OTONOM TEMİZLİK ROBOTU

Hakan ÇELİK[1] , Tolga OLCAY[2], Taner AKKAN[3], Özlem AKKAN[4] ,
Yasin GEÇİCİ[5] ,Ozan GÜLER [6], Gökhan KAHRAMAN[7], Atalay ENGİN[8]

ÖZET

Otonom kelimesi kendi kendine karar verebilme yeteneğine sahip, dışarıdan kontrol edilmesine gerek duyulmayan anlamlarına gelmektedir. Bu çalışmada otonom olarak hareket edebilen, engellere çarpmadan belirli bir alanı temizleme işlemini yapabilme yetisine sahip bir robot tasarlanmıştır. Robot, üzerindeki ultrasonik sensörler sayesinde çevresinde bulunan engelleri fark etmekte ve engellere çarpmadan hareketine devam etmektedir. Temizleme işlemini şasenin altına konumlandırılmış temizleme takımı yapmaktadır. Bunlar yerdeki pislikleri bir çöp haznesine toplayan elektrikli gırgır ve yeri fırçalayıp tozu alan silindir fırçadır. Silindir fırça şasenin içerisine yerleştirilmiş 300 RPM DC motorla kontrol edilmektedir. Fırçanın daha geniş bir alanı temizlemesi için L redüktörlü DC motor kullanılmıştır. Sistem Arduino Mega 2560 ile kontrol edilmektedir. Sensörlerden okunan mesafeye göre motorlara hareket verilmekte böylelikle engel olmayan yöne doğru giderek engel aşılmaktadır. Yapılan prototipte bu işlemler başarılı bir şekilde yapılmaktadır.

1.GİRİŞ

Son yıllarda robotlar üzerine yapılan çalışmalar hız kazanmış ve hayatın her alanında kullanılan değişik tipte robotların sayısı artmıştır. Tam ve yarı otonom olarak çalışabilen servis robotlarına örnek olarak; medikal, su altı, gözetim-denetim, imha robotları gösterilebilir

[1] Mekatronik Programı İzmir MYO Dokuz Eylül Üniversitesi hakan.celik@deu.edu.tr
[2] Mekatronik Programı İzmir MYO Dokuz Eylül Üniversitesi tolga.olcay@deu.edu.tr
[3] Mekatronik Programı İzmir MYO Dokuz Eylül Üniversitesi taner.akkan@deu.edu.tr
[4] Elektronik Haberleşme Programı, İzmir MYO, Dokuz Eylül Üniversitesi, ozlem.karaca@deu.edu.tr
[5] Mekatronik Programı, İzmir MYO, Dokuz Eylül Üniversitesi, yasingecici35@gmail.com
[6] Mekatronik Programı, İzmir MYO, Dokuz Eylül Üniversitesi, ozanguler5555@hotmail.com
[7] Mekatronik Programı, İzmir MYO, Dokuz Eylül Üniversitesi, gokhan_kahraman35@hotmail.com
[h] Mekatronik Programı, İzmir MYO, Dokuz Eylül Üniversitesi, atalayengin@windowslive.com

[1]. Bu çalışmada otonom olarak çalışabilen bir temizlik robotu yapılmıştır. Robot küçük ve katı çöp parçalarını toplayıp haznesinde biriktirebilmektedir. Sistem bir anahtar ile on-off çalıştırılıp durdurulmaktadır. Çalışma konumuna alındıktan sonra bırakılan temizleme alanına her hangi bir noktadan bırakılan robot öndeki (2 numaralı) sensörden gelen bilgiyi okuduktan sonra sağdaki (3 nolu) ve soldaki (1 nolu) sensörlerden gelen mesafe bilgilerini ölçerek engelin olmadığı olmayan yöne doğru doğrusal olarak ilerlemektedir.

