

Savunma Sanayiine Dönük Yerli Robotik Sistem Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi

Implementation Design of Robotic System for the Natural Defense Industry

Engin GÜLGÖR¹, Kamber KÜLAHCİ², Mustafa YILMAZ³

¹Mühendislik Fakültesi – Elektrik Elektronik Mühendisliği
Erciyes Üniversitesi
gulgorengin@gmail.com / gulgorengin.com

²Mühendislik Fakültesi – Elektrik Elektronik Mühendisliği
Erciyes Üniversitesi
kamberkulaheem@gmail.com

³Mühendislik Fakültesi – Elektrik Elektronik Mühendisliği
Erciyes Üniversitesi
mustafaylmz@outlook.com

Özet

Abstract

Robotik bilim dalı, dünyada olduğu gibi ülkemizde de büyük gelişim içerisinde. Birçok bilim adamı ve akademisyenlerin de üzerinde çalıştığı bu bilim dalı, öğrencilerin de ilgisini fazlasıyla çekmektedir. Bu sebeple birçok farklı alanda farklı robotik ürünleri ortaya çıkmaktadır. Bu robotların en büyük ilham kaynağı doğadaki canlılar olmuştur. Doğadaki canlıların kusursuz yapıları, hareketleri, farklı koşullara sağladığı uyum ise robotik sistemlerin örnek aldığı konular olmuştur ve robotlar canlıların bu özelliklerine göre geliştirilmektedir. Günümüzde ise insanların yerini alması öngörülen robotlar, çok farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu projemizde savunma sanayi alanında birçok farklı görevde kullanılması hedeflenen örümcek robot tasarımı yapılacaktır. İlk olarak altı bacaklı yürüyen robotun mekanik aksamı SolidWorks'te örümcek bacak yapısına benzer şekilde modellenmiştir. Bu model, mekaniği itibarıyla altı ayağa sahip robotik sistemi ortaya çıkartmıştır. Her ayağı üç serbestlik derecesine sahip olmak üzere toplamda onsekiz serbestlik derecesi bulunmaktadır. Bunun anlamı onsekiz farklı eklemi farklı konumlarda hareket ettirebilmektir. Ayaklar iki tarafta da simetrik bir şekilde konumlandırılmıştır. Sistemin kontrolü mikrodeneleyici kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Eklemlerin hareketini servo motorlar sağlamaktadır. Arduino mega kullanılarak servo motorların pozisyonları ayarlanmaktadır. Bu modele dayanarak, altı bacaklı yürüyen örümcek robot prototipi oluşturulmuştur. Yürüme performansını doğrulamak için, deneysel sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada önerilen altı bacaklı yürüyen robot tasarlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Hexapod, Örümcek Robot, 6 Bacaklı Yürüyen Robot

Robotic science in our country, as in the world is in big development. Many scientists and academics working on this science interest of the students too. Thus occur in many different areas different robotic products. These robots is the biggest inspiration has been living in nature. Perfect structure of living things in nature, movement, adaptation to different conditions provided, there have been issues on the example of robotic systems and robots are being developed according to the characteristics of living things. Nowadays, robots intended to take the place of people, has been used in many different areas. This project has used many different assignments in the defense industry will be targeted spider robot design.

First, the six-legged walking spider robot was modeled on Solid Works and then the animation of the model was realized to ensure the accurate walking patterns and more stable walking. The walking robot is designed with spider-like leg structure. A spider robot system with mechanics were carried out as 6 feet. Each leg has three degrees of freedom and total have 18 degrees of freedom. This means that 18 different joints is to move in different positions. Feet are positioned symmetrically on both sides. Servo motors provide the motion of the joint. The position of the servo motor using arduino mega card is set. Based on this model, the novel prototype of the six-legged walking spider robot was constructed. The control of the system was realized by using microcontroller. To verify to walking performance, the experimental results were obtained. Consequently, the six-legged walking spider robot proposed in this paper is designed and implemented.

