

YÜRÜYEN MEKANİZMA SİSTEMİNİN SOLİD WORKS PROGRAMI İLE TASARIM VE İMALATI

Mustafa TİMUR¹

¹mustafatimur@kirkclareli.edu.tr Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O., 39100 Kırklareli

ÖZET

Tasarım en genel anlamıyla yeni bir obje, ürün, makine, bina veya sistem için bir plan oluşturma veya var olan planların geliştirme sürecini ifade eder. Problemlere doğada sunulan çözümler ve tasarımlar insanlara her zaman iyi bir yol gösterici ve esin kaynağı olmuştur.

Bu çalışmada iki ayaklı yürüyen mekanizma (walking biped) prototipinin; mekanik tasarımı, mikro denetleyici ile oluşturulan kontrol devresi ve kontrol yazılımı gerçekleştirilmiştir. Yürüme hareketi; 4 ayaklı canlıların yürüyüş hareketi esas alınarak, sekiz ayak üzerinde ve dengeli olacak şekilde tasarlanmıştır. Mekanik aksam, mikro denetleyici içindeki yazılımın ve mekanik sistemin esnek olmasından dolayı değiştirilmesi ile farklı hareketlerin yapılmasına imkân vermektedir.

Anahtar Sözcükler: Tasarım, Mekanizmalar, Mekanik sistem

ABSTRACT

Design, the most general sense, refers to the process which to create a plan or developing plans for new objects, products, machines, buildings or systems. Offered solutions to problems and designs in the nature are always a good guide and an inspiration for people.

In this study, mechanical design of prototype eight-legged walking mechanism (biped walking), control circuitry with a microcontroller and control software were developed. The movement of walking motion on the basis of four-footed creatures, and over eight feet has been designed to be balanced. Mechanical components are able to make different movements because of the flexibility of mechanical system and micro-controller by changing the software inside them.

Keywords: Design, Mechanisms, Mechanical system

1.GİRİŞ

Tasarım sistem, parça veya sürecin beklenen gereksinimlere göre planlanması ve bu gereksinimleri karşılayacak olan gerekli bilgi ve doğru teknolojiye karar verme sürecidir. Tasarımcının en büyük sorumluluğu karşılaştığı problem karşısında en uygun teknolojileri birleştirerek en ucuz ve en iyi çözümü elde etmektir. Bu güne kadar yeni ve orijinal tasarımlar oluşturulmasında en önemli model doğa ve içinde barındırdığı canlılar olmuştur. Mevcut problemlere doğada sunulan çözüm şekilleri ve tasarımlar insanlara her zaman için iyi bir yol gösterici ve esin kaynağı olmuştur. Problemler karşısında en iyi çözümü bulmak söz konusu olduğunda doğa ve canlıların sahip olduğu tasarım her zaman en iyi örnek olmuştur. Doğada var olan biyolojik sistemler ve mühendislik sistemleri arasında çok benzer bazı özellikler Tablo 1'de bulunmaktadır.

Tablo 1. Biyoloji ve Mühendislik alanlarında tasarım yapıları açısından benzerlikler [1].

Biyoloji	Mühendislik	Tasarım Benzerlikleri veya Geliştirilmiş Tasarımlar
Vücut	Sistem	Çok fonksiyonlu malzeme ve yapılar
İskelet / Kemik	Destek/Bina	Yapı ve destek elemanlarında yeni tasarımlar
Beyin	Yapay Zekâ	Beyin fonksiyonlarına benzer yazılımlar, algoritmalar
Duyular	Algılayıcılar	Radar, Algılayıcılar
Kaslar	Aktivatör/Eyleyici	Elektro aktif polimerler
Elektrokimyasal Güç	Batarya	Yenilenebilir/Verimli enerji kaynakları

Mekanik parçaların bir araya getirilmesiyle belirli görevlerin yerine getirildiğini çevremizde çok sık görmekteyiz. Gündelik hayatta işimizi çok kolaylaştırdığı gibi birçok teknolojik aygıtın arkasında da hep o mekanik parçalar vardır. Mekanizmaları oluşturan tüm mekanik parçalar, geometrisine bağlı olarak hareket eder. Mekanik parçalar arasında genellikle bir bağlantı vardır [2]. Bu bağlantı sağlanmazsa mekanizmadan beklenen görev tam olarak gerçekleşemez. Örneğin, otomobil krikoları, ayarlı pensler, zayıflama aletleri, araçların cam silecekleri vb. hep mekanizmalar sayesinde görevini icra etmektedir eğer parçalar arasında bir bütünlük sağlanmazsa ve sistem de bir oransızlık meydana gelirse yapılacak olan işler her zaman aksayacaktır.

