

ARDUİNO İLE KABLOLU 3 BOYUTLU PROTEZ VE HİS ÖZELLİĞİ OLAN
ROBOTİK KOL

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ, BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ
YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ

Ehsan Faramarzi Asli

Aslıhan Yurdaer

Büşra Kaya

LİSANS PROGRAMIMEZUNİYET PROJESİ 2

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ

Lefkoşa 2017

ARDUİNO İLE KABLOLU 3 BOYUTLU PROTEZ VE HİS ÖZELLİĞİ OLAN
ROBOTİK KOL

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ, BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ
YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ

Ehsan Faramarzi Asli

Aslıhan Yurdaer

Büşra Kaya

LİSANS PROGRAMI/ MEZUNİYET PROJESİ 2
BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ

Lefkoşa 2017

İÇİNDEKİLER

Özet.....	I
Teşekkür.....	II
Bildirge.....	III
Kısaltmalar.....	IV
Figir Listesi.....	V
BÖLÜM 1	
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Projenin Amacı.....	2
1.2.Literatür Taraması.....	4
1.3.Piyasa Fiyatları.....	4
BÖLÜM 2	
2.1.Materyal ve Metod.....	5
2.1.2.Force Sensör.....	6
2.1.3.Servo Motor.....	7
2.1.4.Flex Sensör.....	9
BÖLÜM 3	
3.1.Tartışma ve Veriler.....	11
BÖLÜM 4	
4.1. Sonuç.....	12
BÖLÜM 5	
5.1.Kaynaklar.....	13

5.2. Ekler.....	15
-----------------	----

ÖZET

Projede amaç; trafik kazasında,savaşta,iş kazası gibi olaylar zincirinde uzvunu kaybeden kişilerin hayatını kolaylaştırmak ve yaşam kalitesinin artmasını amaçlanmıştır. Projemiz kapsamında dirsekten aşağısını (ön kolunu) kayıp eden kişilerin parmaklarını hareket ettirebilme ve tuttuğu cismi hissedebilme özelliği bulunmaktadır. Parmakların bükülme özelliği flexsensörler tarafından sağlanırken,hissiyat ise forcesensörlerin bağlantısındaki servo motorlar tarafından sağlanmaktadır. Robotik kolumuzun iki önemli işlevi bulunmaktadır. Birinci görevi uzaktan kontrol edilebilen eldiven ile parmakların hareket edebiliyor olması, ikinci görevi ise parmak uçlarında bulunan force sensöre kuvvet uyguladığımızda servo motora iletilen sinyaller yardımıyla bir mekanik hareket sağlayıp deri yüzeyi ile temas edip kişiye hissiyat duyusunu geri kazandırmaktır. Kolunu kayıp etmiş kişilerin kesilen bölgedeki kasların sinir uçları uzun süre kullanılmadığından işlevlerini kaybetmektedir yani beyin, sinir uçlarından uzun bir süre sinyal algılamadığı için o bölgedeki sinir uçlarını unutuyor bizim yaptığımız bu proje yardımıyla o bölgede bir mekanik hareket sağlayarak sinir uçları sürekli olarak bir sinyal algılamaktadır ve bu işleve tıp dünyasında rehabilitasyon denmektedir. Bizim projemizi diğer projelerden özgün kılan özellik robotik elin force sensörler yardımı ile basınç hissini algılanmasıdır.

Anahtar kelimeler: Flex sensör, force sensör, servo motor

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde dört yıl boyunca değerli bilgilerini bizimle paylaşan saygı değer öğretim üyelerine kullandığı her kelimenin hayatımıza kattığı öneminin unutmayacağımız saygı değer danışman hocamız Fatih Veysel Nurçin'e, çalışmamız boyunca bizden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşımız ve aynı zamanda Biyomedikal Mühendisi Emre Kaya'ya ve Osman Adalı'ya, elektronik teknisyeni Yücel Şimşek'e ve Yakın Doğu Üniversitesi Hastanesinde görev yapan Uzm.Dr.Mehmet Yalçınozan'a ve eğitim hayatımız sürecinde zorlukları bizimle birlikte göğüsleyen ve hayatımızın her evresinde bizlere destek olan ailelerimize çok teşekkür ederiz.

