinin boyundan aşağısı felçli olan bireyler olduğu düşünüldüğünde, bu bireylerin aracın hareketi sırasında karşılaştığı olumsuz durumlara vücut uzuvları ile müdahale edememektedir. Ağız algılayıcısı sayesinde engelli birey karşılaştığı bir olumsuz durumda aracı istediği an durdurabilmektedir. Ayrıca, hatalı verilen komutu veya algılayıcının yanlışlıkla algıladığı komutları iptal edebilmektedir. Yine yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak engelli araçta bulunan GLCD sayesinde kullanıcının, aracın yapacağı işlemi önceden görmesi ve eğer olumsuz bir durum var ise, o duruma ağız algılayıcısı ve ses algılayıcısı tarafından müdahale etmesi sağlanmıştır. Bu sayede, yapılan diğer çalışmalara göre, engelli aracının geliştirilmesinin yanında günlük hayattaki olumsuz koşullarda düşünülerek güvenlik ön planda tutulmuştur.



Şekil 9. Test parkuru

Engelli aracının tasarlanmasından ve genel testlerinin yapılmasından sonra, aracın engelsiz bir birey ve klasik normal tekerlekli sandalyeye göre performans analizleri yapılmıştır. Bu analizler, ortam kapalı

alan ve açık alan olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 9). Oluşturulan bu ortamlara göre Tablo 1 ve 2’de gösterilen sonuçlar elde edilmiştir.

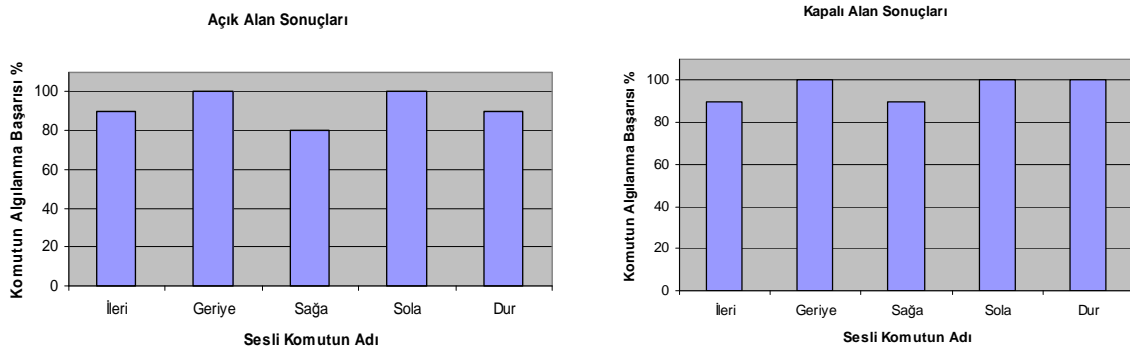
Tablo 1. Engelli Aracının Kapalı Alan Parkur Testi Sonuçları

Parkuru Tamamlama Süreleri			
<i>(s)</i>			
Tekrar	Engelsiz Birey	Standart Tekerlekli sandalye	Tasarlanan Engelli Aracı
1	22,16	41,79	165,88
2			196,18
3			138,82
4			149,62
5			128,96
Ortalama			155,89

Tablo 2. Engelli Aracının Açık Alan Parkur Testi Sonuçları

Parkuru Tamamlama Süreleri			
<i>(s)</i>			
Tekrar	Engelsiz Birey	Standart Tekerlekli sandalye	Tasarlanan Engelli Aracı
1	20,92	43,52	174,91
2			243,41
3			199,66
4			155,32
5			160,56
Ortalama			186,75

Tablo 1 ve 2’de görüldüğü üzere aynı alan içinde ve aynı kullanıcıda farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. Dikkat edilecek olursa, kullanıcı aracı kullandıkça daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Bu parametreler araç odaklı değil kullanıcı odaklı parametrelerdir ve kullanıcı araca alışıkça daha iyi sonuçlar verecektir. Araç farklı alanlarda da farklı sonuçlar üretmiştir. Bunun sebebi ise, ortamın durumuna göre ses komutlarının algılama sürelerinin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Kapalı alanda ses komutlarının ilk tekrarda algılanma oranı çok yüksek iken, açık alanda bu oran gürültünün olmasından dolayı düşmektedir. Şekil 10’da açık ve kapalı alanda kullanıcı tarafından tekrarlanan komutların başarı oranı görünmektedir. Burada her komut için 10 tekrar yapılmıştır ve bu 10 tekrar üzerinden kaç komutun algılanıp algılanmadığı belirtilmiştir.



