



Alınış tarihi (Received): 16.10.2017
Kabul tarihi (Accepted): 26.12.2017

Baş editor/Editors-in-Chief: **Ebubekir ALTUNTAŞ**
Alan editörü/Area Editor: **Turgut ÖZSEVEN /**
Bülent TURAN

Akülü Engelli Araçları İçin Engel Algılayan Çizgiler Arasında Giden Robot Tasarımı ve Gerçeklenmesi

Sedat Turan^{a,*}

^a*Erzincan Üniversitesi, Refahiye Meslek Yüksekokulu, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Mekatronik Programı, 24300 Erzincan-Türkiye*

**Sorumlu yazar, e-posta: sturan@erzincan.edu.tr*

ÖZET: Bu çalışmada endüstriyel alanlarda özellikle üretim bölümlerinde yoğun olarak kullanılan ve robotların bir alt türü olan gezgin robot üzerinde çalışma yapılmıştır. Çalışmada, akülü engelli araçlarının sosyal alanlarda istenildiğinde otomatik olarak çizgi takip ederek hareket etmesi, araç önüne çıkabilecek engel durumuna göre hareket sisteminin karar vermesi ve yardımcı kişilerin sistemi uzaktan kontrol etmesi için gezgin robot tasarımı yapılmıştır. Robotik sistem literatürdeki çalışmalardan farklı olarak onlarca çeşidi olan Arduino kart içerisinde Arduino Nano kart kullanılmıştır ve bu sayede devre kartı boyutu küçük olması sağlanmıştır. Robotun gövdesi 3D yazıcıdan çıkarılmıştır. Sistemin beyaz şeridi algılaması için QTR-1RC kızılötesi sensör çifti, engelleri algılaması için MZ80 kızılötesi sensör kullanılmıştır. Hareket sistemi olarak ön tarafa iki demir tekerlek, itme ve yön işlemleri için çift motor sürücü kartı ile birlikte iki adet servo motor kullanılmıştır. Sistemin güç ünitesini uzaktan aktif-pasif yapmak için radyo frekanslı model araba kumandası alıcı-verici devresi eklenmiştir. Bunların dışında devre bağlantı kablosu, direnç, led gibi yan devre elemanları kullanılarak sistemin donanımsal yapısı tamamlanmış ardından Arduino kartın programlanması yapılmıştır. Yazılım tasarlanırken, sensörlerden gelen veri doğrultusunda kullanıcıyı bilgilendirici led yakması ve motor yönlendirmelerini yaparken ani hız düşmesi gibi durumlar göz önünde bulundurulmuştur. Sistemin gerçekleşmesinin ardından yapılan denemelerde düz iki çizgi arasında harekette herhangi bir sorun olmadığı, ancak kavisli yollarda bazen robotun çizgilerin dışına çıktığı gözlemlenmiştir. Robotun önüne engel çıkma durumunda yapılan denemelerde doğru tepkime vererek sistem motorlara olan gücü kesmiştir. Anlık durumlara karşı sistemi uzaktan kablosuz kontrol ederek güç ünitesini devre dışı bırakılabildiği görülmüştür. Sistem, akülü engelli araçlarının yapısına göre değiştirilerek kullanılabilirliği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler – Engel algılayan, robot, çizgi izleyen

Design and Implementation of a Robot Detecting Obstacles and Going Between Lines For Electric Powered Wheelchair

ABSTRACT: This study is about a mobile robot, a sub-genre of robots, especially used in the production sections of industrial areas to a high degree. In the study, a mobile robot is designed for Electric Powered Wheelchairs to move by following the lines automatically in social areas if required, for the motion system to decide considering the obstacles that may appear in front of the vehicle and for helpers to control the system remotely. Unlike the works in the literature of robotic systems, Arduino Nano card has been used among dozens of varieties of Arduino card and thus the size of the circuit board is minimized. The body of the robot is printed out from a 3D printer. QTR-1RC infrared sensor couple has been used for the the system to detect white strip and MZ80 infrared sensor has been used to detect obstacles. Two iron wheels have been used in the front as the moving mechanism and two servos have been used in addition to a dual motor driver card for