Aynı zaman da proje yapımı sürecinde bize yön veren saygıdeğer bölüm başkanımız Doç.Dr Terin Adalı'ya ve eğitimimize imkan sağlayan Yakın Doğu Üniversitesi'ne sonsuz teşekkürler.

Ehsan faramarzi asli 20134826

Büşra Kaya 20132949

Aslıhan Yurdaer 20131099

Lefkoşa 2017

BİLDİRGE

Tarafımızdan hazırlanıp huzuruza sunulan tez içerisinde intihal yapılmadığını, çalışmalarımızın tamamıyla edindiğimiz bilgiler çerçevesinde olduğunu bilgilerinize arz ederiz.

İsim-soyisim: Ehsan Faramarzi Asli

İmza:

Tarih:

İsim-soyisim: Aslıhan Yurdaer

İmza:

Tarih:

İsim-soyisim: Büşra Kaya

İmza:

Tarih:

KISALTMALAR

- **FCR:** Force sensör
- **DC:** Adaptörden sağladığımız direk akım
- **GND:** Toprak
- **V:** Volt
- **Vcc:** +5 volt
- **DİGİTAL(PWM):** 0-13 değerleri arası Arduino çıkış pinleri
- **ANALOG:** A0-A5 değerleri arası Arduino giriş pinleri

FIGÜR LİSTESİ

Figür 1: Projenin yapım aşaması.....	3
Figür 2: Arduino.....	6
Figür 3 : FSR Sensör.....	7
Figür 4 : Servo Motor.....	8
Figür 5: Flex Sensör.....	10

BÖLÜM 1

1.1.GİRİŞ

İnsanlık tarihinin ilk zamanlarından günümüze gelinceye kadar insanlar her alanda bir ihtiyaç sonucu bilinçli ya da bilinçli olmayarak buluşlar yapmıştır. Teknolojinin çok eski zamanlara dayanan bir geçmişi olduğu görülmektedir.

Sinir zedelenmeleri nedeniyle sakat kalan vücut fonksiyonları, üretilecek yeni robot kol ve bacaklar sayesinde giderilecektir. İnsanlar bu yeni robot uzuvlar sayesinde hayatlarına kaldıkları yerden devam edebileceklerdir.

Modelleme yaparken doğadaki yaşamdan esinlenerek yapılmaktadır. Bizde robotik kolumuzu insan kolunun fonksiyonlarını göz önünde bulundurarak tasarladık.

İnsan kolunun yaptığı birçok hareketten bazılarını yapabilir hale getirdik. Örneğin anahtar tutuşu,işaretetme,bir yumurtayı kırılmadan tutabilme gibi.. Günlük yaşamımızda en çok kullandığımız hareketleri gerçekleştirebilmektedir.

Geri beslemeli robotik kol, biyolojik sağlam ele takılan eldiven üzerine yerleştirdiğimiz flexsensörler aracılığıyla robotik elde bulunan servo motorlar parmakların hareket etmesini sağlıyor. Robot elin parmakları üzerine yerleştirdiğimiz forcesensörler yardımıyla da herhangi bir temas sağlandığında forcesensörün diğer ucuna bağlı olan servo motor dönerek kola basınç yapar..

1.2.Projenin Amacı

Bu çalışmada robot kolunun çalışmamızdaki amaç insanın el hassasiyetinin robot koluna aktarılarak, bu hassasiyetin önem arz ettiği konularda, çalışma şartlarının insan çalışma konforuna elverişsiz olduğu yerlerde çalışmaların insan elinin hareketlerinin kopyalanarak yapılabilirliğini göstermek ve daha sonraki çalışmalara ilham kaynağı olmayı hedeflemektir.

Bizler de bu misyon ve vizyonda; fizyolojik sinyallerden yararlanarak, bu fizyolojik sinyalleri elektirksel sinyallere dönüştürüp fiziksel bir hareket elde etmeyi istemekteyiz.

Bu proje herhangi bir kaza sonucu veya doğuştan itibaren kolunu kaybeden engelli insanlar için tasarlanmıştır.

