

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Mobil Uygulama ile Kontrol Edilebilen Biyonik El Tasarımı ve Uygulaması

TAKIM ADI: Techand

Başvuru ID: 315970

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite-Mezun

İÇİNDEKİLER

Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
Problem Durumunun Tanımlanması:	4
Çözüm	5
Yöntem	8
Yenilikçi (İnovatif) Yönü	11
Uygulanabilirlik	12
Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	12
Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):	14
Riskler	14
Kaynakça	15



Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu projenin amacı, el uzvu olmayan engelli bireyler için mobil uygulama ile kontrol edilebilen biyonik el tasarımının gerçekleştirilmesidir. El uzvu olmayan insanların kendi işlerini yapabilmesi ve hayata adaptasyonu biyonik eller ile sağlanabilir. Biyonik el, bireyin eksik olan el uzvunu tamamlayarak, diğer sağlıklı bireyler gibi günlük yaşamlarına devam edebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu problemin çözülmesi için gerekli olan aerobik tasarımların yapılması, formüllerinin çıkarılması ve bunlara bağlı olarak prototipin üretilip gömülü sistemler ile bu prototipin kontrolü önerilen projenin hedefini oluşturmaktadır.

Projenin yenilikçi yönü ve teknolojik değeri, biyonik ele ait olan beş parmağın kontrolünün içeriği; parmakların orta eklemlerinin, parmak kökü eklemlerinin ve başparmak kökü eklemlerinin parmak ucundan kök eklemlere kadar olan hareketlerin kontrolünün sağlanmasıdır. Bu şekilde istenilen parmağın/parmakların hareket ve kavrama özelliği sağlanmaktadır. Projede biyonik el parmaklarının kontrolü mobil uygulama ile sağlanmaktadır. Oluşturulacak olan mobil uygulama Android işletim sistemiyle uyumlu olup, biyonik el kontrolü yalnızca mobil uygulama ile sağlanmaktadır. Hatta gelişmiş olan gömülü sistem kartları kullanılacaktır. Motor konumları daha hassas şekilde gerçekleştirilmektedir.

Projenin yöntemi, projenin devre tasarımı Proteus 8.11 programında yapılmaktadır. Devre tasarımında 5 adet SG90 model mini servo motor, Arduino Mega 2560 Mikrodenetleyicisi, HC-06 bluetooth 4.0 seri modülü ve güç kaynağı kullanılmaktadır. Projede elin her parmağı için bir servo motor kullanılması planlanmaktadır. Projede servo motora komut verilmesi ve bilgi alışverişinin sağlanması için Arduino Mega 2560 Mikrodenetleyicisi kullanılmaktadır. HC-06 bluetooth 4.0 seri modülü, Arduino Mikrodenetleyicisine bağlanmakta ve geliştirilecek olan mobil uygulama ve mikrodenetleyici arasındaki veri aktarımını gerçekleştirilmektedir. Projenin devre tasarım kısmı simülasyon üzerinden tamamlandıktan sonra Arduino IDE (Entegre Geliştirme Ortamı) yazılımı ile projenin belirlenen algoritmasına uygun olarak kodlaması yapılmaktadır. Yazılım algoritması her parmak ve her eklem için ayrı ayrı oluşturulmaktadır. Her parmağın ucuyla servo motor bağlantıları misina ile yapılmaktadır. Başparmağın iki eklemi ve diğer dört parmakların da üçer eklemine servo motora bağlı olan misinanın, belirlenen dönüş açısına göre sarılması ile kontrolü sağlanmaktadır. Böylece mobil uygulama aracılığıyla eldeki parmakların kontrolü gerçekleştirilmektedir.