Makinelerde bulunan cisimlerin hareketlerinin incelenmesinde kullanılacak gerekli temel kuralları göstermek ve kurallardan faydalanarak makinelerin gerek temel hareket analizi ve gerek hareket sentezinin yapılabilmesi için gerekli bilgileri ortaya koyma işleminde mekanizmalar tekniğinden faydalanılmaktadır [3]. Kuvvet ve hareket iletimi için kullanılabilen rijit cisimlerin rijit mafsallarla birleştirildiği sistemler mekanizmaların oldukça önemli olduğunu göstermektedir. Mekanizma, kendisini inceleyerek makine yapısını analiz ve sentez edebileceğimiz bir idealleştirilmiş sistemdir. Mekanizma ve makine arasında en önemli fark bir makinenin belirli bir amaç için üretilmiş olmasıdır. Buna karşın mekanizma daha geneldir ve çok farklı makinelerde kullanılıyor olabilir. Makineler temel olarak yaptıkları iş için incelenirken, mekanizmalar kullanım alanına bakılmadan incelenerek farklı uygulamalarda benzer mekanizmalar için de geçerli olabilecek sonuçlar çıkarılmaya çalışılır [4].

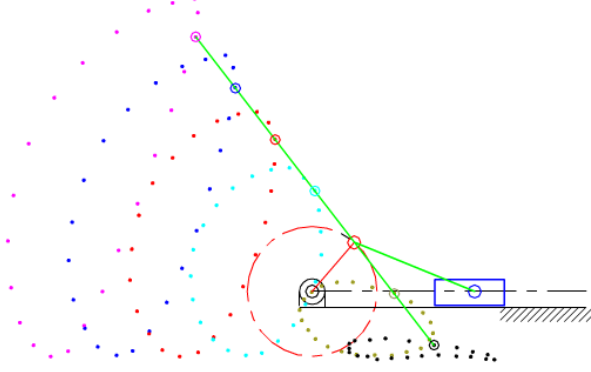
Mekanik parçaların bir araya getirilmesiyle belirli görevlerin yerine getirildiğini çevremizde çok sık görmekteyiz. Gündelik hayatta işimizi çok kolaylaştırdığı gibi birçok teknolojik aygıtın arkasında da hep o mekanik parçalar vardır. Mekanizmaları oluşturan tüm mekanik parçalar, geometrisine bağlı olarak hareket eder. Parçalar arasında bir bağlantı vardır. Bu bağlantı sağlanmazsa mekanizmadan beklenen görev tam olarak gerçekleşemez. Bu anlamda tasarım aşamasında yapacağımız sistemin çok iyi çalışması için mekanizmaların yapı taşlarının bilinmesi gerekmektedir [5].

Mekanizma tekniği konularını bir bilim dalı olarak ele alan Reuleaux'ya göre bir mekanizmanın tipini belirleyen tüm özelliklerin sıralanması oldukça önemli olmaktadır. Bu topolojik özellikler:

1. Mekanizmanın çalıştığı uzay serbestlik derecesi (düzlemsel, küresel, genel uzay)
2. Mekanizma serbestlik derecesi (genel serbestlik derecesine göre veya kritik boyutlara göre)
3. Mekanizma uzuv sayısı
4. Mekanizmada mafsalsal sayısı
5. Mekanizmada bulunan mafsalsal tipleri

Bir mekanizmanın tanımı için yukarıda verilen tüm parametreler geçerlidir ve mekanizmaları sınıflandırmak için kullanılabilir. Reuleaux'nun sınıflandırması kısmen mafsalsal tipine göre yapılan bir sınıflandırmadır [6].

Sabit uzva bağlı uzuvların mafsal parametreleri arasında ilişki mekanizmada bir giriş ve bir çıkış olarak ele alınmaktadır [7]. Birçok uygulamada ise, biyel uzvunun üzerinde bir noktanın hareketi o mekanizmanın çıktısı olarak kullanılabilir. Bu noktaların hareket sırasında çizdikleri yörüngeler biyel eğrileri oluşturmaktadır [8].