Bu robotik kol olarak bilinen projede eldiven üzerine flexsensör yerleştirerek robotik eli onun aracılığıyla hareket ettirdik ve robot elin parmakları üzerine yerleştirdiğimiz FCR sensörle kişiye hissiyat sağladık. Bu projenin diğer amacından bahsetmemiz gerekir ise; bir trafik kazasında dirsek altını kaybeden bir hastayı düşünebiliriz. Bu hastanın dirsek kısmında bulunan sinir uçları belli bir zamandan sonra artık hiç bir şey hissetmeyecektir ve beyinde bir süre sonra artık orda sinir uçlarının olduğunu unutacaktır. Biz bu proje yardımı ile kişi nesne veya herhangi bir yere dokunduğu zaman servo motor dönecektir ve deri yüzeyine

temes edecektir ve sinir uçları bu sinyalleri beyine ileterek sürekli olarak sinyal elde

edecektir ve buda bir çeşit rehabilitasyon olarak görev yaparak kişi hissiyat duyusunu ve sinirler işlevini geri kazanacaklardır.

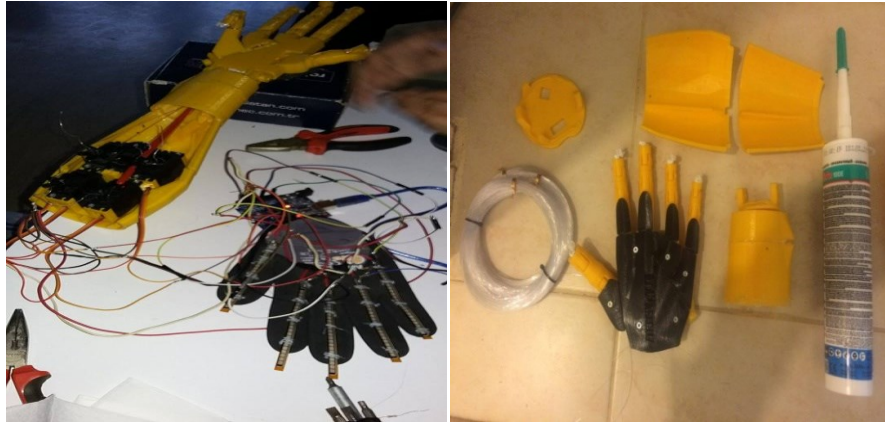
Projenin dokunma hissi veren kısmı;

Yaptığımız araştırmalara göre şu anda piyasada bulunan tüm protez eller sınırlı sayıda hareket yapabilmekte. Biyonik el, hareket eden el gibi projeler farklı sebeplerden dolayı sadece proje olarak kalmakta ve hastalar tarafından kullanılamamaktadır. Bu projelerin piyasaya sunulması için gerekli olan önemli aşama protez ellere basınç hissinin verilmesidir.

Projenin parmakları hareket ettiren kısmı;

Hazırlanan maket elin her bir parmağını hareket ettirmek için 5 adet servo motor kullanılmıştır. Kullanılan servo motorlar R/C tipi servo motor olup aldığı sinyale göre motor milini istenilen açıya döndürerek o açıda sabit tuttuğu için tercih edilmiştir. Servo motorların dönüşü ile birlikte parmakların hareket etmesi için her bir parmaktan çıkan misinalar servo motorların pervanelerine bağlanmıştır.

Servolar tam harekette yaklaşık olarak 500 mA akım çekmektedir.bu durumda paralel bağlı olan 5 servonun aynı anda çalışması için 2.5-3 A akıma ihtiyaç duyulmaktadır. Arduinonun çalışması için gerekli olan beslemeden yeterli akım alınamadığından servolararduinodan farklı bir kaynakla beslenmiştir. Bunun için 5 V 3 A'lık bir adaptör kullanılmıştır. Servo motorun Arduino ile bağlantısını sağlayan sarı kablolar 5 servo motor için Arduino'nun PWM çıkışı uçlarına bağlanmıştır. Bu uçlar sırasıyla 8-9-10-11-12 numaralı pinlerdir. Kırmızı kablo pilin + ucuna kahverengi kablo ise pilin eksi ucuna bağlanmıştır. Servo motor devresinin çalışıp çalışmadığını test etmek amacıyla öncelikle boarda kurulup ardından Proteus programında devrenin dizaynı oluşturulmuştur.