Projenin sanayi odaklı çıktıları, biyonik elin uzuvlarını kaybeden bireylerin diğer sağlıklı bireyler gibi aktif bir yaşam sürmesini sağlamayı amaçlanmaktadır. Sosyal açıdan değerlendirildiğinde biyonik elin etkin kullanımı, her ferdin topluma katılmasında etkin olmaktadır. Topluma kazandırılan her birey aynı zamanda iş hayatına atılan birey olma potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle bu durum istihdamın ve çalışma gücünün artmasına olanak sağlamaktadır. İnsanların yaşam standartlarını yükseltmesi nedeniyle sürdürülebilirliği de fazladır. Gerek sağlık sektöründe gerekse medikal ürün tasarımı yapan firmalarda biyonik el talebi giderek artmaktadır. Teknolojinin de ilerlemesiyle birlikte talep doğrultusunda proje, üzerinde geliştirmeler yapılmasına açıktır. Bundan dolayı projenin üretilebilirliği vardır ve patentlenip ürün haline getirilme potansiyeli taşımaktadır.

Problem Durumunun Tanımlanması:

Toplumumuzda yaşayan engelli bireylerin birçoğunun engellerinden dolayı birçok işi yapamadığı bu yüzden yaşam kalitelerinin ciddi oranda düştüğü bilinmektedir. Doğuştan el uzvu olmayan, kaza sonucu veya ampütasyon geçirecek elini kaybeden insanlar vardır. Kendi işlerini yapmakta zorluk yaşamaktadırlar. Ayrıca çalışma ve sosyal ortamlarında psikolojik olarak kendilerini geri planda tutma eğilimindedirler. Çünkü bu durum bireyler için sadece organ kaybı değil, organ kaybının yanında; işlev, beden imgesi, iş ve ilişkilerde kayıp anlamına gelmektedir [1]. Önerilen projenin amacı bu engelli insanlar için mobil uygulama ile kontrol edilebilen biyonik el tasarımının gerçekleştirilmesidir.

El uzvu olmayan insanların kendi işlerini yapabilmesi ve hayata adaptasyonunun sağlanması biyonik eller ile çözülebilir. Biyonik el, bireyin eksik olan el uzvunu tamamlayarak, diğer sağlıklı bireyler gibi günlük yaşamlarına devam edebilmesine olanak sağlamaktadır. Bu problemin çözülmesi için gerekli olan aerobik tasarımların yapılması, formüllerinin çıkarılması ve bunlara bağlı olarak prototipin üretilip gömülü sistemler ile bu prototipin kontrolü önerilen projenin hedefini oluşturmaktadır.

Literatür çalışmaları incelendiğinde bu alanda çeşitli uygulamalar görülmektedir. Önerilen proje çeşitli AR-GE aşamalarını kapsamaktadır. Bunlardan bir tanesi 3D yazıcıda kişiye uygun el uzvu tasarımının yapılması ve üretilmesidir. Burada dikkate alınması gereken nokta malzeme seçimlerinin önemi büyüktür. Bundan sonra bu el uzvuna uygun motorların güç değerlerinin hesaplarının tasarlanan uzva göre yapılması diğer bir araştırma konusudur. Kullanılacak olan ekipmanların gerilme ve dayanım hesaplamalarının yapılarak gerekli ekipmanların temin edilmesi bir başka AR-GE konusudur. Ayrıca giriş-çıkış sayıları belirlenen sistem için güç anahtarlarının hesaplarının yapılması ve belirlenmesi de bir başka çalışma konusu olarak bu projede görülmektedir. Daha sonra bir el uzvuna ait olan akış diyagramının oluşturulması ve programsal algoritmaların belirlenmesi yapılmıştır. Son olarak da bağlanmış olan giriş-çıkış elemanlarının ve gömülecek olan algoritmalar için gömülü sistem mikrodenetleyicisinin (MCU – Microcontroller Unit) seçimi ve programlanması çalışma konuları arasında görülmektedir.