Şekil 1.1. Biyel Eğrisinin Gösterimi

Yürüyen mekanizma tasarımının CAD (computer aided manufacturing) ortamında yapılması ile sistemin hareketini engelleyen unsurlar kolaylıkla tespit edilmiş ve mekanizmanın çalışmasına engel olabilecek konstrüktif hatalar kolayca öngörülmüştür.

Gerçekleştirilen bu çalışmada, literatürde yapılan çalışmalar dikkate alınarak yürüyen mekanizma sisteminin sekiz ayaklı katı model olarak tasarımı yapılmış ve imalatı olarak iki ayaklı prototipi üretilmiştir. İki ayaklı imalatı yapılan mekanizmanın yürüyüş hareketini tamamlamasıyla birlikte çok kısa sürede sekiz ayaklı olarak imalatıda yapılabilir hale getirilmiştir. Sistem azami derecede kullanıcı etkileşiminden uzak olarak bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Tasarım esnasında, üretilmesi istenen ürünün katı modeli, esas olarak alınmıştır.

Kullanılan program, ürünün katı modelinden tasarım için gerekli olan verileri alarak, otomatik olarak oluşturulan bir veri dosyasına kaydetmektedir. Parça üzerinden alınan verilere ek olarak tasarımcıdan plastik malzeme cinsini, mekanik parçaların yerleşim şeklini belirlemesi istenmektedir. Tasarımcı yapılacak işi kontrol ettikten sonra, isterse ürünün 3 boyutlu katı modelinde değişiklik yaparak, bu değişikliğe göre tekrar parça tasarımını yaptırabilmektedir.

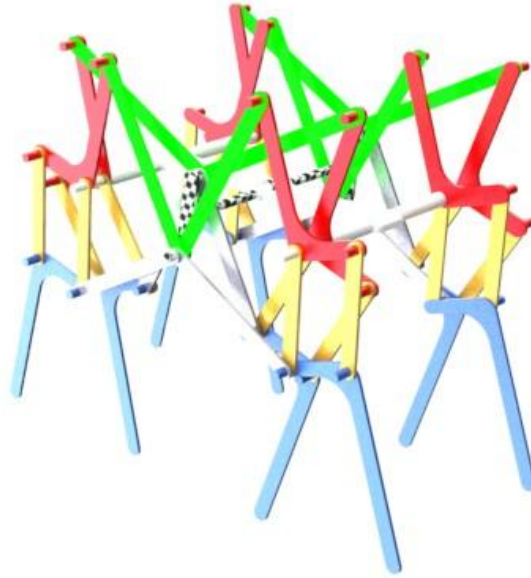
Makine tasarımını yukarıdada söylediğimiz birçok parametre etkilemektedir. Bu nedenle tasarımın ilk aşamalarında malzemelerin kimyasal ve fiziksel yapısı ile ilgili özellikler iyice düşünülmeli, parçadan istenen fonksiyonlar ve çalışma ortamına göre malzeme seçimi yapılmalıdır. Tasarımcının görevi bu parametrelerden optimum bir sonuç çıkartıp analizleri doğru uygulamak olmalıdır. Sonuca giden yolda simülasyonun yardımı büyüktür ve simülasyon doğru uygulandığı takdirde ürün maliyetinin azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır. Bu açıdan bakıldığında üç boyutlu modelleme artık günümüzde vazgeçilmez bir unsur haline gelmiş olup, üç boyutlu modelleme ile parça tasarımında meydana gelebilecek eksiklikler kolayca tespit edilip giderilebilecektir.

2. TASARIM VE İMALATI YAPILAN YÜRÜYEN MEKANİZMA SİSTEMİ

2.1 Yürüyen Mekanizmanın Tasarım, Simülasyon ve Analizi

Tasarım aşamasında yürüyen mekanizma sisteminin yürüme esnasında devrilip devrilmediğini kontrol etmek için sekiz ayaklı olarak Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT) programı Solid Works kullanılarak testleri yapılmıştır. Üretimden önce, BDT ortamında birçok parça parametresi analiz edilmiş ve yapılan çalışmalarla en doğru parçanın üretilmesini sağlayacak prototipin elde edilmesine olanak sağlanmıştır. Tasarımı yapılan sistemde, Solid WORKS 2007 paket programı kullanılmış ve yürüme sisteminin ile ilgili temel parametreler otomatik hesaplanarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışma ile mekanizmanın imalatı esnasındaki zaman kayıpları en aza indirilmiştir. Ayrıca yürüyüş hareketinin en uygun konumu belirlenerek, imal edilecek ürün kalitesinin artırılması amaçlanmıştır.