Figür1: Projenin yapım aşaması

1.3. Literatür Taraması

En gelişmiş biyonik kol; yüz sensör, yirmi altı motor ucundaki küçük bilgisayarla yapılan bu protez dünyanın en gelişmiş biyonik kolu, ağırlığı doğal kola çok yakın ve dört kilogram düşünce gücüyle hareket ettiriliyor. Peki bu olay nasıl gerçekleşiyor ?

Öncelikle hastanın adele kalıntılarındaki sinirler ameliyatla tekrar canlandırılmıştır. Bilgisayar yardımıyla kol kökünden gelen sinyalleri algılıyor. Dolayısıyla hasta bir hareketi yapmayı düşündüğü zaman istediği gibi hareket ettiriyor fakat müzik aleti çalmak isteyenler teknolojinin biraz daha gelişmesini bekleyecek gibi gözüküyor.

Biyonik el ve düşünce kontrolü ; beynin içinde bir sürü elektriksel iletişim var o elektriksel iletişimlerin yaydığı bir takım dalgalar var. Kafamıza taktığımız alet sayesinde algıladığı sinyalleri ekrandan okumamızı sağlıyor. Asıl yaptığı iş konsantrasyon seviyeni ölçüyor. Beyin konsantre olduğu ve gevşediği zamanı görüp ayırt edebiliyoruz.

Beyinde milyarlarca sinir hücresi bulunur bunlara nöron denir. Bu nöronların birbirleri arasında birçok bağlantı var. Aralarında bilgi ve elektriksel aktarımlar oluyor. Sonuçta beyin dalgaları yayılıyor. (Micera, 2014)

1.4.Piyasa fiyatları

Biyonik kolun uzak doğuda üretim potansiyeli yüksektir. Protez kolların fiyatları hakkında henüz kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Ancak piyasaya sürüldüğünde yüz bin dolar düzeyinde bir fiyatla satış yapılacağı tahmin edilmektedir. Protez kollar ülkelerinde gazi olanlara sigorta tarafından karşılanacak şekildedir. Yeni gelişen teknoloji ile beyin tarafından kontrol edilebilen uzuvların üretimine sıcak bakılıyor ve beş yıl içerisinde geliştirileceği konusunda sunulması bekleniyor. (Adalı, 2016)

BÖLÜM 2

2.1. Materyal ve Metodlar

Kullanmış olduğumuz materyallerin listesi şu şekildedir; arduino, force sensör, servo motor, kablolar, direnç, 3D yazıcı, flexsensör

2.1.1 Arduino

Bir G/Ç kartı ve Processing/Wiring dilinin bir uygulamasını içeren geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformudur. ATmega 328 mikrodenetleyici içeren bir arduino kartıdır. Arduinonun en yaygın kullanılan kartı olduğu söylenebilir. Arduinonun 14 tane digital giriş/çıkış pini vardır. Bunlardan altı tanesi pwm çıkışı olarak kullanılabilir. Ayrıca 6 adet analog girişi, bir adet 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, powerjack (2.1mm) , ICSP başlığı ve reset butonu bulunmaktadır. ArduinoUno bir mikrodenetleyiciyi desteklemek için gerekli bileşenlerin hepsini içerir.

ArduinoUno Teknik Özellikleri:

Mikrodenetleyici : ATmega328

Çalışma gerilimi : +5 V DC

Tavsiye edilen besleme gerilimi : 7 - 12 V DC

Besleme gerilimi limitleri : 6 - 20 V

Dijital giriş / çıkış pinleri : 14 tane (6 tanesi PWM çıkışını destekler)

Analog giriş pinleri : 6 tane

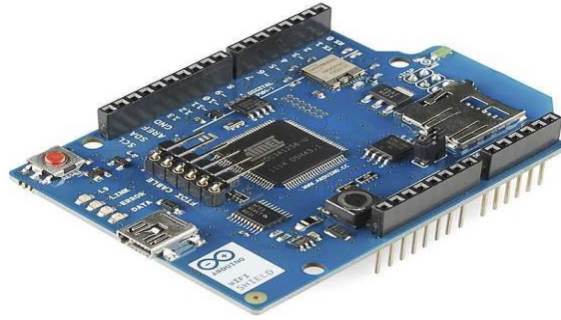
Giriş / çıkış pini başına düşen DC akım : 40 mA