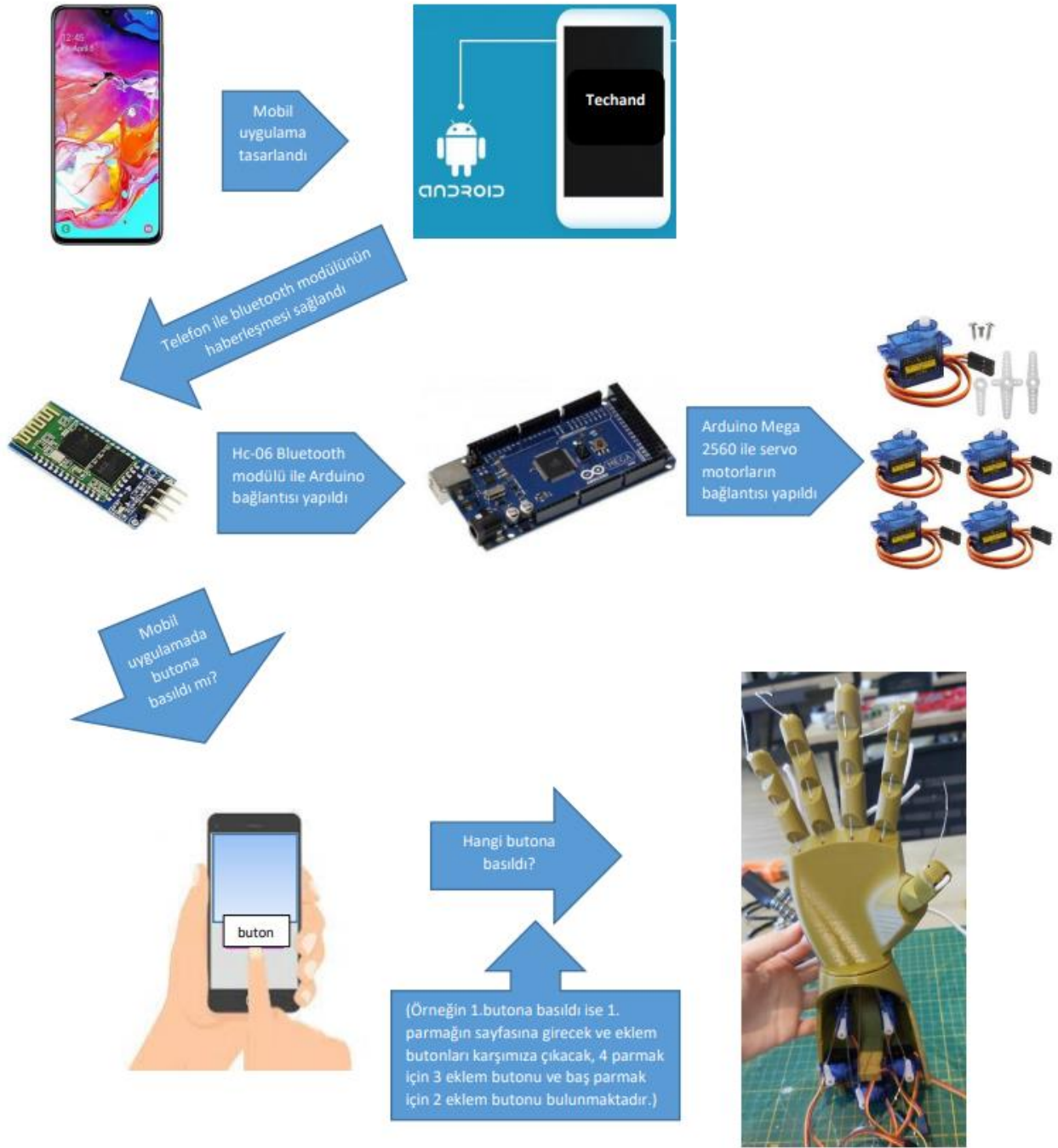
Bu projede öncelikle malzemeleri tanıtp, çizimlere yer verip, gerçekleştirilen sistem test edilerek istenilen sonucun elde edilip edilmediğine bakılmaktadır.

Çözüm

Şekil 3.1'e göre projenin akış diyagramı şu şekildedir: Biyonik elin mikrodenetleyici kartına yüklenen kodlar ve mikrodenetleyici kartına bluetooth modülü ile bağlanan mobil uygulama sayesinde verilen komutlar ile istenen parmak ve eklem hareketinin gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Mikrodenetleyici kartı güç bağlantısı sağlandığında, mobil uygulamadaki butonlar vasıtasıyla girilen bilgi mikrodenetleyiciye iletilerek, oradan da servo motor hareketlerini yukarıda verilen durumlara göre gerçekleştirilmektedir.

