

K.K.T.C
YAKIN DO U ŐN VERS TES
B YOMED KAL MŪHEND SL

EMG TABANLI 3 BOYUTLU PROTEZ EL UYGULAMASI

Mezuniyet Projesi

BERKAY FAH R BAYRAKÇEKEN

AL OSMAN KIRKYA ARO LU

S NAN BULUT

Lefko a, 2016

K.K.T.C
YAKINDO ÜNİVERSİTESİ
BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİK

EMG TABANLI 3 BOYUTLU PROTEZ EL UYGULAMASI

Mezuniyet Projesi

BERKAY FAHİR BAYRAKÇEKEN

ALİ OSMAN KIRKYAROLU

SİNAN BULUT

Proje Danışmanı: Fatih Veysel NURÇİN

Lefkoşa, 2016

ÖNSÖZ

Teknolojinin geli mesiyle birlikte, sa lık teknolojileri de hızla geli mektedir. Buna ba lı olarak Biyomedikal uygulamalar bir ivme yakalamı tır. Biyomedikal uygulamalar her gün geli en ve yenilenen teknolojilerle insan hayatını kolayla tırmayı hedeflemi tir.

Bu projede, Biyomedikal Mühendisli inin multidisipliner bakı açısından ilham alarak, EMG sinyalleri sayesinde 3 boyutlu yazıcıdan çıkardı ımız protez elimizin hareketini sa ladık.

Çalı mamızın yararlı olmasını dileriz.

Berkay Fahir BAYRAKÇEKEN

Ali Osman KIRKYA ARO LU

Sinan BULUT

Lefko a, 2016

ÖZET

Elektrotlar ile koldaki biceps kasından aldığımız analog sinyelleri, Arduino ile dijital sinyallere çevirerek servo motorların hareketi sağlanmıştır. Servo motorun hareketi ile el açma kapama hareketi gerçekleştirilmiştir.

İnsan kolundaki kas ve sinir aktiviteleri sonucunda elde ettiğimiz fizyolojik sinyalleri elektriksel sinyale dönüştürüp, bu sinyallerin işlenerek elektronik devrelerde kullanabildiğimizi görmüştük. Multi disiplinli bir çalışmamız sonucunda projemiz tamamlandı. Gelişen teknoloji ile birlikte engelli insanların daha rahat bir hayata kavuşabilmelerini sağlayabileceğimizi görmüştük.

Ç İNDEK İLER

TABLO L İSTES	i
EK L L İSTES	i
RES M L İSTES	ii
1-) G İR	1
1.1-) Projenin Amacı	1
1.2-) Projenin Önemi	1
1.3-) Proje Yöntemi	1
1.4-) Proje Konusuyla İlgili Yurtiçi/Yurtdışı Ara tırmalar	2
2-) PROJE METN	3
2.1-) EMG	3
2.1.1-) EMG Sensörü	4
2.1.2-) EMG Sinyalleri	5
2.1.3-) Ön Kol Kasları	5
2.1.4-) EMG Elektrodlarının Yerle imi	6
2.1.5-) Yüzey EMG Sinyalleri ve Frekans Spektrumu	6
2.1.6-) Yüzey EMG Sinyallerinin Alınması ve lenmesi	6
2.2-) Mikro İlemci	7
2.2.1-) Atmega 2560 İlemcisi	7
2.2.2-) Arduino Atmega 2560 Modülü	8
2.2.2.1-) Teknik Özellikleri	8
2.2.2.2-) Güç	9
2.2.2.3-) Hafıza	10
2.2.2.4-) Giriş ve Çıkış	10
2.2.2.5-) Haberleşme	12
2.2.2.6-) Programlama	12
2.2.2.7-) Usb Akımı Akım Koruması	13
2.2.2.8-) Projede Kullandığımız Kodlar	13
2.2.3-) Servo Motor	15

2.2.3.1-) Servo Motor Çe itleri	18
2.2.3.2-) Servo Motor Çalı ma Prensibi	18
2.2.3.3-) Servo Motor Özellikleri	18
2.2.4-) Protez El.....	21
2.2.4.1-) Protez Elimizin Yapısı	21
3-)SONUÇ.....	26
3.1-) Tez Önerisi	27
4-) KAYNAKÇA	27
5-) EKLER.....	28
5.1-)Literatür Ara tırması.....	28
5.2-)Projemizin avantaj ve dezavantajları	29

TABLO L STES

TABLO 1: Literatür Ara tırması.....28

TABLO 2: Projenin Avantaj ve Dezavantajları.....29

EK L L STES

EK L 1: Proje Blok Diyagramı.....3

RES M L STES

RES M 1: EMG Sensörünün  Yapısı ve Vücuda Ba lantı eması.....	4
RES M 2: EMG Sensörü.....	4
RES M 3: Atmega 2560 İemcisi.....	7
RES M 4: Atmega 2560 İemcisinin Pin Data-Sheet.....	8
RES M 5: Arduino Atmega 2560 Modülü.....	9
RES M 6: Hitec Servo Motor.....	19
RES M 7: Protez kolumuzun içerisine yerle tirdi İimiz servo motorların görüntüsü...20	
RES M 8: Protez eli olu İurma evresi.....	22
RES M 9: Protez eli olu İurma evresi.....	23
RES M 10: Protez eli olu İurma evresi.....	24
RES M 11: Protez eli olu İurma evresinin son hali.....	25

1-) G R

1.1-) Projenin Amacı

Te his ve tedavi amacıyla, bazı fizyolojik parametrelerin ölçümü için kullanılan elektriksel, elektromekanik, elektrokimyasal vb. cihazların tümü biyomedikal cihazlar olarak adlandırılmaktadır. Mühendislik teknik ve bilgisini kullanarak te his ve tedavi için yeni teknik ve yöntemler geli tirilmi tir. Bizler de bu misyon ve vizyonda; fizyolojik sinyallerden yararlanarak, bu fizyolojik sinyalleri elektiriksel sinyallere dönü türüp fiziksel bir hareket elde etmeyi amaçlamaktayız.