3,3 V pini için akım : 50 mA

Flash hafıza : 32 KB (0.5 KB bootloader için kullanılır)

SRAM : 2 KB EEPROM :

1 KB Saat frekansı : 16 MHz. (S. A. , 2015).



Figür 2: Arduino

Arduino, (2015)

2.1.2 Force Sensör

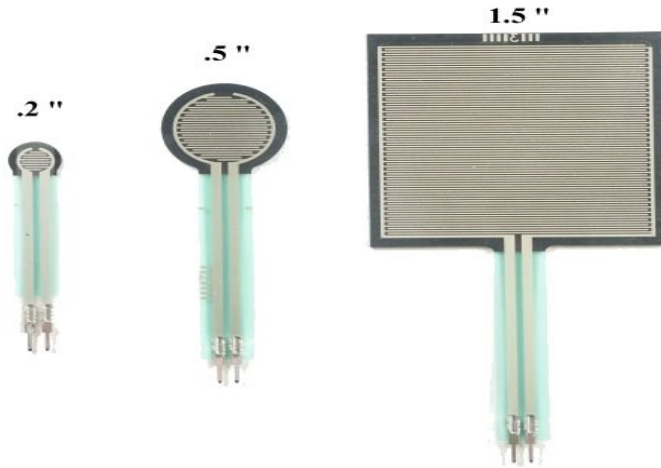
Bu FSR (Kuvvete Duyarlı Direnç) hassas alana uyguladığınız basınca göre direnç değeri elde edeceksiniz. Kuvvet ve direnç ters orantılı olarak değişmektedir.

Force sensörlerin işlevleri aynı olmakla beraber boyut, ağırlık, kalınlık gibi özellikleri farklılık gösterebilir. Üzerine uygulanan basıncı algılar. Bu sensör 5mm çapındaki dairesel alana uyguladıkları kuvvetle orantılı olarak direncin değerlerinde farklılık gösterir ve bu sebepten dolayı kuvve veya basıncın değerleri hesaplanabilmektedir. Sensörün 1g ile 10kg aralığında kuvvetlerin ölçmesi için yapılmıştır.

Sensörün üzerine 1 gram konulduğunda $1M\Omega$, 10kg konulduğunda ise $100k\Omega$ direnç değerleri gözükmemektedir. (Hopf et al., 1996).

TEKNİK ÖZELLİKLER

- Boyut 0.76 cm (pad çapı).
- Ağırlık 0.15 g.
- Kalınlık 0.38 mm.



Figür 3 : FSR sensör

(Hopf et al., 1996).

2.1.3 Servo Motor

Herhangi bir mekanizmanın işleyişini hatayı algılayarak yan bir geri besleme düzeneğinin yardımıyla denetleyen ve hatayı gideren otomatik aygıttır.

Robot teknolojisinde en çok kullanılan motor çeşididir. Dişli mekanizması metaldir ve 30-160 derece dönme açısına sahiptir. Futaba kumandalarla tam uyumlu olup RC araçlarınızda kullanabilir.

Boyut: 40.6 x 19.8 x 42.9 mm

Ağırlık: 50 gr

Hız: 0.15 saniye 60 derecelik dönme açısı için. [4.8V uygulandığında.]

Tork: 13 kg/cm² [6V uygulandığında.] (Bigler & Bigler, 1999).



Figür 4 : Servo Motor

(Bigler & Bigler, 1999).

2.1.4.Flex Sensör

Flex sensör diğer adıyla esneklik sensörü bir direnç gibi çalışan bükülme durumuna göre direnç değeri değişen bir sensördür. Sensör dik durumdayken direnç değeri sıfırdır. Bükülmeye başladıkça direnç değeri artar. Yani direnç değeri ile esneme doğru orantılıdır. Böylece algılama devrelerinde kullanılabilir.

Flex Sensor patentli teknoloji, dirençli karbon elementlerini temel alınarak yapılan bir sensördür.