İlk olarak sisteme, mobil uygulamada “parmak numarası ve boğum numarası girildi mi” sorusu yönlendirilmektedir. Eğer cevap “Evet” ise bir sonraki aşamaya geçecek, eğer cevap “Hayır” ise başlangıç durumuna geri dönmektedir. Cevap “Evet” olduğunda diğer aşama olan parmak bilgisini okumaktadır. Sırasıyla 1’den 5’e, başparmak, işaret parmak, orta parmak, yüzük parmak ve serçe parmak tanımlanacak ve okunan parmak ve boğum numarasına göre hangi parmağın ve hangi ekleminin hareketinin sağlanacağı anlaşılmaktadır. Sırasıyla başparmakta tanımlanan orta ve kök eklemler olmak üzere iki durum, diğer parmalarda ise uç, orta ve kök eklemler olmak üzere üç durum tanımlanmaktadır. Mesela girilen parmak numarası 1 ve boğum numarası 2 ise 1. parmağın 2. boğumuna kadar olan kısmın komutlarını içeren döngü çalışmaktadır. Bir sonraki aşamada ise ayrı ayrı her parmak için seçilen parmak ve parmak boğum numarasına göre uç eklemden başlayarak hangi eklemin hareketinin sağlanacağı bilgisi gönderilmektedir ve böylece bağımsız şekilde tüm parmakların kontrolü sağlanmaktadır. Tüm parmakları açmaya yarayan “AÇ” butonu ve tüm parmakları kapatmaya yarayan “KAPAT” butonu eklenmiştir. Ayrıca parmakların ayrı ayrı açılmasına yarayan bir numara daha tanımlanmaktadır. Mobil uygulamada girilen parmak ve boğum numarası bilgisi mikrodenetleyiciye iletilerek servo motor dönüş açıları kodlarda tanımlanan durumlara göre belirlenerek ve belirlenen parmağın istenilen eklemlerinin hareketi servo motorun dönüşleri ile sağlanmaktadır. İstenen parmağı diğer parmalardan bağımsız şekilde tam açma yapabilmektedir ve tüm parmakları aynı anda tam kapama ve tam açma yapabilmektedir. Son durumda mikrodenetleyiciye iletilen çıkış bilgisi ile sürekli çalışma döngüsü sonlanmaktadır.

Proje başarılı bir şekilde çalıştığında biyonik elin, uzuvlarını kaybeden bireyler için umut vaat edeceğini ve sosyal hayatlarında geri planda kalmayarak, diğer sağlıklı bireyler gibi aktif bir yaşam sürmesini sağlamayı amaçlanmaktadır. Böylece hem kişiye hem de dolaylı olarak sosyal çevreye katkıda bulunulacaktır. Aşağıda Şekil 3.1’de Proje akış diyagramı verilmiştir.