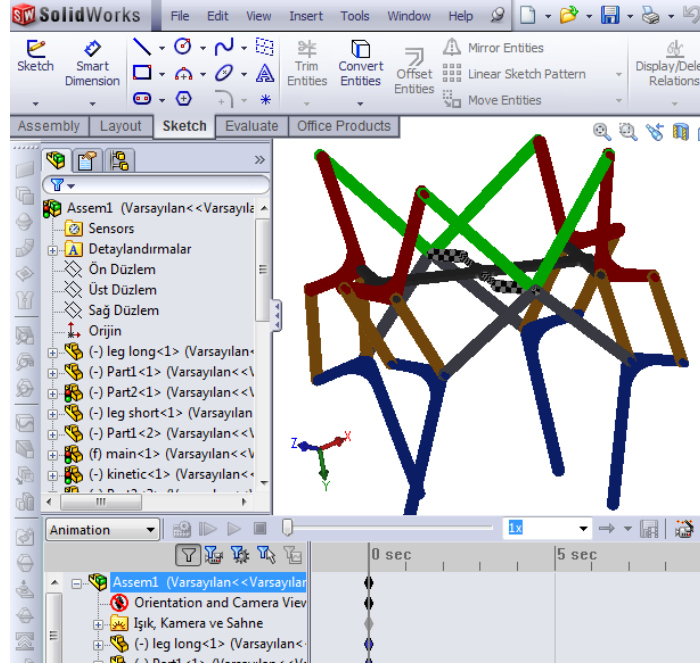
Physical simulation montajlar üzerinde motorlar yaylar ve yerçekimi etkisini canlandırabilmemizi sağlar. Physical simulation, simülasyon elementleriyle eşlemeleriyle eşlemeler ve Physical dynamics gibi Solidworks araçlarını birleştirerek montajdaki bileşenleri hareket ettirebilmemizi sağlar. Bunun için simülasyon etkilerini destekleyebilecek eşlemelere sahip bir montaj seçilmesi gerekir.



Şekil 2.1. Solid Works'de Yapılan Katı Model Tasarımı

Şekil 2.1'de gösterilen yürüyen mekanizma tasarımının parçaları öncelikle istenilen ölçülerde tek tek CAD (Computer Aided Drawing) programında çizilmiş ve montaj işlemi yapıldıktan sonra oluşturulan parçaların detay resimleri çıkartılmıştır. Katı modeli tamamlanan mekanizmada 5 mm kalınlığında ve 40mm genişliğinde plexiglass malzemeler oluşturulmuştur. Mekanizmanın imalatından önceki 1. aşamayı parça analizi oluşturmaktadır. Analiz kısmında montaj resminin çakışmaları, hataları tespit edilerek listelenmektedir. Parçalarda yapılan ölçü hataları tek tek parçaların açılması ile düzeltilmektedir. Montaj kısmında yapılan hatalar ise assembly ortamında bulunan mate komutu ile esnek bir şekilde düzeltilmektedir.

Bunun dışında çalışma mantığına ters düşen eşleştirmelerin silinip çalışma prensiplerine uygun eşleşmeler yapılarak çakışma olup olmadığı tekrar kontrol edilmektedir. Çakışmalar katı katı gibi birbiri içerisine geçen parçalardan oluşmaktadır. Bu tip tasarımlarda ölçülerdeki herhangi bir hata parçaların hareketini kısıtlayacağı gibi sisteminde çalışmasını engellemektedir. Hataların telafisi zaman kaybetmeden ve istenilen ölçülerde tekrar yapılabilir.