1.2-) Projenin Önemi

Ça ımızda teknolojinin geli mesiyle birlikte birçok bilim dalı multidisipliner bir hareket içerisindedir. Bu hareket sonrasında insan hayatı da olumlu bir ekilde etkilenmi tir. Hastalıkların tanı, te his ve tedavisinde teknolojinin geli imi ile birlikte daha verimli ve daha kısa sürede olumlu sonuçlar elde edilmektedir. Bizim projemizin önemi de; insan bedenindeki fiziksel engelleri yok ederek ki inin hayatını daha konforlu bir ekilde sürdürebilmesini sa lamaktır. Bu yüzden mekanik kol protezi üzerine günümüzde ara tırma ve geli tirme çalı maları devam etmektedir.

1.3-) Proje Yöntemi

Biyoelektrik i aretler hücrelerin yapısındaki elektrokimyasal olayların sonucu görülür. Normalde bütün hücrelerin içi ile dı ı arasında elektriksel bir potansiyel farkı vardır. Bu potansiyel farkı hücre fonksiyonlarının ba latılmasında ve tetiklenmesinde kullanılır. Dinlenim esnasındaki potansiyel farkı, membran potansiyeli olarak adlandırılır. Kas hücreleri uyarıldıklarında sinir hücreleri gibi aksiyon potansiyali oluşur. Kaslar kasılırken uyarıldıklarında kas fibrillerinde oluş an aksiyon potansiyali kas fibrili boyunca yayılır. Bir grup hücrenin aksiyon potansiyelleri çe itli elektrotlar ile algılanabilir.

Biyoelektirik i aretlerin sa lıklı biçimde kullanılabilmesi için öncelikle hangi amaca yönelik çalı ma yapılıyorsa buna göre sinyallerin toplanması gerekir. Elektriksel sinyallerin do ru bir biçimde elektronik ortama ta nınması ve de erlendirilmesi ile amaca uygun cihazların geli tirilmesi sa lanabilir.

Bu durumda uygun elektrot seçimine, elektrot sayısına ve anatomik olarak elektrotların hangi noktalara yerleştirileceğine dikkat edilmelidir. Elektriksel sinyallerin doğru bir biçimde elektronik ortama taşınması ve değerlendirilmesi ile amaca uygun cihazların geliştirilmesi sağlanabilir.

1.4-) Proje Konusuyla İlgili Yurtiçi/Yurtdışı Araştırmalar

Bu alanda literatürde yapılmış çalışmaların bazıları şunlardır;

-Mazumder ve Kundu (2012), ön kol üzerine bağladıkları bipolar elektrot ile elde ettikleri yüzey EMG sinyalleri ile rehabilitasyon amaçlı çok kanallı bir oyun platformu geliştirmişlerdir. Bilek ekleminde yapılan ekstensiyon, fleksiyon, addüksiyon ve abdüksiyon hareketlerini bir bilgisayar oyununda kullanmışlardır.

-Engin ve Taşan (2014) ön kol kaslarındaki EMG aktivitelerini kullanarak çok seviyeli protez el kontrolü için dört sınıflandırma yöntemi incelemiştir.

-Taşar, Kaya ve Gülten (2014) bir kanallı EMG sensörü ile ön kol kasından yüzey elektrotla alınan EMG aktivitesini kullanarak iki temel el hareketinin temel bileşen analizi ile sınıflandırılması konusunda çalışmış, anlamlandırdıkları EMG sinyalleri ile MATLAB grafik arayüz programında tasarlanan el simülatörünün kontrolünü sağlamışlardır.

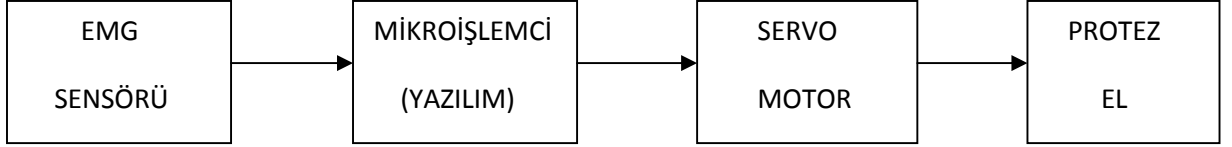
-Tepe, Küçük ve Eminolu (2012) sağlıklı bir denekten alınan yüzey emg sinyallerini kullanarak farklı sabit hızlarda elin açma ve kapama sabit hız bilgisini kestiren bir sistem tasarlamıştır.

-

-

2-) PROJE METN

Mantıksal düzende incelenen konular ve ba lıkları unlardır; yazılım, mekanik, elektrik-elektronik, EMG. Projenin geli iminde bu bilim dünyalarından yararlanılarak geli me kaydedilmi tir.

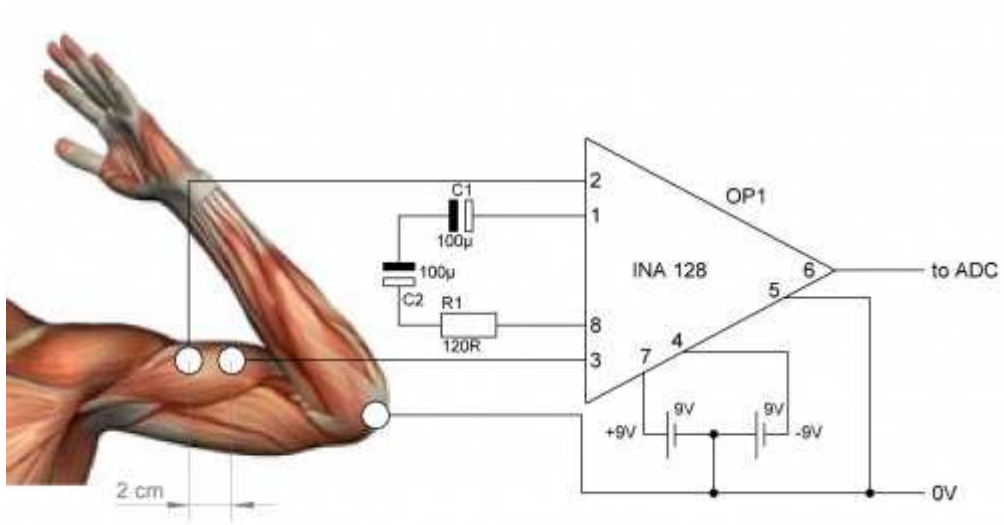


ekil-1:Proje Blok Diyagramı

2.1-) EMG

EMG; sinirler ve kaslardan alınan elektriksel sinyallerin yazdırılması anlamını ta ır.EMG; sinirleri etkileyen hastalıklarda tanı koymak, tanıyı do rulamak, i lev bozukluklarını ya da yapısal hasarların iddetini belirlemek, hastalık sürecini izlemek ve uygulanan tedavinin etkisini de erlendirmek için ba vurulan bir inceleme yöntemidir.