HAVACI

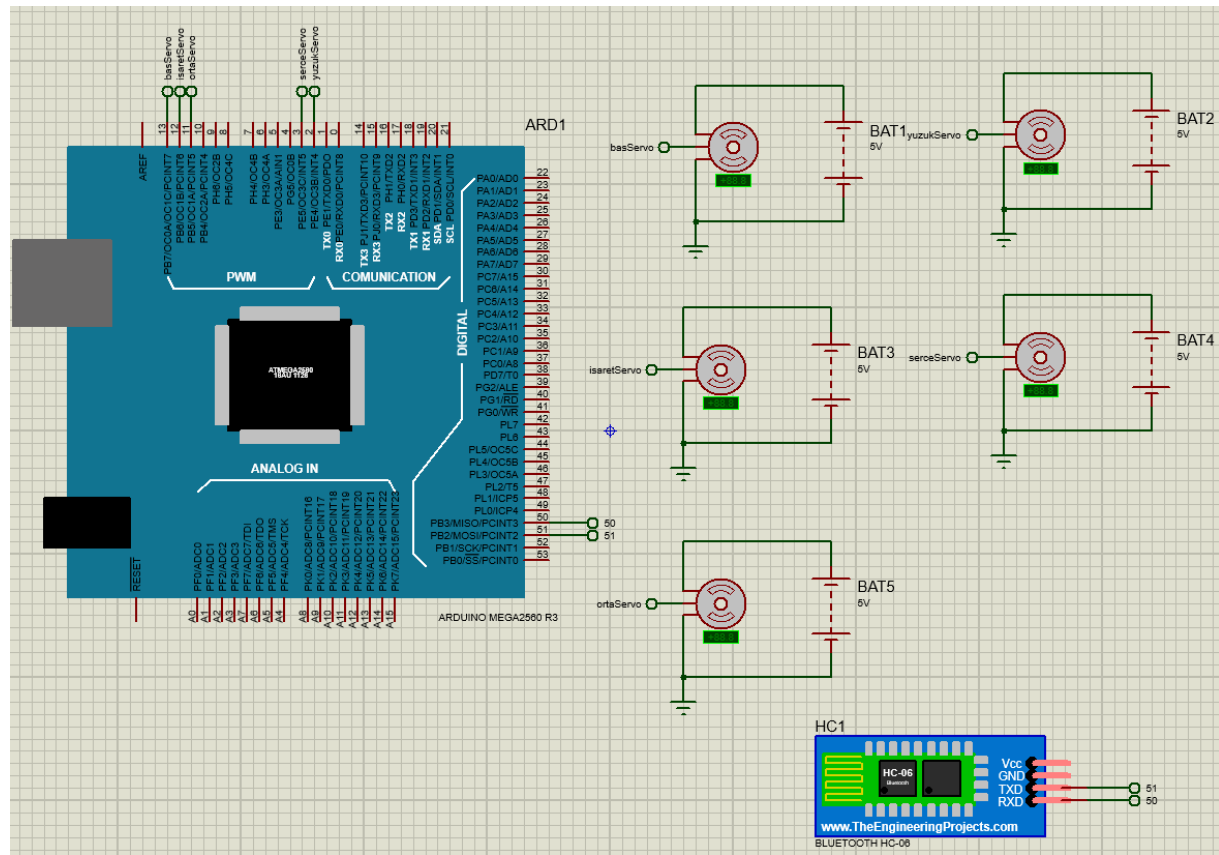
Şekil 3.2. Proje akış diyagramı görselleştirilmiş hali

Aşağıda Şekil 3.2’de Proje akış diyagramının görselleştirilmiş hali verilmiştir.

Yöntem

Projenin hedefi el uzvu olmayan insanlara kendi işlerini yapabilmesi ve diğer sağlıklı bireyler gibi hayata karışabilmeleri için bir biyotik el tasarımı gerçekleştirmektir. Bu hedef doğrultusunda tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilecek olan biyotik elin devre tasarımlarının yapılması, formüllerinin çıkarılması ve bunlara bağlı olarak tasarımın gömülü sistemler aracılığıyla programlanması ile proje gerçekleştirilmektedir.

Projenin devre tasarımı Proteus 8.11 programında yapılmıştır. Devre tasarımında 5 adet mini servo motor, Arduino Mega 2560 mikrodenetleyicisi, HC-06 bluetooth 4.0 seri modülü ve güç kaynağı kullanılacaktır. Projede elin her parmağı için bir servo motor kullanılmaktadır. Aşağıda Şekil 4.1'de Proteus 8.11 programında devre tasarımının çizimi verilmiştir.