thrust and direction operations. Radio frequency model car control receiver has been added to make the power unit of the system active-passive remotely. In addition, hardware structure of the system has been completed by using side circuit elements such as connection cable, resistance, led and the Arduino card is programmed subsequently. While designing the software, cases such as led lights to inform the user according to data from sensors and sudden speed drops while making motor directions has been considered. In the tests performed after the implementation of the system, no problem has been observed in motion, but robot has been detected to go out of lines in curved roads sometimes. The system has reacted correctly in the tests performed to observe the situation when an obstacle appears in front of the robot, and the system has turned off the power to motors. It has been observed that, the power unit can be deactivated in case of emergency by controlling the system remotely, without cable. It has been observed that, the system can be used by modifying in accordance with the structure of electric powered wheelchairs.

Keywords – *Detecting obstacles, robot, line follower*

1. Giriş

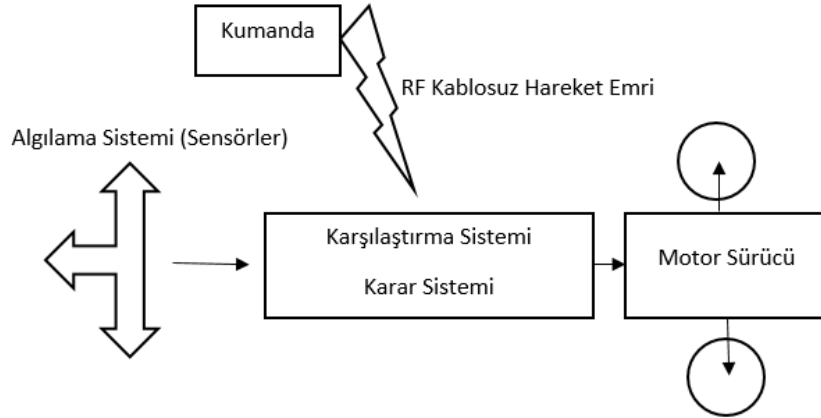
Elektronik, mekanik ve sibernetik yapıların bir araya gelmesi ile oluşan “Robotik Sistemler” günümüzde araştırma, eğitim, ticari, endüstriyel, uzay görevleri, riskli bölgeler veya değişik amaçlara göre tasarlanmakta ve kullanım alanları gittikçe artmaktadır (Özdemir ve ark. 2007; Çamoğlu, 2015). Bir referans koordinat sistemine göre robotun çalışma hacmi yer değiştirmiyorsa “gezgin olmayan robot”, eğer yer değiştiriyorsa bu robota “gezgin veya mobil robot” adı verilmektedir (Çelik ve ark. 2009). Robotik sistemlerin özellikleri arttıkça, tasarım ve kontrolü de zorlaşmaktadır, bu sebeple robotların kontrolleri bilgisayar sistemine dayalı olarak yapılması zorunluluk olmaktadır. Robotik sistemlerde robot, operatör ile birlikte kendi başlarına kısıtlı işlemleri yapabiliyorsa “yarı-otonom robot”, eğer operatör olmadan çevresel faktörler ile ne yapacağına karar verebiliyorsa ise bu tip robotlara da “tam otonom robot” adı verilmektedir (Yılmaz ve ark. 2006).

Bu çalışmada; robotların bir alt türü olan gezgin robot üzerinde çalışma yapılarak, akülü engelli sandalye veya araçlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Akülü engelli araçları, sağlık koşulları bakımında ihtiyacı olan insanların sosyal çevre iletişimlerinde önemli bir ihtiyaç durumundadır. Günümüzde engelli insanların durumları düşünülerek özel veya kamu alanlarında gün geçtikçe değişik imkânlar ve yenilikler sağlanmaktadır (engel rampası, kabarıklık okuma yazıları ve zeminler, asansör vb.).