EMG incelemesi sırasında; cilt üzerine yapı tırılan uyarıcı elektrodlarla sinirlerin belirli noktalarına verilen elektrik uyarıları ile bu sinirlerdeki sinyaller ortaya çıkarılır. Bu sinyal deri üzerine yerle tirilen kayıt elektrodları ile kaydedilir.



Resim-1:EMG Sensörünün Ç Yapısı ve Vücuda Ba lantı eması

2.1.1-) EMG Sensörü

EMG dedektörü, insan vücudunun çe itli noktalarına ba lanarak o bölgelerdeki kasların ve sinirlerin olu turmu oldu u elektriksel sinyalleri Arduino ve benzeri mikrodenetleyici sistemleri ile okumaya yarayan bir sensör modülüdür.

Bo durumda 1,5V'luk sinyal çıkı ı veren sensör, kas kasılması ile 3,3V'luk voltaj seviyesine kadar yükselmektedir. Sensör çıkı ı analog voltaj çıkı ı eklindedir. Bu sayede 5V'luk ve 3.3V'luk sistemlerle beraber kullanılabilir.



Resim-2:EMG Sensörü

2.1.2-) EMG Sinyalleri

Sinir sistemi çe itli fiziksel hareketlerin yerine getirilmesinde kasları etkin biçimde kullanır.Beyin tarafından sinir sistemi üzerinden gönderilen uyarıcı sinyaller, motor ünite aksiyon potansiyelleri tarafından kasların kasılması sa lanır.Kasılma ile beyinden gönderilen bilgi kasa ba lı eklem üzerinden bilgiye dönü ür.

Kaslardan elde edilen EMG sinyalleri kasların kasılma ve serbest durum sinyalleri incelenerek, normal de er aralı nda olup olmaması çe itli sorunların belirlenmesinde kullanılır.Ayrıca fizik tedavi ve rehabilitasyon çalı malarında bu de er sürekli takip edilip hastanın normal de er aralı na ula ıp ula madı ı ve kas aktivitelerini geri kazanma durumları de erlendirilir.

2.1.3-) Ön Kol Kasları

Ön kol olarak adlandırılan bölgede, dirsek eklemi ve bilek arasında yerle mi 20 adet kas bulunmaktadır.Bu kaslar bilek, el ve parmak hareketlerinin gerçekte tirilmesinde rol oynar.Kolun dı a bakan(posterior) kısmında 12, içe bakan(anterior) kısmında ise 8 adet kas bulunur.Kaslar ön kol üzerinde katmanlar halinde yer almaktadır.Bir kısım kaslar kolun yüzeyinde bulunurken bir kısım kaslar ise yüzeyden daha derinlerde kemiklerin hemen üzerinde bulunur.Bile in ekstensiyon, fleksiyon, abduksiyon, addüksiyon, pronasyon ve supinasyon hareketleri bu kaslar sayesinde gerçekte ir.Ayrıca parmakların hareketini sa layan kasların büyük bir kısmı yine bu bölgede yer alır.,

Ön kol ve üzerinde hangi hareketler izlenecekse ilgili hareketi sa layan kas veya kas grubu üzerinde EMG sinyallerinin toplanması gerekmektedir.Yüzeyde yer almayan kaslardan EMG sinyalleri i ne elektrot yardımı ile toplanabilir.E er deri içerisinde müdahale gerektirmeyen (non-invaziv)bir uygulama gerçekte tirilmek isteniyorsa , en yakın bölgeden EMG sinyalleri toplanabilir.Gerekli durumlarda EMG sınıflandırma ve hareket tanımlama çalı maları yapılabilir.

2.1.4-) EMG Elektrodlarının Yerleştirilmesi

EMG sinyallerinin doğru analiz edilebilmesi için sağlıklı bir ölçüm yapılması zorunludur. Sağlıklı bir ölçüm için de kaliteli elektrotlara ihtiyaç vardır. Elektrot kullanımı bu projede önemi büyüktür. Kalitesi ve yerleştirildiği yerlerden ölçüm hakkında doğru bilgilere daha çabuk ve doğru ulaşmamızı sağlayacaktır. Yapılacak uygulamanın ihtiyacına göre uygun elektrot seçimi yapılmalıdır. Robotik uygulamalarda yüzey EMG kullanımı uygundur. Bizim projemizde de yüzey EMG ile EMG sinyallerinin ölçümü gerçekleştirilmelidir. Yüzey EMG sinyalinin doğru ölçümü belirleyen en önemli etkenlerden biri gürültüdür. Gürültü farklı genlik, bant genişliği ve frekanslarda görülebilir. Deri ve elektrot arası bölgenin iletkenliği, çevredeki çeşitli elektronik cihazların yaydığı sinyaller, ebeke gürültüsü, ölçüm esnasında kablo veya elektrotun yerinden oynaması ile oluşan hareket bozunumu, yan ve alt grup kaslarından gelen EMG sinyalleri, elektrotun ölçüm yapılacak kas üzerine doğru yerleştirilmesi EMG sinyalini etkileyen en önemli unsurlardır. Uygulamada biceps kasının kasılmasından faydalanılacaktır. Her hareket için birer bipolar elektrot grubu kullanılacaktır.

2.1.5-) Yüzey EMG Sinyalleri ve Frekans Spektrumu

Yüzey EMG sinyalleri genellikle 10Hz-500Hz frekans aralığına sahiptir. Nyquist kriteri göz önünde bulundurulduğunda en az 100 Hz'lik bir örnekleme ile sinyaller alınır.

2.1.6-) Yüzey EMG Sinyallerinin Alınması ve İşlenmesi

Elektrotlardan elde edilen ilk sinyale ham EMG sinyali denir. Bu elde edilen ham sinyal işlenerek aktarılacaktır. Bu sinyallerin anlamlı olarak kullanılması için gerekli işlemlerden geçirilir. Ayrıca gürültü faktörlerinden de ayrılması gereklidir. Sinyal işleme çözümleri analog ve dijital olarak iki türlü yapılabilir. Analog yapılan çözümlerde temel hareketlerin varlığını izlenip değerlendirilebilir. Dijital sinyal işleme çözümlerinde ise çok daha ayrıntılı olarak hareketlerin analizini yapmak mümkündür. Uygulamada elektrotlardan alınan EMG sinyalleri bir analog devreden geçirilmektedir. Analog işleme devresi sırasıyla enstrumantasyon yükseltici, yüksek geçiren filtre, sinyal doğrultucu, alçak geçiren filtre ve çıkış yükseltici bölümlerinden oluşmaktadır.