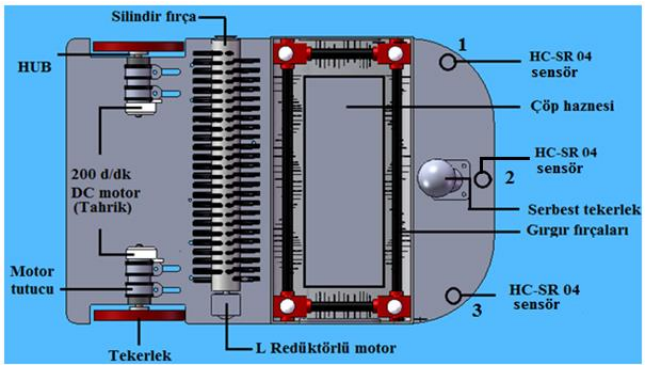
Engellerin saptanmasında üç adet HC-SR 04 ultrasonik mesafe sensörü kullanılmıştır [2]. Sensörler robotun önüne, soluna ve sağına konumlandırılarak geniş bir tarama alanı oluşturulmuştur. HC-SR 04 ultrasonik mesafe sensörü 3cm ile 450cm yarıçapında ve 30^0 lik bir daire şeklinde alanı tarayabilmektedir. Tarama mesafesi uzunluğu isteğe bağlı olarak yazılım ile ayarlanabilmekte olup bu çalışmada 20cm olarak ayarlanmıştır. Sensörlerden alınan mesafe bilgisine göre motorların hızı ve yönü Pals Genişlik Modülasyonu (PWM) tekniği ile kontrol edilerek robota hareket verilmektedir.

Temizleme işleminde genellikle iki teknik kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi vakumlama ve ikincisi zeminin ıslatılarak süpürülmesidir [3]. Bu çalışmada robot serbest dolaşım esnasında ön tarafına konumlandırılan elektrikli gırgır yardımıyla alanı süpürmekte ve 2cm çapına kadar olan büyüklükteki katı çöpleri çöp haznesine toplayabilmektedir.

2. MEKANİK YAPI TASARIMI VE KURULUM

Robotun mekanik tasarımı sistemin dinamik performansı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Bu nedenle mekanik tasarım aşamalarında en hızlı mekanik tepki verebilmesi hedeflenmiştir. Sistemin elemanları sistemin titreşimini en düşük düzeyde tutacak şekilde ve dengeyi bozmayacak şekilde konumlandırılmıştır. Solidworks programında yapılan çizimde robotun uzunluğu 45cm ve genişliği 30cm olarak tasarlanmıştır. *Şekil 1*'de şase üzerine yerleştirilmiş motorlar, tekerlekler, silindir fırça, elektrikli gırgır, mesafe sensörlerinin yerleşim planı gösterilmiştir. Şase 2mm kalınlığında krom saç levhadan lazer kesimle üretilmiştir. 200 d/dk ile dönen DC motorların miline robotun tahrik hareketini sağlayan iki adet 9,5cm çapında poliüretan tekerlek takılmıştır. Motorların tekerleklerle bağlantısı 4mm çapında HUB'lar sağlamaktadır. Motorları şaseye monte etmek için dört adet boru kelepçesi kullanılmıştır.

Şasenin alt kısmına elektrikli gırgır silikon yardımıyla monte edilmiştir. Elektrikli gırgır kendi modülü içine yerleştirilmiş bir DC motor ile sabit devirde döndürülmektedir. Sistemde ayrıca kullanılan silindir fırçanın hareketini sağlamak amacıyla redüktörlü L motoru kullanılmıştır. Silindir fırçanın dönüşünü sağlamak amacıyla diğer mili F626Z rulman takılarak şase üzerine sabitlenmiştir.