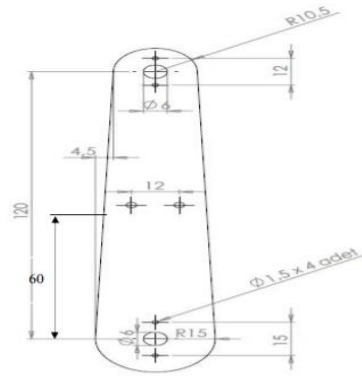


Şekil 4.1. Proteus 8.11 programında devre tasarımının çizimi

Servo motorların dönüşlerinde parmak eklemlerinin sırasıyla hareketi için misina ile motor-parmak ucu bağlantısı sağlanmaktadır. Servo motorların her biri 4.8-6 V gerilime ihtiyaç duymaktadır. Servo motorların robotlarda kullanılmasının en önemli nedeni, düşük gerilimde yüksek tork üretmeleridir. Projede servo motora komut verilmesi ve bilgi alışverişinin sağlanması için Arduino Mega 2560 mikrodenetleyicisi kullanılmaktadır.

Arduino Mega 2560 mikrodenetleyicisinde 54 adet dijital giriş (bunların 14 tanesi PWM girişidir), 16 adet analog giriş bulunmaktadır. Çalışma gerilimi 5 V olup, 8 bitlik Atmel denetleyicileri kullanılmaktadır [7]. Bu mikrodenetleyici diğer Arduino kartlarına göre daha fazla dijital çıkışı bulundurması ve genel özelliği olarak daha hızlı aktarım olanağına sahip olması nedeniyle seçilmiştir ve birçok eklentiye uyumludur.

Bunlardan biri de bluetooth modülüdür. Projede kullanılacak HC-06 bluetooth 4.0 seri modülüdür. Bu modül 3,3-6 V aralığında 150 mA ile çalışan ve 10 metreye kadar iletişimi sağlayabilen, seri bağlantı ile sisteme bağlanabilen bir modüldür. HC-06 bluetooth modülünde 2 adet sayısal giriş bacağı kullanılmaktadır. Bu bacaklar RX ve TX adları verilen özel bacaklardır, seri iletişim için kullanılırlar ve kullanılacak olan mikrodenetleyici üzerinde de birer tane bulunurlar. Diğer kullanılan 2 adet bacak ise voltaj bacağı ve toprak bacağıdır. Android telefonlar için geliştirilecek uygulamada, biyonik el ile telefonun senkronizasyonu sağlayıp aralarında gerekli veri aktarımını gerçekleştirmek amacıyla kullanılmaktadır [8]. Kullanılacak güç kaynağı ise bütün bu devre elemanlarının ihtiyacını karşılayacak güçte olmalıdır. Yani 5V 2A'lık bir adaptör bu ihtiyacı karşılayacaktır. Şekil 4.2'de biyonik elde kullanılacak servo motor kanatçık uzunluğu verilmiştir.

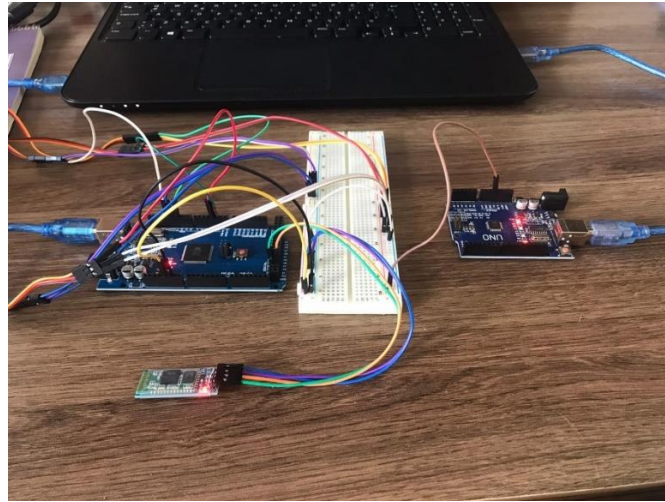


Şekil 4.2. Servo motor kanatçık uzunluğu [2]

Servo motor kanatçık uzunluğu Şekil 4.2'de görüldüğü üzere 1,2 cm olup, çemberin çevresi bu değerden hesaplanacaktır. Servo motor kanatçığının 360° dönmesi halinde bir çember oluşturur. Fakat servo motor 180° dönüş yapabildiği için yarım çember uzunluğu bulunacaktır [3]. Bu yarım çemberin uzunluğunu temel alarak 3D yazıcı ile çıkartılacak olan prototipteki her parmak ve parmak eklemlerinin uzunluğunun ölçülmesi sonucunda elde edilecek uzunluklar oran orantı yöntemi ile her eklem için kaç derecelik servo motor kanatçığı dönüşünün gerekli olacağı hesaplamalar ve kontrol amaçlı yapılacak olan testlerle tespit edilmektedir. Projenin kodları, her parmak ve eklemleri için tanımlanacak dizilerde, hesaplanacak olan bu açılar temel alınarak yazılmıştır.