Yapılan çalışmada, engelli insanların kullandığı araçlarda kullanıcı (operatör) yükünü azaltarak tam otonom özellik kazandırılmasına yönelik çizgiler arasında gitmesi, engel algılaması gibi işlemlerin otomatik olarak yapılması amaçlanmıştır.

2. Sistemin Özellikleri

Robotik sistem; algılama, hareket ve karar sistemi olarak ana üç temel yapıdan oluşmaktadır. Sisteme daha sonra kablosuz iletişim eklenerek uzaktan kontrol sağlanmıştır. Robotun blok diyagramı Şekil 1’ de görülmektedir.



Şekil 1. Robotun blok diyagramı

Figure 1. Block diagram of the robot

Sistem, iki çizgi arasında gidebilen engel durumunda sistemin çalışmasını durdurma özelliği temel alınmıştır. Ulusal ve uluslararası boyutta yarışmaları günümüzde halen yapılan çizgi izleyen robotlar, beyaz zemin üzerindeki siyah çizgiyi veya siyah zemin üzerindeki beyaz çizgiyi takip etmek amacıyla tasarlanmaktadır. Bu çalışmada, siyah zemin üzerinde beyaz iki çizgi platformu kullanılmıştır (Anonim, 2009). Platform Şekil 2’ de görülmektedir. Çizgi takibi ile ilgili uygulamalar günümüzde algılayıcı (sensör) ile yapılabildiği gibi kameralı bilgisayar sistemleri kullanılarak görüntü işleme yöntemleri kullanılarak da gerçekleştirilebilmektedir. Çizgi izleme ile ilgili fabrikalarda parça taşıma işlemlerinde, otomotiv sektöründe araçlarda “şerit takip sistemleri” en güncel uygulama örneği olarak gösterilebilir.



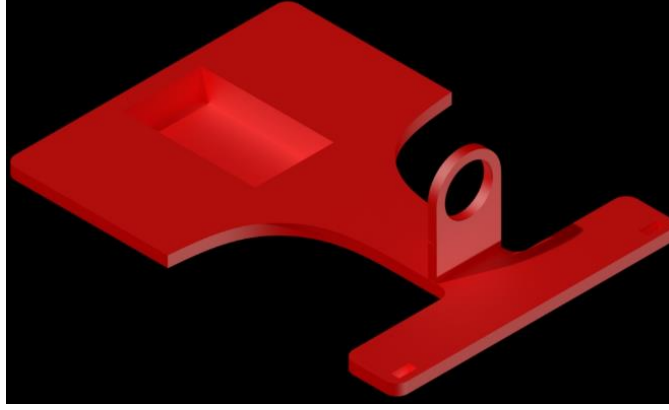
Şekil 2. Robotun çalışma platformu

Figure 2. Robot work platform

Robotik sistem çizgi takip işlemi haricinde, araç önünde engel olması durumunda ön bölmede yer alan sensör aracılığıyla sistemin durdurulması sağlanmıştır. Günümüzde gelişmiş taşıtlarda, takip mesafesi altına düşen durumlarda kullanıcıyı bilgilendirmesi ve oluşabilecek olumsuz durumlara karşı aracı frenlemesi için “otomatik acil fren” sistemi geliştirilmiştir.

3. Robotun Mekanik ve Fiziksel Yapısı

Çeşitli uygulamalara mekanik açıdan müsait olan çizgi izleyen robotlarda gövde tasarımı yaparken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, kullanılacak motor ve pile gövde tasarımı yapılmasıdır. Yapılan tasarımda motor ve diğer parça elemanlarının yerleşim planı ile toplam robot ağırlığı düşünülmelidir (Anonim, 2009). Robotik sistemlerin ağırlığı gezgin robotların motor gücünü doğrudan etkilemektedir. Yapılan bu çalışmada, robotik sistemin fiziksel plakası (alt tabaka) 3D modeli AutoCad 2018 (eğitimciler ve öğrenciler için ücretsiz) yazılımı kullanılarak tasarlanmıştır (Şekil 3) (Anonim, 2017a).