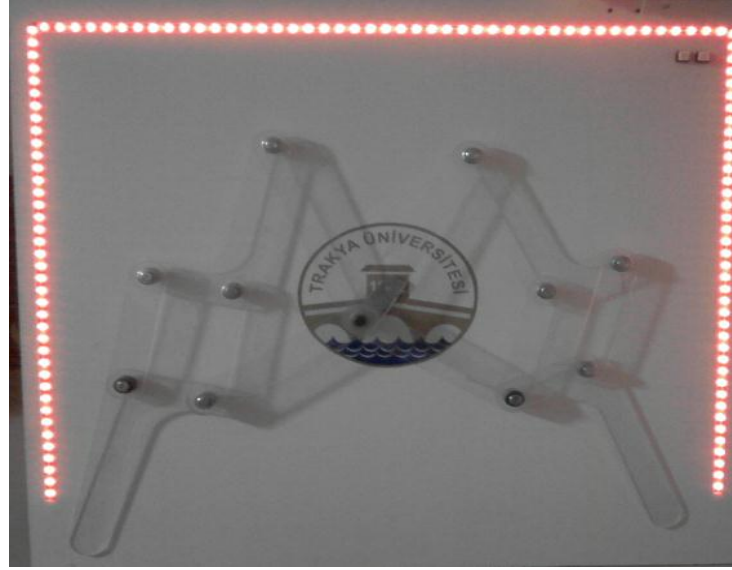
Şekil 2.2. Yürüyen Mekanizma Solid Works Simülasyon Görüntüsü

Simülasyon komutunun rotary motor ikonunu sayesinde sisteme dönme hareketi verilmektedir. Böylece yürüyen mekanizma hareket etmeye başlamıştır. Orantılı olarak da ayaklar istenilen ölçülerde hareket eder. Şekil 2.2'deki gibi tasarlanmış yürüyen mekanizmanın hızında ve yönünde değişiklik yaptıktan sonra seçime onay verilebilmekte ve simülasyon görüntülenebilmektedir. Simülasyon komutunda bulunan ikonların yardımı ile simülasyonun çalışması incelendikten sonra imalata geçilebilir.

2.2 Mekanik Tasarım

Sistemin mekanik tasarımı Şekil 2.3 'de görüldüğü gibi gerçekleştirilmiştir. Mekanik tasarım yürüyen canlıların hareket sistemleri örnek alınarak modellenmiştir. Canlı vücudunda bulunan ayaklar ve onu taşıyan iskelet sistemi oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada seçilen mekanizmanın katı modeli SolidWorks 'de oluşturularak simülasyonu yapılmıştır. Yürüyen mekanizmanın imalatından önce çalıştırılabilirliği bu program sayesinde incelenmiştir. Toplamda iki ayak ve ön iskelet sistemi için 15 'in üzerinde plexiglass parça birleştirilerek imal edilmiştir. Bu parçaların her biri CNC tezgâhında milimetrik ölçülerle kesilerek plexiglass malzemeden montajı sağlanmıştır.

Üretilen parçalar motor mili bağlantısı argon kaynak, somun-cıvata gibi çeşitli yöntemlerde birleştirilerek oluşturulmuştur. Sistem alüminyum kaplı 80x80 panonun merkez kısmına yerleştirilmesi için hazırlanmıştır. Motor tertibatı mekanik tasarım üzerine sistemin dengede ve kasıntı yapmadan çalışması için sistemin merkez noktasına yerleştirilmiştir. Motorun dönüşünü mekanik sisteme aktarmak için ek aparatlar ve motor üzerindeki mekanizmalardan yararlanılmıştır. Motor hareketlerini sağlamak için tasarlanan kontrol kartı, mekanik tasarımının üst kısmına monte edilecek şekilde hazırlanmıştır. Yürüyen mekanizma sisteminin gövde üzerinde dengede hareket edebilmesi için merkez noktalardan sağ ve sol olmak üzere iki adet birleştirme elemanı ile pano üzerine hareket edebilecek şekilde takılmıştır. Sistemin çalışması esnasında karanlık ortamda da görülebilmesi için üzerinde led ışıklar yerleştirilmiştir. Yürüyen mekanizma sisteminin rahatlıkla görülebilmesi için alt kısımları kare profillerle desteklenmiş ve ayakta durması sağlanmıştır. Uygun ölçülerde birleştirilen parçaların çalışması esnasında herhangi bir ses çıkartma ve sürtünmeden dolayı sistemin yavaşlamaması, yapılan işlemlerin mühendislik çalışması olduğunun göstergesidir.