2.2-) Mikro i lemci

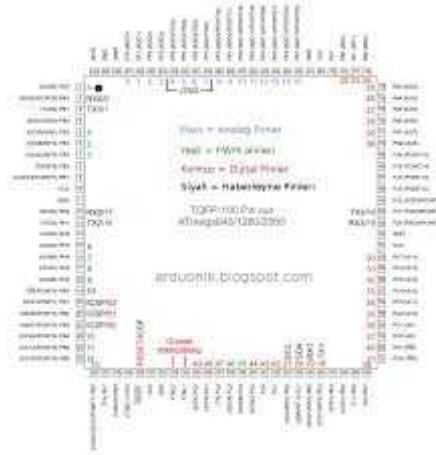
Mikroi lemci, i lemci ana i lem biriminin (CPU- Central Process Unit) fonksiyonlarını tek bir yarı iletken tüm devrede (IC-Integrated Circuit) birle tiren programlanabilir bir sayısal elektronik bile endir. Kullanıcı ya da programcı tarafından yazılan programları meydana getiren komutları veya bilgileri yorumlamak ve yerine getirmek için gerekli olan tüm mantıksal devreleri kapsar. Bu devreler genelde transistörlerden meydana gelmektedir.

2.2.1-) Atmega 2560 i lemcisi

EMG sensörü ile kolumuzdan algıladı ımız fizyolojik sinyalleri elektriksel sinyallere çevirmek için projemizde kullandı ımız bir elektronik birimdir. Bu i lemcimiz Arduino programlama kontrolörünün üzerinde yer almaktadır. Analog sinyalleri dijital sinyallere çevirme i lemini bu modül sayesinde gerçekle tiririz.



Resim-3: Atmega 2560 i lemcisi



Resim-4 :Atmega 2560 İlemcisinin Pin Data-Sheet

2.2.2 -) Arduino Atmega 2560 Modülü

Arduino Mega 2560; Atmega2560 temelli bir mikrodenetleyici kartıdır. Üzerinde 54 adet dijital giri /çıkı pini (15 tanesi PWM çıkı ı olarak kullanılabilir), 16 analog giri , 4 UART (donanımsal seri port), 16Mhz kristal, usb soketi, güç soketi, ICSP konektörü ve reset tu u bulundurmaktadır. Kart üzerinde mikrodenetleyicinin çalı ması için gerekli olan her ey bulunmaktadır. Kolayca usb kablosu üzerinden bilgisayara ba lanabilir, adaptör veya pil ile çalı tırılabilir.

2.2.2.1-) Teknik Özellikleri

- Mikrodenetleyici Atmega2560
- Çalı ma Gerilimi 5V
- Giri Gerilimi (önerilen) 7-12V
- Giri Gerilimi (limit) 6-20V
- Dijital I/O Pinleri 54 (15 tanesi PWM çıkı ı)
- Analog Giri Pinleri 16
- Her I/O için Akım 40 mA
- 3.3V çıkı için Akım 50 mA
- Flash Hafıza 256 KB (ATMEGA2560) 8 KB kadarı bootloader tarafından kullanılmaktadır.
- SRAM 8 KB (ATmega2560)

- EEPROM 4 KB (ATmega2560)
- Saat Hızı 16 MHz
- Uzunluk 101.6 mm
- Geni lik 53.4
- A ırlık 36 g



Resim-5:Arduino Atmega 2560 Modülü

2.2.2.2-) Güç

Arduino Mega gücünü usb üzerinden veya harici güç kayna ından alabilir. Harici güç kayna ı AC-DC adaptör olabilece i gibi bataryada olabilir. Adaptör kart üzerindeki 2.1mm merkez-pozitif güç soketinden ba lanabilir. Batarya kart üzerindeki GND ve Vin pinleri üzerinden ba lanabilir.

Kartın çalı ması için sürekli olarak usb'nin ba lı olması art de ildir. Kart sadece adaptör veya batarya ile çalı tırılabilir. Bu sayede kart bilgisayardan ba ımsız olarak çalı tırılabilir.

Harici güç kaynağı olarak 6-20V arası kullanılabilir. Ancak bu değerler limit değerleridir. Kart için önerilen harici besleme 7-12V arasıdır. Çünkü kart üzerinde bulunan regülatör 7V altındaki değerlerde stabil çalışmayabilir. 12V üstündeki değerlerde de aşırı ısınabilir.

Mega kartının üzerindeki mikrodenetleyicinin çalışma gerilimi 5V'dur. Vin pini veya güç soketi üzerinden verilen 7-12V arası gerilim kart üzerinde bulunan voltaj regülatörü ile 5V'ye düşürülerek karta dağılır.

Güç pinleri aşağıdaki gibidir:

- VIN: Harici güç kaynağı kullanılırken 7-12V arası gerilim giriş pini.
- 5V: Bu pin regülatörden çıkan 5V çıkışı verir. Eğer kart sadece usb (5V) üzerinden çalışıyor ise usb üzerinden gelen 5V doğrudan bu pin üzerinden çıkışı olarak verilir. Eğer karta güç Vin (7-12V) veya güç soketi (7-12V) üzerinden veriliyorsa regülatörden çıkan 5V doğrudan bu pin üzerinden çıkışı olarak verilir.
- 3V3: Kart üzerinde bulunan 3.3V regülatörü çıkışı pinidir. Maks. 50mA çıkışı verebilir.
- GND: Toprak pinleridir.

2.2.2.3-) Hafıza

Atmega2560 256 KB'lık flash belleğe sahiptir (8 KB kadarı bootloader tarafından kullanılmaktadır). 8 KB SRAM ve 4 KB EEPROM'u bulunmaktadır.

2.2.2.4-) Giriş ve Çıkış

Mega üzerindeki 54 adet dijital pinin hepsi giriş veya çıkışı olarak kullanılabilir. 16 tane analog giriş pininde bulunmaktadır. Bu analog giriş pinleride aynı şekilde dijital giriş ve çıkışı olarak kullanılabilir. Yani kart üzerinde toplam 70 tane dijital giriş çıkışı pini vardır. Bu pinlerin tamamının lojik seviyesi 5V'dur. Her pin maks. 40mA giriş ve çıkışı akımı ile çalışır. Ek olarak, bazı pinlerin farklı özellikleri bulunmaktadır. Özel pinler aşağıda belirtildiği gibidir.