Şekil 3. Robotik sistemin fiziksel plakasının 3D tasarımı
Figure 3. 3D design of the physical plate of the robotic system

Robotik sistemin alt tabakası 3D yazıcı kullanılarak çıkarılmıştır. Şekil 4' de alt tabaka görülmektedir.



Şekil 4. Robot alt tabakası
Figure 4. Robot bottom layer

Robotik sistemin hareketi, arkada iki adet DC motor ile bunlara bağlı tekerlek ve ön tarafta metal top tekerleklerden oluşmaktadır. Kullanılan motor ve tekerlekler Şekil 5'de görülmektedir.



Şekil 5. Kullanılan motor ve tekerlekler, a) polulu sarhoş tekerlek, b) motor ve ağır silikon tekerlek (Anonymous, 2001; Anonim, 2017a)

Figure 5. Used engines and wheels, a) Polished drunk wheel, b) Motor and heavy silicon wheel (Anonymous, 2001; Anonim, 2017a)

a)Pololu sarhoş adı verilen tekerlekler, çizgi izleyen ve engelden kaçan gibi projelerde daha çok tercih edilmektedir. Plastik ve metal bilye olarak üretilen bu tekerlek tipi, kullanım kolaylığı açısından en iyi tekerlek tiplerindedir.

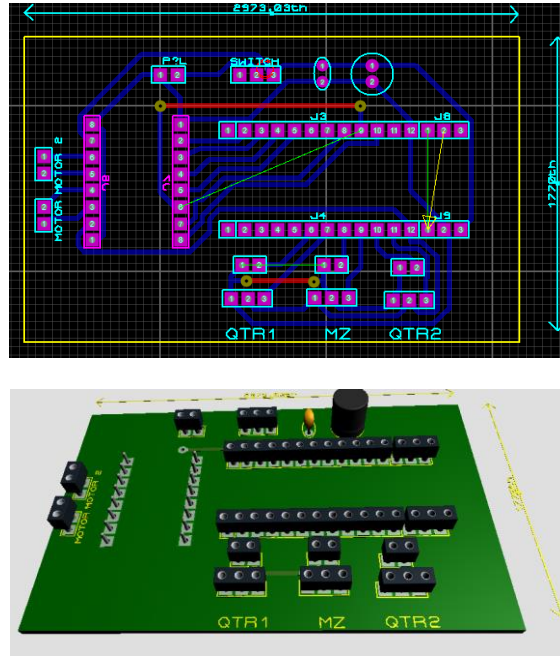
b)Sert çelikten üretilen silikon tekerlekler, maksimum sürtünmeye sahip olduğundan robot projelerinde çoğunlukla kullanılmaktadır. Çalışmada silikon tekerlekler, 6v gerilim ve yüksek güce sahip mikro motorlar ile birlikte kullanılmıştır.

Robotik sistemin güç ünitesi için bir adet 7.4v lipo batarya ve kumanda alıcı devresi için bir adet 4.8v Ni-Cd batarya kullanılmıştır. Çizgi izleyen robot ve bu gruptaki robot çalışmalarında güç birimi piller, tasarımı yapılan çalışmaya göre gerilim ve akım gibi özellikleri farklılık gösterebilmektedir.

4. Yazılım ve Elektronik Sistem

Sistemin elektronik parçaları motor sürücüsü kartı, algılayıcılar, Arduino kart, devre ana kartı, kumanda alıcı- verici modülü, röle, uyarı led ve diğer yan devre elemanlarından oluşmaktadır. Sistemin yazılım bölümü ise sensörlerden gelen veriler doğrultusunda motor hareketini vererek sistemin hareketini sağlamaktadır.


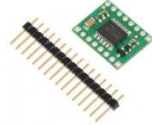


Robotik sistem, “Proteus” tasarım ve baskı devre programında hazırlanmıştır. Ana kart baskı devre ve 3 boyutlu görüntüsü Şekil 6’da görülmektedir.