Şekil 10. Açık alan ve kapalı alan %' de sonuçları

IV. SONUÇ

Bu çalışmada, boyundan aşağısı felçli ya da ellerini kullanamayan, tekerlekli sandalye kullanması mecbur olan engelli bireylerin yaşamlarını kolaylaştırabilmek için ses denetimli bir araç tasarlanmıştır. Tasarlanan engelli aracı gürültülü ortamlarda da başarılı bir şekilde ve bilgisayara ihtiyaç duyulmadan kullanılabilir. Bu çalışmanın devamı olarak, tasarlanan engelli aracı vasıtasıyla hareket etmesi düşünülen engelli bireyleri, yataklarından kimseye muhtaç olmadan, ses komutları ile onları hareket ettirip engelli aracına bindiren bir mekanizma yapılması planlanmaktadır. Ayrıca engelli aracının günlük motorlu taşıtların, engelliler için tek kişilik olarak ve ses komutları ile kontrol edilebilecek şekilde tasarlanması düşünülmektedir. Bu sayede, günlük yaşantılarında en az bir kişi tarafından bakıma muhtaç olan engelli bireylerin, tasarlanacak olan bu sistemler sayesinde kendi başlarına yaşamlarını sürdürebilmeleri amaçlanmaktadır.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma, Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmektedir. (Proje no: 2012.07.01.119) Ayrıca, Süleyman Demirel Üniversitesi, Uluslararası 15. Bilim ve Bahar Şenliği, Robot Yarışması 2.'liği (2012), Uludağ Üniversitesi, 3. Ulusal Robot Günleri Yarışması 2.'liği (2012) ve Çankaya Üniversitesi, Roboçankaya Robot Yarışması 1.'liği, (2013) almıştır.

V. KAYNAKLAR

- [1] M. Fezari, M. Bousbia-Salah, M. Bedda, *Voice and sensor for more security on an electric wheelchair*, Information and Communication Technologies, ICTTA '06. 2nd, Şam-Suriye, (2006) 854.
- [2] C.A. McLaurin, P. Axelson *Journal of Rehabilitation Research and Development* (27) (1990) 100.
- [3] M.F. Ruzajj, S. Poonguzhali, *Design and implementation of low cost intelligent wheelchair*, Recent Trends In Information Technology (ICRTIT), Chennai-Hindistan, (2012) 468.
- [4] G. Pires, U. Nunes *Journal of Intelligent and Robotic Systems* 34(3) (2002) 301.
- [5] M. Mazo, F.J. Rodriguez, J.L. Lazaro, J. Urena, J.C. Garcia, E. Santiso, P.A. Revenga *Control Engineering Practice* 3(5) (1995) 665.
- [6] Q.P. Ha, T.H. Tran, G. Dissanayake *International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications* 1(1-2) (2005) 49.
- [7] S.Y. Suk, H. Kojima *IEICE Electronics Express* 4(18) (2002) 569.
- [8] A. Murai, M. Mizuguchi, T. Saitoh, T. Osaki, R. Konishi, *Elevator available voice activated wheelchair*, The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Toyama-Japonya, (2009) 730.
- [9] U. Qidwai, F. Ibrahim, *Arabic speech controlled wheelchair: A fuzzy scenario*, 10th International Conference on Information Science, Signal Processing and their Applications (ISSPA 2010), Kuala Lumpur-Malezya, (2010), 153.
- [10] M. Nishimori, T.Saitoh, R. Konishi, *Voice controlled intelligent wheelchair*, SICE, 2007 Annual Conference, Takamatsu-Japonya, (2007), 336.