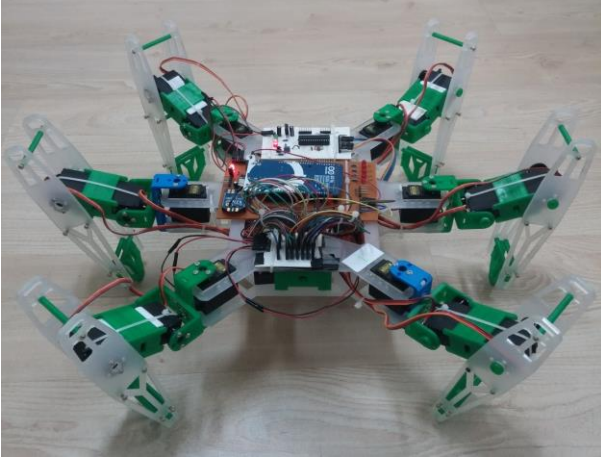
Keywords: Hexapod, Spider Robot, 6-legged Walked Robot

1. Giriş

Robotik bilim dalı, bazı görevler için insanın yerini tamamen alabilecek, bazı görevler için ise insanlara yardım edebilecek sistemlerin hazırlanmasıyla ilgili çalışmaları kapsar. Hayatımızda artık insanların yerini alması öngörülen robotlar, çok farklı alanlarda kullanılmaya başlamıştır. Ülkemizde de robotik alanda çok büyük yatırımlar olmaktadır.

Ayrıca son yıllarda ülkemizde savunma sanayi de büyük bir gelişim içerisinde. Bu alanda birçok farklı ürün üretilmiştir. Savunma sanayinde ki bu gelişim teknolojiye öncülük etmektedir.

Bu projede, mayın arama, keşif yapma, casusluk, ortam dinleme gibi savunma sanayine dönük, mekanik ve elektronik aksam olarak yerli üretim 6 bacaklı örümcek robot (hexapod) sisteminin tasarlanması ve gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Şekil 1 de gerçekleştirdiğimiz robotun son halini görebilirsiniz. Ayrıca robot boyutları uygun boyutlara getirilerek çöp toplama, deprem araştırma robotları olarak kullanılabilir.



Şekil 1: Örümcek Robot Görünümü

Düşünülen robotik sistemin mekanik parçaları, 3D yazıcı kullanılarak ve 3D yazıcının boyutlarının yetmediği durumlarda ise lazer kesimli işlemlerle pleksi malzemeden elde edilip kullanılmıştır. Bu sayede mekanik imalat tamamen yerli imkanlar kullanılarak elde edilmiştir.

Sistemin elektronik kontrol ünitesi; mekanik ve elektronik aksamalarının ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanmış, sistemin hareket kontrolünü, basınç, sıcaklık, nem, mesafe ölçüm gibi sensörlerden gelen bilgilerin algılanıp değerlendirilmesi işlemini gerçekleştirebilecek kapasiteye sahiptir. Robotik sistemin tasarım işlemlerinin yanı sıra sistemin enerjilendirilmesi en verimli olacak şekilde seçilmiştir.

İşte bu projede başka bir hedef ise herşeyin %100 yerli imkanlarla yapılmaya çalışılmasıdır. Bu amaçla yola çıkan projede hem savunma sanayinde kullanılacak yerli robotik sistem ürün havuzuna girecek hemde hazır olarak yurt

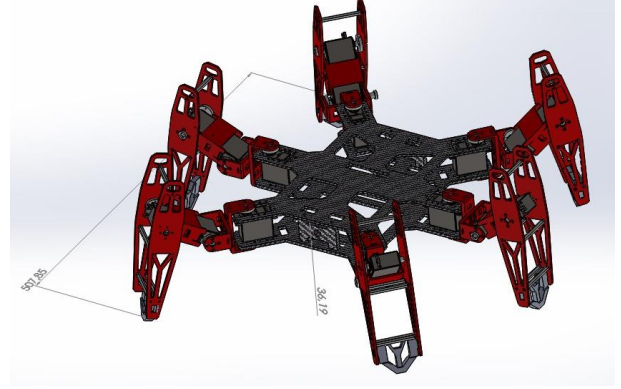
dışından alınan bu ürünlerin ülkemiz sınırları içerisinde üretilmesiyle cari açığı küçükte olsa önleyebilecektir.