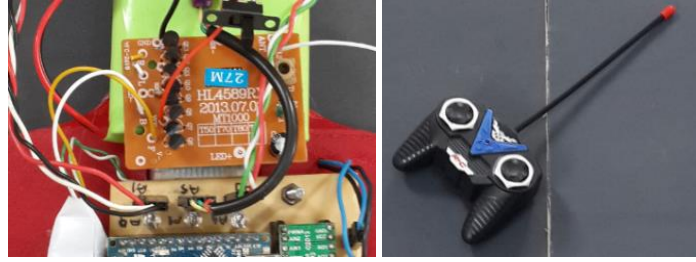
Şekil 6. Robot ana kart baskı devre ve 3 boyutlu görünüm
Figure 6. Robot motherboard printed circuit and 3D view

Robotik sistemde kullanılan ana elektronik devre elemanları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Elektronik ana devre elemanları (Anonim, 2010; Anonim, 2015)
Table 1. Electronic main circuit elements (Anonim, 2010; Anonim, 2015)

| Devre elemanı | Görsel |
|--|--|
| Arduino Nano V 3.0 Atmega328 |  |
| Çift Motor Sürücü Kartı |  |
| Kızılötesi Engel Algılama Sensör - E18-D50NK - MZ80 |  |
| QTR-1RC Kızılötesi Sensör Çifti |  |

Robotik sistemde uzaktan kontrol ile güç ünitesini devreye alma ve devreden çıkarma işlemi için röle kullanılmıştır. Sistemde kullanılan alıcı devre ve verici kumanda (27 mhz) Şekil 7' de verilmiştir.



Şekil 7. Alıcı devre ve verici kumanda (rc model araba kumandası)





Figure 7. Receiving circuit and transmitter control (rc model car controller)

Robotik sistemde, 2 adet 10uF kondansatör, bilgilendirme işlemi için 3 adet led, 1 adet anahtar (switch), soket ve ara kablo elemanları da bulunmaktadır.