Değişken basılı bir direnç olarak kullanılır. Flex sensörü ince esnek bir tabaka üzerindeki mükemmel form faktörü bulunmaktadır. Flex sensör aslında bir direnç.Sensör eğildikçe sensör uçlarında görülen direnç değeri değişiyor.Benim elimdeki sensör tek yöne duyarlı.Sensör tam dikken en düşük direnç değerine sahip ve eğildikçe bu değer büyüyor. Piyasada farklı boyutlarda bulabilmek mümkün.Benim en sık karşılaştığım 4.5" ve 2.2" olanları.Sensörü mcu ile kullanabilmek için direnç değerinin gerilim bilgisine çevirmek gerekli. Basit yoldan bir gerilim bölücü ile bu iş yapılabilir.

Uygulamalar:

Tıbbi cihazlar

Endüstriyel kontroller

Bilgisayar çevre birimleri

Müzik Enstrümanları

Ölçme aygıtları

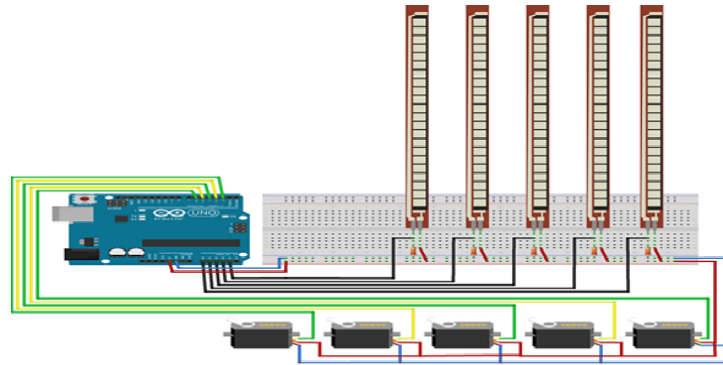
Sanal gerçeklik oyunları

Fizik Tedavi

Özellikler:

- Özel müşteri spesifikasyonlarına uyacak şekilde tasarlandı
- Yüksek düzeyde güvenilirlik, tutarlılık, tekrarlanabilirlik
- Sert ısı direnci
- Montaj için çeşitli esnek veya sabit yüzeyler
- Sonsuz sayıda direnç imkânı ve bükme oranları.

Syed, A., Agasbal, Z. T. H., Melligeri, T., & Gudur, (2012).



Figür 5: FlexSensör

Spectra symbol, (2017)

BÖLÜM 3

3. Veriler ve Tartışma

Normalde protez kol kullanan birisi herhangi bir yere dokunduğu zaman dokunup dokunmadığını bilemez. Bizim projemiz hastaya psikolojik açıdan büyük oranda fayda sağlamıştır.

Bu proje maliyeti ve ebatı bakımından daha önce yapılan projelere göre daha faydalıdır.

Maliyeti düşük olduğu için patentinin alınması ve piyasaya sürülmesi daha kolaydır.

Yaptığımız arduino sistemli robotik elin normal bir eldiven üzerine flex sensörler yerleştirilerek, eldivenin hareketini robotik kol eş zamanlı olarak sağlamaktadır. Gelişen robot teknolojisiyle, yaptığımız üç boyutlu kol sistemiyle, insanlara ve tıp dünyasına son derece faydalı bir sistem geliştirdik.

Bu devre farklı şekillerde kurulabilirdi. Devre tasarlanırken bazı değişiklikler yapıldı. EKG problemleri yerine daha kullanışlı ve daha uygun maliyetli ve ayrıca daha az yer kaplayan FCR sensörlerini tercih ettik. EKG problemlerinin kullanılmasının zor olduğundan yavaş yavaş yerine daha basit ve kullanışlı sensörlere vermektedir.

BÖLÜM 4

4. Sonuç

Kaza, savaş vb yaralanmalar sonucu meydana gelen uzuv kaybından sonra sinir uçları belli bir süre sonra tahrip oluyor ve beyine sinir uçlarından sinyal gitmiyor zaman içerisinde beyin sinir uçlarını unutuyor ve yokmuş gibi davranıyor. Proje yardımıyla servo motor veya vibrasyon motoru yerleştirerek hareketi esnasında sinir uçları sinyalleri algılayabilecektir ve beyine sinyali aktaracaktır bu da o bölgedeki sinir uçlarına tekrar işlevini geri kazanmaya yarayacaktır.