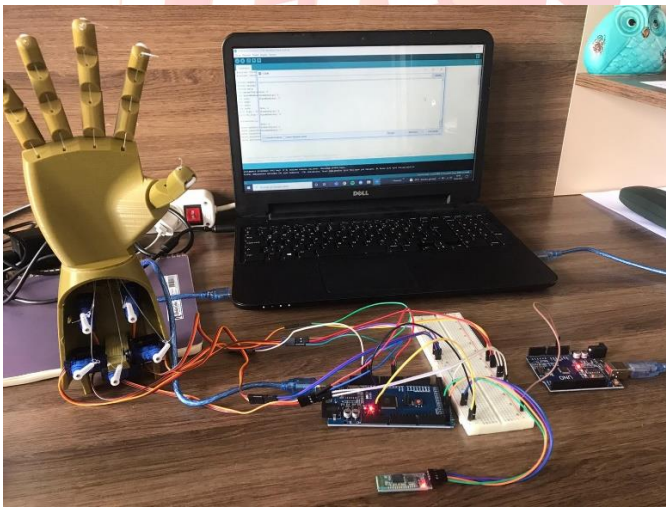
Projenin devre tasarım kısmı simülasyon üzerinden tamamlandıktan sonra Arduino IDE (Entegre Geliştirme Ortamı) yazılımı ile projenin belirlenen algoritmasına uygun olarak kodlaması yapılmıştır. Yazılım algoritması her parmak ve her eklem için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Arduino kodlamasında önceden hesaplanacak olan servo motor dönüş açılarının belirlenmesi kodlamanın en önemli kısımlarından biridir. Her parmağın ucuyla servo motor bağlantıları misina ile yapılacaktır. Başparmağın iki eklemi ve diğer dört parmakların da üçer eklemine servo motora bağlı olan misinanın, belirlenen dönüş açısına göre sarılması ile kontrolü sağlanmaktadır.

Android işletim sisteminde tasarlanacak mobil uygulama ile birlikte, telefon uygulaması ile Arduino kartının senkronizasyonunun gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Böylece mobil uygulama aracılığıyla eldeki parmakların kontrolü kolaylıkla gerçekleştirilmektedir. Projenin prototipinde devre şemasına uygun şekilde devre elemanlarının bağlantısı yapılarak ve algoritmaya uygun yazılan kodlar Arduino Mega 2560 mikrodenetleyicisine yüklenerek testi yapılmıştır.