Şekil 1. Şase üzerinde elamanların mekanik yerleşimleri

3. ELEKTRİK ELEKTRONİK DONANIM

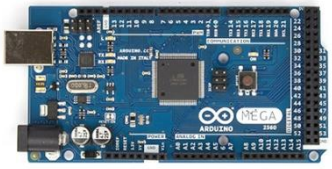
Sistemin kontrolünde mikrodenetleyici olarak Arduino platformunu tercih edildi. Arduino diğer mikrodenetleyicilere göre bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Arduino'nun PIC mikrodenetleyiciye göre başlıca avantajları karşılaştırmalı olarak *Tablo1'de* gösterilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi Arduino birçok yönüyle PIC'den üstündür. Arduino platformu yukarıda sayılan tüm sorunları tümleşik bir yapı içerisinde gidermiş ve bu sorunlara bir son vermiştir.

Tablo. 1

Özellik	PIC	ARDUINO
Programlama Kartı	Harici Gerekli	Dahili olarak mevcut
Seri Kanal Sayısı	1	4
Reset Devresi	Harici Kurulmalı	Dahili olarak mevcut
Regüle Devresi	Harici Kurulmalı	Dahili olarak mevcut

Osilatör Devresi	Harici Kurulmalı	Dahili olarak mevcut
Giriş Çıkış Pin Sayısı	Yetersiz	Yeterli
Programlama Kolaylığı	Zor	Kolay

Bu çalışmada Arduino Mega 2560 R3 kullanılmıştır (*Şekil 2)*. Arduino Mega 2560 R3 diğer Arduino kartlarına göre daha fazla giriş-çıkış sayısına sahip olması nedeniyle tercih edilmiştir. Arduino Mega 2560 R3'ün bünyesinde 54 adet sayısal giriş-çıkış (15 PWM), 16 adet analog giriş-çıkış ve 4 kanal seri haberleşme portu bulunmaktadır.[4]



Şekil 2. Arduino Mega 2560

Gerçekleştirilen çalışmada robota hareket vermek için iki adet 200 d/dk ile çalışan ve üzerinde enkoder bulunan DC motor kullanıldı (*Şekil 3)*. Temizlik işlemini başarıyla yapabilmesi için bu devirde bir motorun yeterli olduğu araştırmalar sonucunda belirlendi. Motorlar robota tahrik vereceği için metal dişli DC motor tercih edildi. Motorlar 12V besleme voltajı ile çalışmakta ve 250 mA akım çekmektedir [5].

Robotun temizleme işlevinin yerine getirebilmesi için özel üretim yapılan silindir fırça kullanıldı. Silindir fırçayı kontrol etmek için L redüktörlü 300 d/dk ile çalışan DC motor tercih edildi. L motorda, motorun mili motor kısmına 90° lik açı ile konumlandırılmıştır (*Şekil 4*) [6].



Şekil 3. Encoderli DC Motor



Şekil 4. L Redüktörlü DC Motor

Projede besleme için 12V ve 12A kuru tip akü kullanılmıştır. Aküden alınan 12V gerilim gerekli olan 9V ve 5V'a regüle edilmiştir. Kontrol kartı üzerine bir açma kapama anahtarı takılarak sistemin tek bir noktadan kontrol edilmesi sağlandı. Motorları Arduino üzerinden kontrol etmek için L298N motor sürücüsü kullanıldı. L298N iki kanal olması nedeniyle aynı anda iki adet DC motor kullanılmasına olanak vermektedir. L298N her bir kanaldan 2A çıkış verebilmektedir. L298N'in görünümü *Şekil 5' de* verilmiştir.