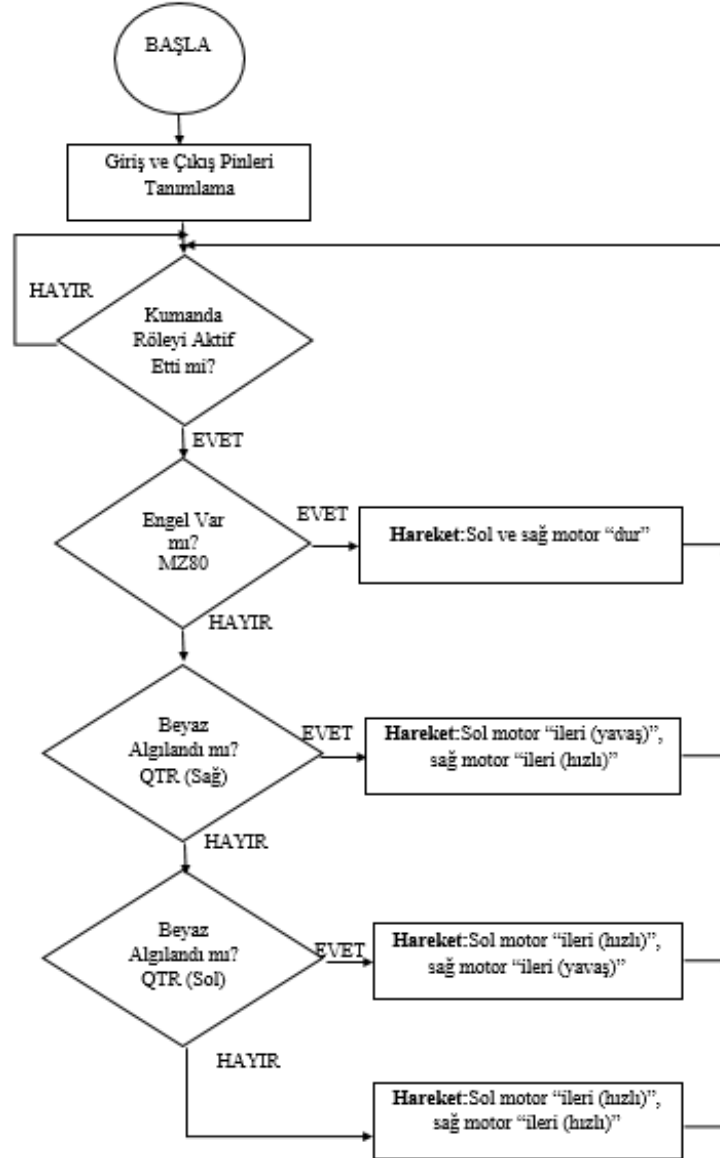
Gömülü Sistem (Embedded) uygulamalarında yoğun olarak mikrodenetleyiciler kullanılmaktadır. Mikroişlemci, bellek donanımı ve iletişim donanımlarını içerisinde bulunduran tümleşik yapıdaki mikrodenetleyiciler, kolaylıkla uygulama geliştirmemize olanak sağlamaktadır. Yapılan uygulamalarda hataları azaltmak ve süreci hızlandırmak için Arduino Kartlar üretilmiştir. Sistem, PIC mikrodenetleyiciler ile yapılan çalışmaların aksine Arduino Nano V 3.0 kart (Atmega328 mikrodenetleyici) kullanılmıştır. C++ programlama dili yazılarak programlanmıştır. Yazılan programın derlenmesi ve yüklenmesi için Arduino 1.8.2 yazılımı kullanılmıştır. Robotik sistemde karar verme işlemi, algılayıcıların durumlarının yorumlanması ile gerçekleştirilmiştir (Anonymous, 2017; Delebe, 2017). Robotik sistemde hareketi sağlayan tekerlekler mikrodenetleyicinin göndermiş olduğu çıkışlara göre birbirinden bağımsız hareket etmektedir. Robotik sistemde uzaktan kumanda ile röle çalıştırılarak sisteme enerji verilir ve arduino daki yazılım, her sensörden gelen veri doğrultusunda robotun hareket mekanizmasını çalıştırır. Robotik sistemin çalışma alanı, siyah zemin üzerine geniş aralıklı beyaz iki çizgiden oluşmaktadır. Sensörler ile hareket mekanizması ilişkisi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Robotik sistemin sensör-hareket bilgisi

Table 2. Sensor-movement information of the robotic system

| Sensör-Hareket Bilgisi | Açıklama |
|---|---|
|  | Algılayıcı: Engel yok, beyaz çizgi algılanmadı Hareket: Sol ve sağ motor ileri |
|  | Algılayıcı: Engel var, beyaz çizgi algılanmadı Hareket: Sol ve sağ motor durdu |
|  | Algılayıcı: Engel yok, beyaz çizgi algılandı.(Sağda algılandı, robot sola yönelecek) Hareket: Sol motor ileri (yavaş), sağ motor ileri (hızlı) |
|  | Algılayıcı: Engel yok, beyaz çizgi algılandı.(Solda algılandı, robot sağa yönelecek) Hareket: Sol motor ileri (hızlı), sağ motor ileri (yavaş) |

Sistem tasarımında robot, beyaz çizgi algıladığı anda keskin dönüş yapmamakta, her iki tekerlek ileri hareket ederek araç olabildiğince hızını mevcut tutmaktadır. Sistemde tekerleklere verilen güç miktarı farklılaştırılarak dönüş kabiliyeti sağlanmıştır. Robotik sistemin akış diyagramı Şekil 8’de görülmektedir.



Şekil 8. Robotik sistemin akış diyagramı

Figure 8. Flow diagram of the robotic system

5. Sonuç

Sistem ile yapılan denemelerde kullanılan platform iki çizgi arasındaki genişlik araç genişliğinden fazla olmasına rağmen düz alanlarda tam doğruluk verirken, motorlara gelen güç miktarı fazla olduğu pil durumlarında dönüşlerde bazen kaçmalar yaptığı gözlemlenmiştir. Engel algılama denemelerinde ise aynı mesafede doğru tepkimeler vererek sistemin hareketini durdurmuştur.