2. Neden Örümcek Robot?

Dünya’da bulunan robotların aslında asıl esin kaynağı her zaman doğa ve insanlar olmuştur. İnsansı robotlar ise günümüzde insanların yerini alacak gelişme göstermiştir. İşte bizde robot seçimini yaparken amacımıza uygun bir robot tasarlamak için canlılar üzerinde incelemeler yapmaya başladık. Bu incelemeler sonucunda seçtiğimiz hedef ve amaca uygun olarak örümceklerin uygun olacağını düşündük. Neredeyse kusursuz yapıları her koşula sağladığı uyum, bacak sayısının fazla olmasıyla sağladığı denge ve yürüyüş sistemleri bizim için esin kaynağı olabilecek mükemmel bir canlıyı hedef gösteriyordu. İşte bu yüzden bir örümceği modelleyerek robotik sistem tasarladık ve gerçekleştirdik.

3. Örümcek Robot Mekanik Tasarımı

Çalışmalarımıza robot tasarımını yapmakla başlanılmıştır. SolidWorks ortamında robotik sistem tasarlanarak simülasyonları yapılmıştır.. Gerçekte oluşturulacak olan bu tasarımın parçaları 3D printer dan çıktı alınabilecek şekilde tekrar düzenlenmiştir. 3D printer çıktıları için Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü öğretim görevlileriyle beraber yapılan çalışmalarda robot parçalarının her biri 3D printer çıktısı alınabilecek şekilde tekrar düzenlenmiştir. Son olarak SolidWorks ortamında yapılan çalışmanın genel görünümü Şekil 2 de gösterilmektedir.



Şekil 2: SolidWork programında tasarlanan robotik sistemin genel görünümü

Robotun 3D printer ile çıkmayacak büyüklükte olan parçaları lazer kesim ile pleksi malzemeden elde edilmiştir.

Robotun mekanik olarak 3D printer ve lazer kesimden alınan parçaları birleştirilerek, robotun mekanik kısımları %100 yerli imkanlar kullanılarak tamamlanmıştır

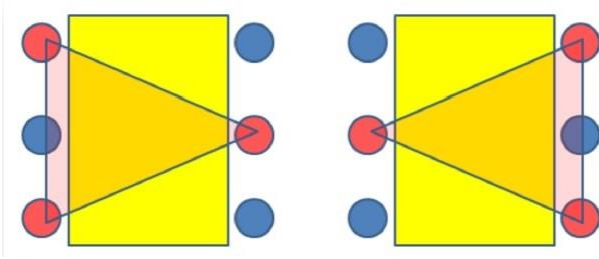
Robot mekanik tasarım ve gerçekleştirilmesi sonrası kullanılan toplam malzeme sayısı 228 dir. Malzeme listesi Tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1: Robot mekanik sisteminde kullanılan parça adetleri

Malzeme İsmi	Adet
Robot Gövde Üst	1
Robot Gövde Alt	1
Motor Alt Destek 1	6
Motor Alt Destek 2	12
Gövde Arası Destek	2
Bacak Destek	30
Ayak	6
Motor Kutusu	6
Motor Bağlantı	6
Motor Bağlantı Dişli Somun	18
Vida	140

4. Yürüme Algoritması

Altı ya da daha fazla bacak kullanılan sistemler için birçok farklı yürüme sistemi geliştirilmiştir. Bu methodlardan ikisi çapraz yürüme ve dalgali yürümedir. Çapraz yürümenin temel hareket mantığı zikzak çizerek gitmesidir. Bu sayede hızlı bir yürüme sağlanmaktadır. Dalgali yürümede ise yavaş hareket sağlayarak daha kararlı adım atmasıdır. Engembeli arazi hareketi için kullanılır.