- **Seri Haberleşme, Serial : 0 (RX) ve 1 (TX), Serial1: 19 (RX) ve 18 (TX), Serial2: 17 (RX) ve 16 (TX), Serial3: 15 (RX) ve 14 (TX):** TTL Seri veri alıp (RX), vermek (TX) için kullanılır. Pin 0 ve 1 doğrudan kart üzerinde bulunan Atmega16u2 usb-seri dönüştürücüsüne bağlıdır. Yani bilgisayardan karta kod yüklerken veya bilgisayar-mega arasında karlıklı haberleşme yapılırken bu pinler kullanılır. O yüzden karta kod yüklerken veya haberleşme yapılırken hata olmaması için mecbur kalınmadıkça bu pinlerin kullanılmamasında fayda vardır.
- **Harici Kesme, 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), 21 (interrupt 2):** Bu pinler yükselen kenar, düşen kenar veya deşiklik kesmesi pinleri olarak kullanılabilir.
- **PWM, 2-13 ve 44-46:** 8-bit çözünürlükte PWM çıkış pinleri olarak kullanılabilir.
- **SPI, 53 (SS) , 51 (MISO), 50 (MISO), 52 (SCK) :** Bu pinler SPI haberleşmesi için kullanılır.
- **LED, 13:** Mega üzerinden 13. pine bağlı olan dahili bir led bulunmaktadır. Pin HIGH yapıldığında led yanacak, LOW yapıldığında led sönecektir.
- **Analog, A0-A15:** Mega 16 tane 10-bit çözünürlükte analog giriş pinine sahiptir. Bu pinler dijital giriş ve çıkış içinde kullanılabilir. Pinlerin ölçüm aralığı 0-5V'dur. AREF pini ve analogReference() fonksiyonu kullanılarak alt limit yükseltip, üst limit düşürülebilir.
- **I2C,20 veya SDA pini ve 21 veya SCL pini:** Bu pinler I2C haberleşmesi olarak kullanılır.
- **AREF:** Analog giriş için referans pini.
- **Reset:** Mikrodenetleyici resetlenmek istendiğinde bu pin LOW yapılır. Reset işlemi kart üzerinde bulunan Reset Butonu ile de yapılabilir.

2.2.2.5-) Haberle me

Arduino Mega'nın bilgisayarla, ba ka bir arduino veya mikrodenetleyici ile haberle mesi için bir kaç farklı seçenek vardır. Atmega2560, 4 tane donanımsal UART TTL (5V) seri haberle me imkanı sunar. Kart üzerinde bulunan Atmega16u2 usb-seri dönü türücüde bilgisayarda sanal bir com port açarak Atmega2560 ile bilgisayar arasında bir köprü kurar. Arduino bilgisayar programı içerisinde barındırdı ı seri monitör ile arduino ile bilgisayar arasında text temelli bilgilerin gönderilip alınmasını sa lar. Usb-seri dönü türücü ile bilgisayar arasında usb üzerinden haberle me oldu u zaman kart üzerinde bulunan RX ve TX ledleri yanacaktır.

Mega üzerinde donanımsal olarak 4 adet seri port bulunmaktadır.

Atmega2560 aynı ekilde I2C ve SPI portlarında sa lamaktadır.

2.2.2.6-) Programlama

Arduino Mega kartı Arduino bilgisayar programı (Arduino IDE) ile programlanır. Programda Tools > Board sekmesi altında Arduino Mega'yı seçip programlamaya ba layabilirsiniz. Ayrıntılı bilgi için referans ve temel fonksiyonlar sayfasını inceleyebilirsiniz. Arduino Mega üzerindeki Atmega2560 üzerine bootloader denilen özel bir yazılım yüklü gelir. Bu sayede kartı programlarken ekstra bir programlayıcı kullanmanıza gerek yoktur.Haberle me orjinal STK500 protokolü ile sa lanır.

Bootloader yazılımı bypass edilerek kart do rudan mikrodenetleyicinin ICSP header'ı üzerinden ISP programlayıcı ile programlanabilir (Referans).

Bootloader yazılımı gibi Atmega16u2 içerisindeki kaynak yazılımda açık kaynaklıdır. Bu yazılıma da DFU bootloader adı verilir. Atmel's FLIP software (Windows) veya DFU programmer (Mac OS X and Linux) kullanılarak bu yazılım yeniden yüklenebilir. Veya Atmega2560'da oldu u gibi 16u2'de ISP programlayıcı ile programlanabilir. Gerek Atmega2560 gerekse 16u2 içerisindeki yazılımlar her zaman en güncel hali ile gönderilir. O yüzden mecbur kalmadıkça bu yazılımları de i tirmenize gerek yoktur.

2.2.2.7-) Usb Akımı Akım Koruması

Arduino Mega üzerinden bulunan resetlenebilir sigorta bilgisayarın usb portunu kısa devrelerden veya aşırı akım tüketimi durumlarından korumaktadır. Kart bilgisayarın usb portu üzerinden 500mA'den fazla akım çektiğinde kart otomatik olarak usb'den aldığı gücü koruma amacıyla kesmektedir. Fazla akım durumu veya kısa devre ortadan kaldırıldığında sigorta normal konuma döner ve tekrar bağlantı kurulur.