Şekil 5. L298N Motor Sürücü

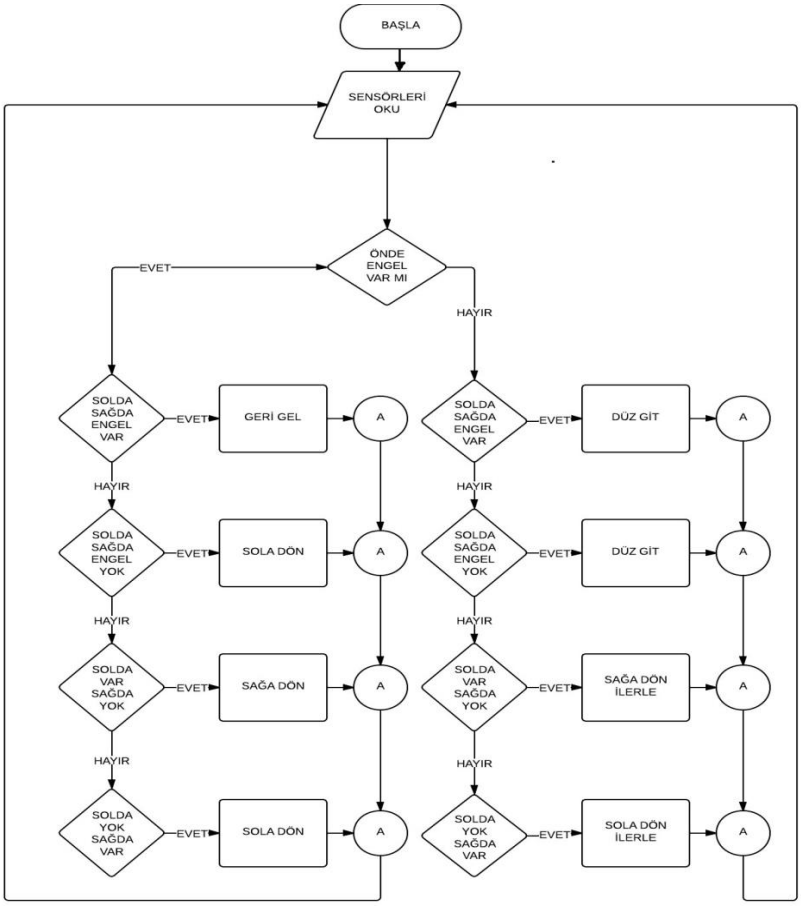
Bu çalışmada robotun önüne çıkacak engellerin tespitinde ultrasonik mesafe sensörü kullanılmıştır. Ultrasonik mesafe sensörü Arduino ile kolaylıkla kontrol edilebilmekte ve mesafe ölçümünü yeterli hassaslıkta yapabilmektedir. Ultrasonik sensörlerin en büyük avantajlarından biriside parlak yüzeylerden etkilenmemesidir. Bu özelliği ile bu çalışmada artı bir değer kazanmıştır. HC-SR 04 ultrasonik sensörü *Şekil 6'da* görülmektedir. Sensör 5V besleme ile çalışmakta, 3-350 cm arası mesafe okuması yapabilmekte ve 30° lik görme açısına sahiptir.



Şekil 6. Ultrasonik Sensör

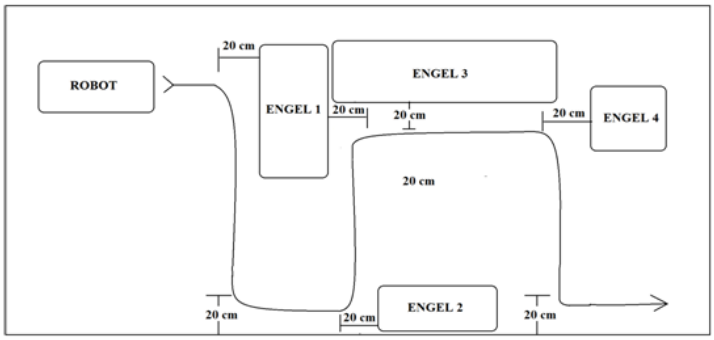
4. KONTROL VE YAZILIM

Gerçekleştirilen sistem Arduino ile kontrol edilmiştir. Arduino kendi yazılım dili olan Processing ile kodlanmıştır. Çalışmadaki sistemin yazılım algoritması *Şekil 6 'de* verilmiştir. Programda Arduino sensörlerden aldığı uzaklık bilgilerini okumakta ve uygun olan koşul sağlandığında istenilen işlemleri yapmaktadır. Böylelikle engellere çarpmamakta ve engelleri aşmaktadır. Robot if-else yapısı ile kontrol edilmektedir.