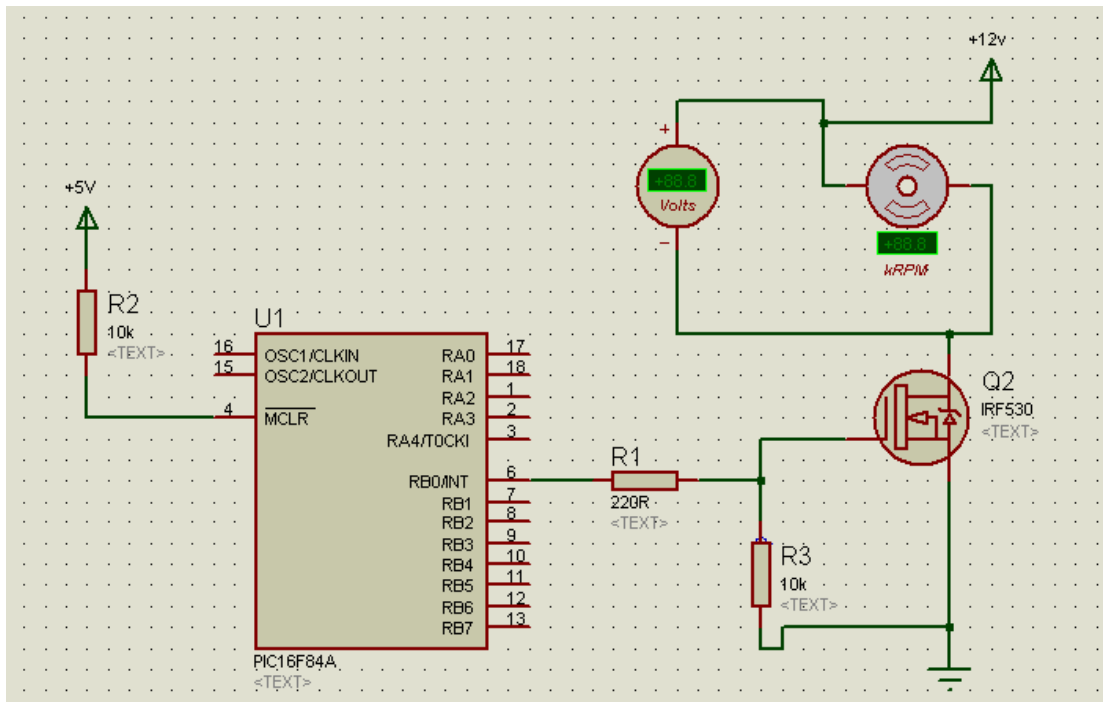


Şekil 2.3 Yürüyen Mekanizma İmalat Görünümü

3. KONTROL KARTI VE KONTROL YAZILIMI

Yürüyen mekanizma sistemi için hazırlanan kontrol kartında mikro denetleyici olarak PIC IRF530 Mosfet Transistor Datasheet kullanılmıştır.

Motorun bağlı olduğu mekanizmayı buton' a basıldığında, programlanan PIC kontrolünde 20 saniye boyunca çalıştırır ve 20 saniye bekletilen bir devre hazırlanmıştır. Bu süreler mikro denetleyici kodu değiştirilerek ayarlanabilmektedir. Anahtarlama elemanı olarak mosfet kullanılmıştır. Mosfet mikro denetleyici ' nin B.0 portuna bağlanmıştır. PIC 'lerin clock frekansı 4 MHz. lik X-Tal osilatör kullanılarak sağlanmıştır.



Şekil 3.1. Mikro denetleyici İçin Kullanılan Kontrol Kartı Devre Şeması

Kontrol kartı tasarımı yapılırken, sistem hem bilgisayara bağlı çalışabilecek hem de üzerindeki batarya ile mikro denetleyiciye yüklenen kodlara uygun çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Mikro denetleyicinin motoru kontrol etmek üzere hazırlanmış yazılımı C++ programlama dili kullanılarak yapılmıştır. Seri porta takılan programlama devresi yardımı ile yazılım mikro denetleyiciye yüklenmiştir. Kontrol yazılımını oluşturan temel kısım motorun istenilen sürelerde hareket etmesi ve durma algoritmasıdır.