Sistemin tasarımı aşamasında yapılan araştırmalarda akülü engelli araçlarında mekanik mukavemet, enerji verimliliği, ergonomik tasarım veya konfor gibi yapılarda iyileştirmeler

yapıldığı ancak teknolojik yenilik olmadığı görülmüştür. Bu bağlamda, akülü engelli araçları için bu geliştirilen sistem kullanıcı için kolaylık sağlayacaktır. Sistemin iyileştirilmesine ek olarak fiziksel çevrede de yapılacak yenilikler ile engelli insanların toplum ile bütünleşmesinde fayda sağlayacaktır. Örnek olarak; park, gezi alanları, müze, sahil veya alışveriş mağazaları gibi yerlerde iki çizgi kullanımı örnek verilebilir veya görüntü işleme teknikleri bilgisayarlı sistemler ile kullanılarak sarı engelli yollarının kullanılabilirliği artırılabilir. Bu sayede araç sahipleri, tam otonom olarak araçlar hareket edeceğinden sosyal çevre ile daha rahat iletişim halinde olabileceklerdir. Sistem geliştirilerek; güç ölçer, sesli komut, acil/panik butonu, SMS bilgilendirme, GPS tabanlı otomatik seyir, araç takip veya android arayüz gibi özellikler katılabilir. Bu sistemin geliştirilmesi özellikle küçük yaşlarda kullanıcıların kullanımını kolaylaştıracak ve psikolojik durumlarında iyileşmeye sebep olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2009. Çizgi İzleyen Robot Yapımı. Robotik Sistem Robotik ve Otomasyon Sistemleri, <http://www.robotiksistem.com/> (20 Eylül 2017).
- Anonim, 2010. Robotistan Elektronik Ticaret AŞ, <https://www.robotistan.com/> (08 Ekim 2017).
- Anonim, 2015. Codem Teknoloji Mühendislik İnşaat Sanayi Ticaret Ltd. Şti., <http://www.robodukkan.com/> (08 Ekim 2017).
- Anonim, 2017a. Öğrenciler ve Eğitimciler için Ücretsiz Yazılım. Autodesk Company, <https://www.autodesk.com.tr/education/free-software/autocad> (12 Ekim 2017).
- Anonim, 2017b. Tekerlekler. Element Elektronik, <http://www.fldepo.com/SLT20P-Agir-Silikon-Tekerlek-2-Adet,PR-671.html> (08 Ekim 2017).
- Anonymous, 2001. Pololu Ball Casters. Pololu Robotics & Electronics, <https://www.pololu.com/category/45/pololu-ball-casters> (08 Ekim 2017).
- Anonymous, 2017. <https://www.arduino.cc/en/main/software> (08 Ekim 2017).
- Çamoğlu, D., 2015. Bilgisayar Kontrollü Robotik. Dikey Eksen Yayınları, İstanbul.
- Çelik, O., Yiğiter, E., Sedef, H., 2009. Kablosuz Ağ Tabanlı Gezgin Keşif Robotu:Kaşif. Elektrik-Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kongresi ve Fuarı, İstanbul.
- Delebe, E., 2017. Projeler ile Arduino. KODLAB Yayın Dağıtım Yazılım ve Eğitim Hizmetleri San. Tic. Ltd. Şti, İstanbul.
- Özdemir, Y., Sezgin, A., Yüksel, T., 2007. Çizgi İzleyen Gezgin Bir Robotun İncelenmesi ve Gerçeklenmesi. IV. Otomasyon Sempozyumu, Samsun.
- Yılmaz, N., Sağıroğlu, Ş., Bayrak, M., 2006. Genel Amaçlı Web Tabanlı Mobil Robot: Sunar. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21(4),745-752.