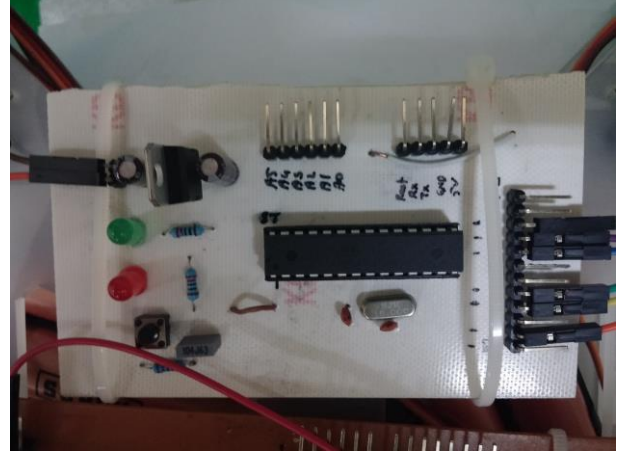


Şekil 3: Çapraz Yürüme Algoritması

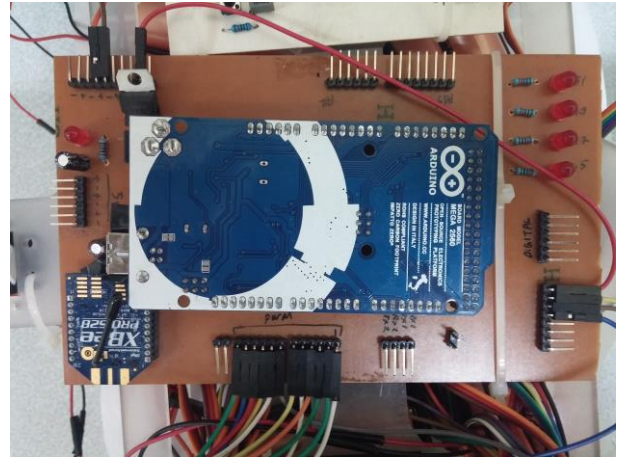
Robotta şekil 3 de gösterildiği gibi çapraz yürüme algoritması uygulanmıştır. İlk olarak 3 bacağı sabit yere basılı halde duran robot diğer 3 bacağı ileri doğru atıyor. Daha sonra yerde sabit kalan 3 bacak hareketini yapıyor. Bu döngü sürekli devam ettirilerek ileri, geri, sağa, sola hareketleri sağlanmıştır.

5. Örümcek Robot Elektronik Kontrol Ünitesi Tasarımı

Robot yürüyüş algoritması belirlendikten sonra motorlar gruplandırılmış ve 6 motor için bir kontrol ünitesi (Şekil 4) 12 motor içinse ayrı bir kontrol ünitesi (Şekil 5) olmak üzere toplam 2 kontrol ünitesi ile robotun yürüyüş hareketinin sağlanması kararlaştırılmıştır. Seçilen algoritmalara göre ve amaca uygun olarak elektronik sistem tasarlanmış ve mikrodenetleyiciye yazılım yüklenmiştir. Robot kontrol üniteleri haricinde 1 adet motor besleme kartı yapılarak tüm motor beslemeleri tek bir yerde toplanmıştır. Bu sayede hem besleme hemde olası problemlere karşı çözüm üretme kolaylaştırılmıştır.



Şekil 4: 6 motor için tasarlanan kontrol ünitesi



Şekil 6: 12 motor için tasarlanan kontrol ünitesi

6. Besleme (Pil)

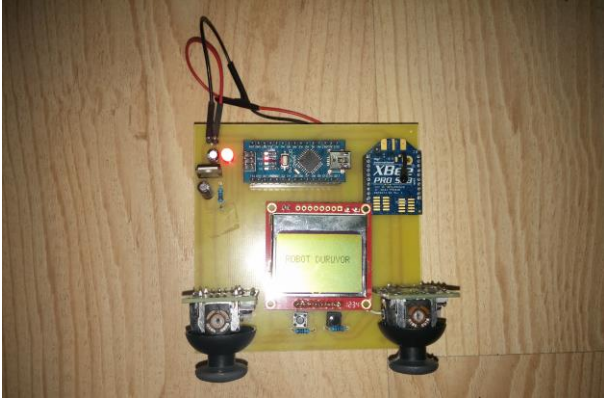
Hem kontrol üniteleri beslemeleri için hem de motor beslemeleri için birçok farklı pil çeşidi denenerek en elverişli ve pil verimi de göz önünde bulundurularak pil seçimi yapılmıştır. Seçilen pil, Şekil 7 de gösterilmiştir. Motor beslemeleri için toplam 6 adet li-on 3.7V 2500mAh pil kullanılmıştır. Motorlar 6 lı gruplara ayrılarak, her grup, 2li pil grubu ile beslenmiştir. Robot üzerindeki tüm kontrol ünitelerinin beslemesi içinse ayrı olarak 2li pil grubu kullanılmıştır. Böylelikle robot üzerinde toplam 8 adet pil kullanılmıştır. Robot üzerinde piller için hazırlanan yerlere, piller yerleştirilerek bağlantıları yapılmıştır.



Şekil 7 : Robot için toplam 10 adet li-ion pil kullanılmıştır. SUPEX marka 3.7V 2500mAh lik piller 2şerli gruplar halinde kullanılarak gerekli beslemeler sisteme verilmiştir.