3.1 Sistemin Çalışması İçin Kullanılan Elemanlar

2 x 10k ohm direnç
220 ohm direnç
PIC16F84A
12V Redüktörlü Dc motor
IRF530 N- Channel Power Mosfet
Delikli Pertinaks Devre Kartı

3.2 Yürüyen Mekanizma Sisteminin PıC C++ Yazılımı

```
#include<16f84A.h>
#fuses XT, NOWDT, NOPROTECT
#use delay(clock=4000000)
void gecikme(int tekrar);
void gecikme(int tekrar){
    int tsay;
    for(tsay=1;tsay<=tekrar;tsay++){
        delay_ms(1000);
    }
}
void main(){
    //set_tris_b(0x00);
    output_a(0);
    output_b(0);
    while(true){
        output_b(0xFF);
        output_a(0xFF);
        delay_ms(20000);
        //gecikme(2);
        output_a(0x00);
        output_b(0x00);
        //gecikme(2);
        delay_ms(20000);
    }
}
```

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yürüyen mekanizma sistemleri hareket, kuvvet ve istenildiğinde enerji iletecek şekilde tasarlanmış direngen cisim topluluklarıdır. Birçok mekanizma bu iletimleri gerçekleştirebilmek için rijit bağlantılardan oluşur. Ancak bu bağlantılar hareket iletimlerinde yüksek hassaslık gerektiren uygulamalarda sorun oluşturmaya başlamıştır. Bağlantılar arasındaki boşluklar, sürtünmeler, aşınmalar vb. nedenler yüzünden bu tür mekanizmaların hassas uygulamalarda kullanımları zorlaşmıştır.

Bu nedenle gerek sistemin tasarımında gerekse üretiminde oldukça hassas çalışmalar yapılmalıdır. Aksi takdirde bir noktada meydana gelen problem bütün yürüyen aksamın hareket etmesini engelleyecektir.

Gerçekleştirilen çalışmanın BDT (Bilgisayar destekli tasarım) programında yapılabilmesi, çalışmanın en önemli özelliklerinden biridir. Program, parça tasarımında zaman kaybını en aza indirmek, tasarımcıya kolaylık sağlamak ve hata yapma ihtimalini en aza düşürmek amacıyla kullanılmıştır. Yürüyen mekanizmanın tasarlanması esnasında malzemenin yürüme esnasındaki yerleşim şekli ve adedi tasarımcının seçimine bırakılmıştır. Bu program modülleri ile tasarımcının belirleyip girdiği veriler temel alınarak parça tasarımının kolaylıkla yapılabileceği gösterilmiştir.

Bu çalışmada; iki ayaklı yürüyen mekanizma tasarım ve imalatı yapılarak sistemin yürüme algoritması için gerekli sinyalleri üretecek mikro denetleyicili kontrol kartı yapılmıştır. Çalışmada sistemin hareket etmesi için ilk 20 sn çalışma süresi ve ikinci 20 saniye dinlenme süresi olarak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Sistemde dengenin daha kararlı olarak sağlanabilmesi için denge sensörü ve gyrolar eklenerek yürüme algoritması geliştirilebilir. Yürüyen mekanizmanın tamamı için daha büyük ölçüler düşünüldüğünde, mekanik tasarıma pnömatik ve hidrolik donanımlar eklenerek tasarım güçlendirilebilir.

3. KAYNAKÇA

- [1] NILSON, J.N., **Artificial Intelligence: A New Synthesis**, isbn 1558604677, (1998).
- [2] <http://ocw.metu.edu.tr/mod/resource/view.php?id=1123> (Erişim tarihi: 22.02.2012)
- [3] <http://ocw.metu.edu.tr/course/view.php?id=65> (Erişim tarihi: 18.03.2012)
- [4] J. EDWARD SHIGLEY, J. JOSEPH UICKER, **Theory of Machines and Mechanism**, (1980).
- [5] HOWELL, L. L., JOHN WILEY & SONS., **Compliant Mechanisms**, (2001).
- [6] J. EDWARD SHIGLEY, J. JOSEPH UICKER, **Theory of Machines and Mechanism**, (1980).
- [7] SÖYLEMEZ E., **Mechanisms**, O.D.T.Ü. Pub. Number:64, (1985).
- [8] BERGNA S., GORMAN J.J., DAGALAKIS N.G., NOVEMBER., **Design and modeling thermally actuated mems nano positioners**, ASME, (2005).