2.2.2.8-) Projede Kullanılan Kodlar

```
#include<Servo.h> // Servo kütüphanesini dahil ediyoruz.
```

```
Servoservo1 , servo2 , servo3 , servo4 , servo5 ;
```

```
int es1=250; //kolu kastı mızda olacak sınır değeri
```

```
int time1=500; //kolu kastı nda algılama süresi istenilen hızda değeri tirilebilir 500ms yada 100ms yapılabilir size kalımı
```

```
voidsetup()
```

```
{
```

```
Serial.begin (9600);
```

```
servo1.attach(3); //servoların bağlantı pwm pinlerini belirliyoruz
```

```
servo2.attach(5); // Servonuz sinyal girişine bağlantı mız
```

```
ArduinoUnopini(PWM Pinidir)
```

```
servo3.attach(6);
```

```
servo4.attach(9);
```

```
servo5.attach(11);
```

```
}
```

```
voidloop() {
```

```

int kanal=analogRead(A1); //burada kanal dediğimiz emg sensöründen
okunan kol kasılmasından alınan analog değer

delay(time1); // burada bir miktar süre koydum bazen kolun ufak
hareketleri analog değeri arttırabilir, gerçek kasılmamı diye kontrol amaçlı bir süre

if(kanal>es1){servo2.write(60);

servo3.write(40); //eğer kanal büyük esik değerinden ise yani okunan değer
belirlediğimiz sınır değerinden büyük ise demekki kol kasıldı o zaman servolara
kapanma açısı girildi

servo4.write(0);

servo5.write(140);

delay(500);

servo1.write(10); } //burada 4 parmak kapandıktan sonra baş parmak bir süre
sonra kapanıyor, çarpı maması için

else{servo1.write(90);

servo2.write(180); // burada servoların açılma komudunun verildiği yer

servo3.write(180);

servo4.write(150);

servo5.write(0); } }

```

Bu kodları kullanarak, servo motorların hareketi sağlandı ve parmaklara hareket kabiliyeti verildi.

2.2.3-) Servo Motor

Servo , herhangi bir mekanizmanın i leyi ini hatayı algılayarak yan bir geri besleme düzene inin yardımıyla denetleyen ve hatayı gideren otomatik aygıttır. Robot teknolojisinde en çok kullanılan motor çe ididir. Bu sistemler mekanik olabilece i gibi elektronik, hidrolik-pnömatik veya ba ka alanlarda da kullanılabilir. Servo motorlar da çıkı ; mekaniksel konum, hız veya ivme gibi parametrelerin kontrol edildi i, özetle hareket kontrolü yapılan bir düzendir. Servo motor içerisinde herhangi bir motor AC, DC veya Step motor bulunmaktadır. Ayrıca sürücü ve kontrol devresini de içerisinde barındırmaktadır.

D.C servo motorları, genel olarak bir D.C. motoru olup, motora gerekli D.C. a a ıdaki metotlardan elde edilir.

- 1- Bir elektrik yükselteçten.
- 2- A.C. akımın doyumlu reaktörden geçirilmesinden.
- 3- A.C. akımın tristörden geçirilmesinden.
- 4- Amplidin, retotrol, regüleks gibi dönel yükselteçlerden elde edilir.

D.C. servo motorlar çok küçük güçlerden çok büyük güçlere kadar imal edilirler(0,05 Hp den 1000 Hp ye kadar). Bu motorlar klasik D.C. motorlar gibi imal edilirler. Bu motorlar küçük yapılıdır ve endüvileri (yükseklik . uzunluk / Çap oranıyla) kutup atalet momentini minimum yapacak ekilde tasarlanırlar. Küçük çaplı ve genellikle içerisinde kompanzasyon sargısı olan, kuvvetli manyetik alanı boyu uzun do ru akım motorlarına da servo motor denir. D.C. servi motor çalı ma prensibi açısından aslında, Statoru Daimi Mıknatıs bir D.C. motordur. Manyetik alan ile içinden akım geçirilen iletkenler arasındaki etkile im nedeniyle bir döndürme momenti meydana gelir. Bu döndürme momenti manyetik alan vektörü ile sargı akım vektörü arasındaki açı 90° oldu unda maksimum de erin alır. Bir D.C. sevro motorda fırçaların konumları, her iki dönü yönü için de döndürme momenti açısının 90° olmasını sa layacak ekilde belirlenmi tir. Kolektör segmentlerinin fazla olması neticesinde momentin sıfır bir noktada rotorun hareketsiz kalması engellenmi olur.

Sanayide kullanılan çe itli do ru akım motorları vardır. Servo sistemlerde kullanılan do ru akım motorlarına ise D.C. servo motorlar adı verilir. D.C. servo motorlarda rotor eylemsizlik momenti çok küçüktür. Bu sebepten piyasada çıkı momentinin eylemsizlik momentine oranı çok büyük olan motorlar bulunur.

Bazı D.C. Servo motorların çok küçük zaman sabitleri vardır. Dü ük güçlü D.C. servo motorlar piyasada genellikle bilgisayar kontrollü cihazlarda (disket sürücüler, teyp sürücüler, yazıcılar, kelime i lemciler, tarayıcılar vs.) kullanılırlar. Orta ve büyük güçlü servo motorlar ise sanayide genellikle robot sistemleri ile sayısal denetimli hassas di açma tezgâhlarında kullanılır. D.C. motorlarda alan sargıları rotor sargılarına seri veya paralel ba lanır. Endüvi sargılarından ba ımsız olarak uyarılan alan sargılarının akısı Endüvi sargılarından geçen akımın fonksiyonu de ildir. Bazı D.C. motorlarda manyetik akı sabittir. Uyarma sargıları endüviden ba ımsız olan veya sabit mıknatısla uyarılan motorlarda hız kontrolü endüvi gerilimi ile yapılabilir. Bu tip kontrol yöntemine endüvi kontrol yöntemi denir.

Uyarma sargılarının yarattı ı akı ile yapılan denetlemede ise endüvi akımı sabit tutulur. Statorda bulunan uyarım sargılarının yarattı ı akımın kontrolü ile hız ayarlanır. Bu tip motorlara alan kontrollü motorlar denir. Fakat rotor sargılarından geçen akımın sabit tutulabilmesi ciddi bir problemdir. Zira rotor akımı yükün ve kayna ın birer fonksiyonudur. Endüvi kontrollü motorlara göre alan kontrollü motorların alan sabitleri daha büyüktür. Büyük aralıklarda de i en hız ayarlarında rotor geriliminin de i tirilmesi; buna kar ılık küçük aralıklarda hassas hız ayarı gereken yerlerde ise alan sargılarının yaratmı oldu u manyetik akı hız kontrolü yöntemi tercih edilir.

D.C. servo motorlar genellikle “elektronik hareketli denetleyiciler ” adı verilen servo sürücüler ile kontrol edilirler. Servo sürücüler servo motorun hareketini kontrol ederler. Kontrol edilen büyüklükler ço u zaman noktadan noktaya konum kontrolü, hız kontrolü ve ivme programlamasıdır. PWM tekni i adı verilen darbe geni lik modülasyonu genellikle robot kontrol sistemlerinde, sayısal kontrol sistemlerinde ve di er konum denetleyicilerinde kullanılırlar.