7. Kumanda

Kumanda için kullanılacak haberleşme modülü seçimi yapılmıştır. Yaptığımız araştırmalara göre “XBee Pro 63mW Kablo Anten - Seri 2B (ZigBee Mesh) XBP24-BZ7WIT-004” haberleşme modülü seçilmiştir. Bu modül ile robot kontrolü 1600m lik bir alandan sağlanmaktadır. Kumanda işlemcisi için Arduino Nano kullanılmıştır. Ayrıca kumanda üzerinde bilgilerin görülebileceği ekran olarak Nokia 5110 ekranı tercih edilmiştir. Yön hareketlerini sağlamak için 2 adet joystick eklenmiştir. Bu joysticklerden bir tanesi ileri-geri hareketini sağlarken diğeri ise sağ-sol hareketlerini sağlamaktadır. Kumanda beslemesi için 2 adet li-ion pil kullanılmıştır. Tüm bu seçimlerin sonucunda mikrodenetleyiciye uygun yazılım yazılmış, elektronik devre tasarlanmıştır. Kumandadan gönderilen bilgiyi robot üzerindeki kontrol ünitesinde almak için robot üzerinde, kumanda üzerinde kullanılan aynı haberleşme modülü yerleştirilerek robot-kumanda arasındaki haberleşme bağlantısı sağlanmıştır. Gerçekleştirilen kumanda Şekil 8 de gösterilmiştir.



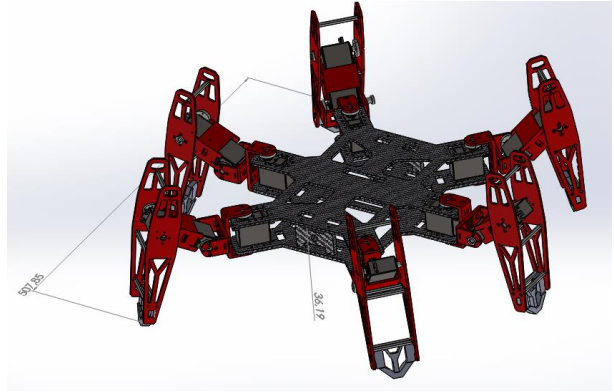
Şekil 8 : Kumanda genel görünümü

8. Testler

Şimdiye kadar yapılan testlerde en iyi robot hareketindeki hızı 0.2km/saat olarak ölçülmüştür. Bu hızda robot üzerindeki piller 65 dakikalık kullanım sağlamıştır. Ayrıca robot, fayans, çim, parke, ıslak zemin gibi çeşitli zeminlerde rahatlıkla yürüyebilmektedir. Robot ağırlığı 2540 gr dır.

9. Sonuç

Robotik sistem, sanal ortamda tasarlanan robotla birebir olarak gerçekleştirilmiştir. Örümcek robot uygulamasında mekanik tasarım için seçilen malzemenin hafif ve dayanıklı olmasına dikkat edilmiştir. 6 bacaklı tasarlanan robotun her bacağına bulunan 3 serbestlik derecesi ile robot istenilen hareketi rahatlıkla yapacak hale gelmiştir. Elektronik kontrol birimleri her türlü sensörü kullanabilecek kapasiteye sahiptir. Sistemin daha verimli çalışması için çapraz yürüme yöntemi kullanılmıştır. Sistemin beklenildiği gibi istikrarlı bir şekilde ilerlediği görülmektedir. Yapılan testler robotik sistemin daha da geliştirilmeye müsait olduğu gözükmektedir. Sistem sensörler eklenerek daha kompleks bir hale getirilip, farklı uygulama alanlarında kullanılabilir.



Şekil 9 : Tasarlanan Robotik Sistem



Şekil 10 : Gerçekleştirilen Robotik Sistem

Teşekkürler

Bu çalışmaya başladığımız andan itibaren bize yol gösteren, yardım ve desteklerini esirgemeyen proje danışmanımız Prof. Dr. Recai KILIÇ'a, sanayi danışmanımız Anka Elektrik Elektronik Otomasyon San. Tic. Ltd. Şti firmasına ve firmanın Yönetim Kurulu Üyesi Taner KÜÇÜKÇAKMAK'a teşekkürü bir borç biliriz.