Unutulan sinirlerin tekrar hatırlanması uyguladığımız rehabilitasyonun bir sonucudur. Yapılan bu projeyi gelecekte geliştirmek istersek protez veya robot elin üzerine termal (ısı) bildirim sensörleri yerleştirerek kişi dokunduğu nesnenin ısınısını da hissedecektir buda yüksek sıcaklıklarda protez ele zarar gelmesini önleyecektir diğer taraftan ise kişiye psikolojik olarak büyük derecede katkı sağlayacaktır. Günümüzde biyomedikal mühendisleri bu tip projeler üstünde yoğunlaşarak protezleri geliştirmek istemektedirler ve engelli insanların yaşam kalitelerinin artmasını sağlamaktadırlar.

BÖLÜM 5

KAYNAKLAR

Adalı,o. (2016). Protez kol ve robot kol laboratuvarı. Ankara

Arduino, S. A. (2015). Arduino. *Arduino LLC*

Arduino, S. A. (2015). Arduino. *Arduino LLC*.

Bigler, R. A., & Bigler, P. P. (1999). U.S. *Patent* No. 5,912,541. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office

Gulbrandsen, S. M. (2015). Bionic Hand.

Hopf, G., Ziegenbein, B., & Maihoefer, B. (1996). U.S. Patent No. 5,499,541. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office

Karaçizmeli, C., Çakır, G., & Tükel, D. (2014). Robotik el projesi.

Micera,s. (2014) . hissedebilen protez kol.

Rubio, M. A., Hierro, C. M., & Pablo, A. P. D. M. (2013). Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. In Proceedings of EDULEARN13 conference (pp. 1-3).

Spectra symbol, 2017

Syed, A., Agasbal, Z. T. H., Melligeri, T., & Gudur, B. (2012). Flex sensor based robotic arm controller using micro controller.

Van Der Niet Otr, O., Reinders-Messelink, H. A., Bongers, R. M., Bouwsema, H., & Van Der Sluis, C. K. (2010). The i-LIMB hand and the DMC plus hand compared: a case report. *Prosthetics and orthotics international*, 34(2), 216-220.

EK

```
#include <Servo.h>
```

```
const int pot1=A0;
```

```
//const int pot2=A1;
```

```
//const int pot3=A2;
```

```
//const int pot4=A3;
```

```
const int pot5=A4;
```

```
int forceSensorPin0 = A5;
```

```
//int forceSensorPin1 = A5;
```

```
Servo servo1;
```

```
//Servo servo2;
```

```
//Servo servo3;
```

```
//Servo servo4;
```

```
Servo servo5;
```

```
Servo servoForce0;
```

```
int flexdorum1=0;
```

```
//int flexdorum2=0;
```

```
//int flexdorum3=0;
```

```
//int flexdorum4=0;
```

```
int flexdorum5=0;
```

```

int pos1=0;

//int pos2=0;

//int pos3=0;

//int pos4=0;

int pos5=0;


void setup() {

  // put your setup code here, to run once:

  Serial.begin(9600);

  servo1.attach(3);

  //servo2.attach(5);

  //servo3.attach(6);

  //servo4.attach(9);

  servo5.attach(10);

  servoForce0.attach(11);

}


void loop() {

  delay(100);

  flexdurum1=analogRead(pot1);

  pos1=map(flexdurum1,500,180,0,180);

  servo1.write(pos1);


  int forceValue =analogRead(forceSensorPin0);

  Serial.println(forceValue);

  int mappedForce=map(forceValue,0,1024,0,180);

  servoForce0.write(mappedForce);

```

```
//flexdurum2=analogRead(pot2);  
  
//pos2=map(flexdurum2,230,450,0,180);  
  
//servo2.write(pos2);  
  
  
//flexdurum3=analogRead(pot3);  
  
//pos3=map(flexdurum3,400,1200,0,180);  
  
//servo3.write(pos3);  
  
  
//flexdurum4=analogRead(pot4);  
  
//pos4=map(flexdurum4,400,1200,0,180);  
  
//servo4.write(pos4);  
  
  
flexdurum5=analogRead(pot5);  
pos5=map(flexdurum5,400,180,0,180);  
servo5.write(pos5);  
}
```