DC Servomotor ve AC Servomotorun kar ıla tırılması

Fırçasız servo motorlar D.C. servo motorların bakım gereksinimlerini ortadan kaldırmak amacıyla getirilmiştir. Modern servo sistemlerde kullanılan fırçasız servo motorların en önemli üstünlüğü fırça ve komütatör elemanlarının bulunmamasıdır. Bu nedenle fırçaların bakımı diye bir olaydan bahsedilemez ve fırçalardan birçok problem önlenmiş olur.

Kolektörlü D.C. servo motorlarda oluşan problemler bazen çok açık bir şekilde belli olmaz. Bazen fırçalarda olan kirlenme bile problem olabilir. Fırçaların performansı ve ömrü atmosferik şartlarla bile değiştiğinden dolayı değişik ortam koşullarında değişik yapıları fırçalar kullanılabilir. Fırçasız servo motorlarda verim, e ölçüdeki bir D.C. servoya oranla daha yüksektir ve fırçaların sürtünme etkisi olmadığından dolayı sürtünme kuvveti verime katkıda bulunur. Kolektör ve fırça aksamının yokluğu motor boyunu düşürür. Bu sadece motor hacmini düşürmekle kalmaz rotor destek rulmanları arasındaki mesafe ve rotor boyunun kısılması dolayısıyla rotorun yanal rijitliği de artırılmış olmaktadır. Bu özellik hız/eylemsizlik oranına gereksinim duyulan uygulamalarda önemlidir.

Fırçasız konfigürasyonda sarımların sabit stator içine sarılması sebebiyle ısı yalıtımı için daha fazla en kesit alanı sağlanabilmekte ve sargılarda oluşabilecek ısı artışı algılama elemanları vasıtasıyla kolayca algılanabilmektedir. Modern servo sistemlerde pozisyon sinyalinin belirlenmesi amacıyla bir kodlayıcı (encoder) veya resolver kullanılır. Kodlayıcı ve motorun tek bir ana iskelet üzerinde toplanması ile sistem daha kompakt bir yapıda olmaktadır. Bu motor yapısında manyetik akıyı üretmek için gerekli olan mıknatıs rotora monte edildiğinden dolayı döner-alan tipli motor yapısındadır. Senkron motor tipli fırçasız servo motorların yapıları doğrudan doğruya servo motorlarından farklı olması nedeniyle bu tipteki servomotorlar fırçasız D.C. servo motor olarak adlandırılır.

D.C. servo motorlardaki kolektörün aksine Fırçasız D.C. servo motorlar akımı yarı iletken güç elektroniği elemanları ile doğrudan oluştururlar. Diğer yandan rotor manyetik alanının kodlayıcı vasıtasıyla algılanıp, algılanan bu pozisyona uygun düşecek şekilde stator sarımlarına üç fazlı alternatif akım akım verilmesi dolayısıyla kalıcı mıknatıslı senkron motor tipindeki fırçasız servo motorlar aynı zamanda A.C. servo

motorlar olarak da adlandırılır. Fırçasız servo motorlarda rotor manyetik alanı ile statora verilen akımlar dikey eklede kontrol edildi i takdirde D.C. servo motorlarla aynı olan hız-moment karakteristikleri elde edilir. Servo motorlar kullanımları gere i çok sık eklede ivmelenme ve yava lama i lemlerine maruz kaldıklarından dolayı, maksimum moment de eri anma momentlerinin katlarca fazlası olmalıdır. D.C. servo motorlarda anma momentlerinin a ılması durumunda komütatör aksamında kıvılcımla ma olayı meydana gelir. Aynı eklede hız arttıkça moment de eri de çok hızlı bir eklede dü er.

2.2.3.1-) Servo Motor Çe itleri

Standart servo motorların üç kablosu vardır. Bunlardan biri power (4 V ile 6 V arasında), biri toprak, di eri ise kontrol giri i içindir. Kabloların renkleri ise genellikle power için kırmızı, toprak için siyah ve kontrol için beyazdır.

Servo motorların boyutları ve ekilleri planlanan uygulamaya ba lıdır. Servo motor ve benzerleri robotikte sık kullanılan servo motor tipleridir. Bunlar dü ük güçte çalı abilir, kullanılan servo motorun karakteristik özelliklerine ve uygulamaya ba lı olarak 100 mA ile 2A aralı ndaki DC voltaj kaynakları ile beslenebilirler.

Endüstriyel ve mobil uygulamalarda kullanılan AC voltaj ile çalı an servo motorlar da vardır.

2.2.3.2-) Servo Motor Çalı ma Prensibi

Projemizde kullandı ımız servo motor ARDU NO ile uyumlu dijital servo motordur. Bu servo motor 180 derecelik dönü açılı sürekli dönebilen ve üç ucu bulunan bir tiptedir.

2.2.3.3-) Servo Motor Özellikleri

PWM kontrolü mevcuttur.

Tork: 3.3 kg

Hızı: 0.17 saniye/60 derece



Resim-6: Hitec Servo Motor



Resim-7: Protez kolumuzun içerisine yerle tirdi imiz servo motorların görüntüsü

2.2.4-) Protez El

Geli en 3B prototipleme yazıcı tekni iyle istenilen mekanik yapıların kolay ekilde üretilebilmesi mümkündür. Biz de bu tekni i kullanarak protez el tasarlamayı amaçladık. [www. thingiverse.com](http://www.thingiverse.com) adresinden indirmi oldu umuz her bir parçanın .stl uzantılı kodunu 3B yazıcıya aktararak elimizin parçalarını olu turduk.Olu turulan parçalar birle tirilerek protez elimizin mekanik kısmı elde edildi.

2.2.4.1-) Protez Elimizin Yapısı

Bir polimer malzeme , kimyasal olarak birbirine ba lı bir çok parça veya birimi içeren bir katı olarak veya ba ka bir deyi le birbirine ba lanarak bir katı meydana getiren parçalar veya birimler olarak dü ünülebilir.

Plastik malzeme olarak da bilinen suni polimerler ,son 40-50 yıl içinde büyük geli me göstererek günümüzde hacim olarak metallerle hemen hemen e it oranda kullanılmaya ba lanmı tır. Bunun ba lıca nedenleri; bu malzemelerin nispeten ucuz, kolay i lenebilir, hafif, yüksek kimyasal ve korozyon direncine sahip olmalarıdır.

Ayrıca yüksek ısı ve elektriksel özelliklere ve yeterli mekanik özelliklere sahiptirler.