Şekil 7. Algoritma

Robotun çalışma mantığı *Şekil 8 'de* görüldüğü üzere robot bırakıldığında ön sensörden uzaklık bilgisi okumakta ve düz olarak hareketine başlamaktadır. Önündeki engeli görünce sağa dönüş hareketini yapmaktadır.

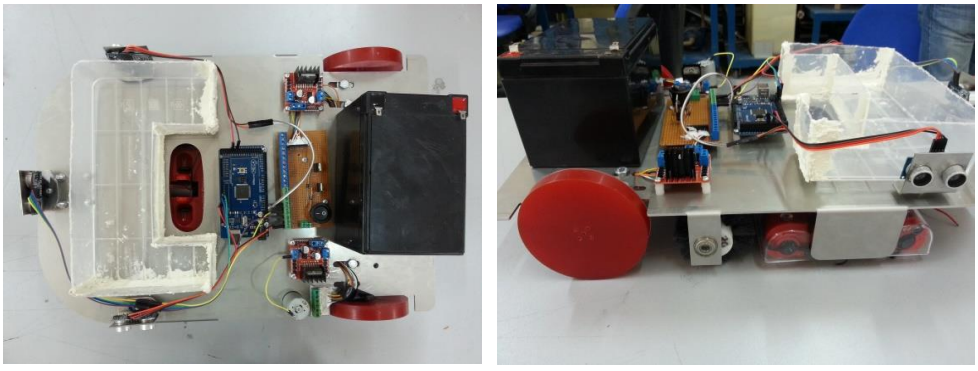


Şekil 8. Robotun hareket mantığı

Dönme hareketini tamamladıktan sonra tekrar düz olarak gider. Önüne çıkan duvarla mesafeyi korur, sola doğru döner ve ilerler. Sensörler sürekli olarak mesafe verisini okur ve önünde ki engel fark eder. Sağında duvar olduğu için solda ki mesafe dönüş için yeterli büyüklükte olduğu için sola döner ve ilerler. Engel 3'e yaklaşınca solunda da engel 1 olduğu için sağa dönmektedir. İlerledikten sonra solunda engeli görüyorsa önünde de engel olduğu için sağa dönmektedir. Böylelikle önüne, soluna ve sağına çıkabilecek engellerde kendisine bir çıkış noktası bulmaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışmada otonom olarak çalışabilen bir temizlik robotu hedeflenmiş ve gerçekleştirilmiştir. *Şekil 9'* da robotun tamamlamış haldeki görüntüsü görülmektedir. Bu çalışmanın daha ileriye götürülmesi ve farklı uygulamalar yapılabilmesi için alan haritalama, hafizaya kaydedilme, görüntü işleme gibi değişik özellikler eklenip daha ileri seviye çalışmalar yapılabilir.



Şekil 9. Otonom temizlik Robotu

6.KAYNAKÇA

[1] ”A Technical Analysis of Autonomous Floor Cleaning Robots Based on US Granted Patents”, Liu, Kuotsan. European International Journal of Science of Technology Vol.2 No.7, pp 199-215.

[2] http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf

[3] http://www.lg.com/tr/elektrik-supurgesi/lg-VR6270LVM

[4] http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560

[5] http://www.aliexpress.com/store/product/DIY-6-24V-Dc-gear-motor-encoder-encoder-slowdown-motor-speed-line-AB-334-encoder-toys/914980_864508527.html

[6]http://www.robitshop.com/Metal-DC-Motor-12V-300Rpm-90-Derece-Saft,PR-965.html