Cam, karbon vb. gibi liflerle kuvvetlendirilen plastik malzemeler, daha yüksek mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olurlar. Takviyeli plastikler özellikle içten yanmalı motorların ve uçakların yapımında kullanılır.

Di er bir örnek de; plastik-beton karı mından elde edilen rijit ve çok iyi sönümlenme kabiliyetine sahip olan kompozit malzemeler, tezgah ve di er a ır makine gövdelerinin yapımında kullanılır.



Resim-8:Protez eli olu turma evresi



Resim-9:Protez eli olu turma evresi



Resim-10,: Protez eli olu turma evresi



Resim-11: Protez eli olu turma evresinin son hali

Polimer yapıdaki malzeme 3B yazıcıda eritilerek .stl dosyası sayesinde en küçük parçadan elde edilerek ortalama 5 günde son halini almıştır. Parçalar elde edildikten sonra polimer yapıdaki vidalar ile monte edilmiştir. Parmakların hareket ettirilmesi servo motora bağlanan misina ile sağlanmıştır. Kullanımı olduğu omuz misina kolun içinden geçirilerek servo motorlara bağlanmıştır. Böylelikle servo motorları sürdürme tekniği yöntemi ile parmaklar hareket kabiliyetine kavmuştur. Ayrıca el ve parmakları sabitlemek için bileğe takılı olan esnek yapıda orta kalınlıkta ip kullanılmıştır.

3-)SONUÇ

Elektrotlar ile koldaki biceps kasından aldığımız analog sinyalleri, Arduino ile dijital sinyallere çevirerek servo motorların hareketi sağlanmıştır. Servo motorun hareketi ile el açma kapama hareketi gerçekleştirilmiştir.

İnsan kolundaki kas ve sinir aktiviteleri sonucunda elde ettiğimiz fizyolojik sinyalleri elektriksel sinyale dönüştürüp, bu sinyallerin işlenerek elektronik devrelerde kullanabildiğimizi görmüş olduk. Multidisipliner bir çalışmamız sonucunda projemiz tamamlandı. Gelişen teknoloji ile birlikte engelli insanların daha rahat bir hayata kavuşabilmelerini sağlayabileceğimizi görmüş olduk.

Projede kullanılan protez elin hammaddesi polimerdir. Polimeri kullanmamızdaki neden, dayanıklı olmasıdır.

Bu projede uyarı tabanını EMG olarak kullanılmaktadır. Farklı bir taban kullanılarak da (Örneğin; EEG) uyarı sağlanabilir. Piyasada bu tür fizyolojik sinyalleri algılayan sensörler mevcuttur.

Her bir EMG sensörü tasarlanmak isteniyorsa, detaylar iyi belirlenmelidir. Bizim yukarıda kullandığımız detaylar, herhangi bir EMG sensörünün detaylarından tamamen bağımsızdır.

Analog sinyalleri, dijital sinyallere çevirmek için Arduino ATmega 2560 modülü kullanılmıştır. Bu modülün kullanılmasındaki neden, diğer yazılım modüllerine göre daha basit ve daha anlaşılır bir biçimde uygulanabilmesidir. Buna göre C++ kullanılabilir.

3.1-) Tez Önerisi

Projemizi daha da geli tirip, kolunda ve elinde engeli bulunan insanların hayatını kolayla tırmayı hedefliyoruz.Örne in; projemizde sadece elimize açma ve kapama hareketi verdik.Fakat ileride bunlara ilave olarak döndürme hareketide eklenebilir ve böylece sa lıklı bir ki inin tüm el ve kol fonksiyonlarını yerine getirmi olabiliriz.

kinci bir örnek de gözlemlerimiz sonucu hastaların sadece parmak veya parmaklarını kaybetti ini gözlemledik.Bu durumda sadece parmak protezi geli tirip, geli tirdi imiz parma ın biyolojik parmaklarla uyumlu olarak çalı masını sa layacak protez parmak geli tirmeyi hedefliyoruz.

4-) KAYNAKÇA

<http://www.robotistan.com/emg-sensuru-sinir-ve-kas-hareketi-olcum-modulu>

http://www.biyoklinikder.org/TIPTEKNO15_Bildiriler/034.pdf

<http://www.makinatek.com.tr/arsiv/yazi/emg-elektromiyografi-kontrollu-protez-kol-tasarımı>

<http://www.medicana.com.tr/formlar/2012/eylul/emgnedir.aspx>

https://tr.wikipedia.org/wiki/Servo_motor

<http://www.thingiverse.com/thing:701446>

<http://www.instructables.com/id/Muscle-EMG-Sensor-for-a-Microcontroller/>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/Sweep>

<http://www.resuldolaner.com/arduino-ile-servo-motor-kontrolu/>

<http://www.robotkursu.com/index.php/egitimler/ardunio/15-ardunio-programlar/71-servo>

<https://gelecegiyazanlar.turkcell.com.tr/konu/arduino/egitim/arduino-301/servo-motor>

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromiyografi>

http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1017

<http://www.hurriyet.com.tr/nufusun-yuzde-12-29u-engelli-10497792>

<http://www.egitimajansi.com/haber/turkiyede-nufusun-yuzde-12-29u-engelli-haberi-28815h.html>

5-) EKLER

5.1-)Literatür Ara tırması

ENGEL GRUBU	ENGELL SAYISI	YÜZDE ORANLARI
Süre en hastalıklar	776.532	%51
Zihinsel	490.793	%31.94
Ortopedik	324.745	%21.14
Görme	216.228	%14.08
Ruhsal ve duygusal	175.902	%11.45
itme	156.451	%10.18
Dil ve konu ma	39.469	%2.57
Di er	2535	%0.17

Bilinmeyen	1498	%0.10
TOPLAM	1.536.306	%100

Tablo-1: Literatür ara tırması

5.2-)Projemizin avantaj ve dezavantajları

AVANTAJ	DEZAVANTAJ
Engelli ki inin el fonksiyonunu kazanması	Estetik açıdan tam olarak istenilen nitelikte tasarlanamaması
Maliyetin az olması	Dayanıklılık süresi
Estetik açısından mevcut bir el görünümünü sa laması	Kullanım süresinin tam olarak bilinmemesi
Hayatı kolayla tırması	Belirli zaman zarfların da de i tirilemiyor olması

Tablo-2: Projenin avantaj ve dezavantajları