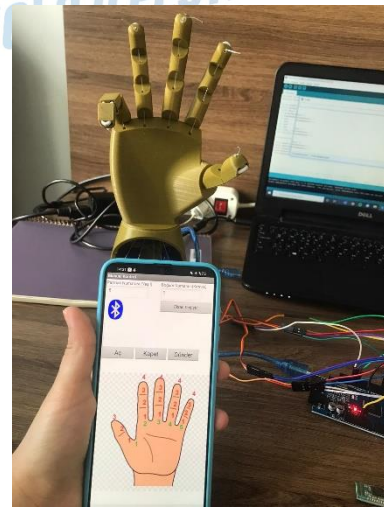


Şekil 4.3. Elektronik Devrenin Üstten Görüntüsü

Elektronik devre tasarımında, her bir servo motoru Arduino Mega 2560 mikrodeneleyicisinin PWM pinlerine bağladım. Başparmağın bağlı olduğu servo motoru 13. pine, işaret parmağın bağlı olduğu servo motoru 12. pine, orta parmağın bağlı olduğu servo motoru 11. pine, yüzük parmağın bağlı olduğu servo motoru 2. pine ve serçe parmağın bağlı olduğu servo motoru 3. pine bağladım. Servo motorların 5V uçlarını mikrodeneleyicinin 5V pinine, toprak ucunu ise mikrodeneleyicinin GND pinine bağladım. Fakat sonrasında Arduino Mega 2560 mikrodeneleyicisini bilgisayara bağlayıp projeyi çalıştırdığımda servo motorların çektiği gücün yeterli olmadığını gözlemledim, bu yüzden ikinci bir mikrodeneleyiciyi güç desteği olması ve paylaşması amacıyla devreye ekledim. 3 adet servo motorun 5V ve toprak uçlarını Arduino UNO mikrodeneleyicisinin güç pinlerine ve 2 adet servo motor ve HC-06 bluetooth modülünü Arduino Mega 2560 mikrodeneleyicisinin güç pinlerine bağlayarak servo motorların istenilen şekilde çalışması 2 adet güç bağlantısı ile sağlanmış oldu. Ayrıca HC-06 bluetooth modülünün RX ucunu mikrodeneleyicinin 50 numaralı pinine, TX ucunu mikrodeneleyicinin 51 numaralı pinine, 5V ucunu mikrodeneleyicinin 5V pinine, GND ucunu mikrodeneleyicinin GND pinine bağlayarak elektronik devre tasarımını tamamlamış oldum. Ayrıca, aşağıda Şekil 4.4 (a)'da Projenin genel görünümü ve (b)' de Mobil uygulama ile projenin çalıştırılması verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 4.4. (a) Projenin genel görünümü ve (b) mobil uygulama ile projenin çalıştırılması

Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Bu proje fikri, el uzvu eksik olan engelli bireylerin yaşamlarında kendilerini geri planda tutmaları, diğer sağlıklı bireyler gibi kaliteli şekilde hayatlarını sürdürmekte zorluk çektikleri bilindiği için ve bu sorunlara çözüm getirmek amacıyla ortaya çıkmıştır. Projede yapılacak olan biyonomik elin kontrolü mobil uygulama ile sağlanacaktır. Mobil uygulama sayesinde engelli birey, protez olarak kullanılan biyonomik elin kontrolünü kolaylıkla yapacaktır.

Projede mobil uygulama içerisinde, biyonomik ele ait olan beş parmağın kontrolü ve dört parmağın uç eklemlerinin, orta eklemlerinin, parmak kökü eklemlerinin ve başparmağın orta eklemi ve kök ekleminin parmak ucundan kök eklemlere kadar olan hareketlerin kontrolünü sağlayan kontrol butonları olmaktadır. Bu şekilde istenilen parmağın/parmakların hareket ve kavrama özelliği sağlanmaktadır.

Literatür araştırması yapıldığında, bu konu ile ilgili geçmişten günümüze, Ulusal ve Uluslararası alanda çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Eldivene monte edilmiş esneklik sensörleri yardımıyla insan elinden alınan konum bilgileri ile mekatronik tabanlı robotik elin kontrolünün sağlanması Tükel ve ark. tarafından gerçekleştirilmiştir [4]. Onlar yaptıkları çalışmalarda flex (esneklik) sensörlerini kullanmışlar, el kontrolünü diğer eldeki eldivene bağlı olan sensörlerden gelen verilerle elde etmişlerdir. Fakat diğer elden bağımsız şekilde el kontrolü sağlanmadığı dezavantajının olduğunu da belirtmişlerdir. El kaslarının aktivitesine ait biyoelektriksel veri tabanı oluşturularak ve bu veri tabanını kullanarak insan-protez el arasında etkileşim ağı ve ara yüz oluşturulmuştur. Bununla birlikte kaydedilen biyoelektriksel sinyaller bir dizi ön işleme ve sınıflandırma işlemlerine tabi tutularak elektro miyo gram (EMG) sinyalleri ile el ve parmak hareketleri arasındaki ilişkiler kurularak kontrolünün sağlanması Şenli ve ark. tarafından gerçekleştirilmiştir [5]. Onlar yaptıkları çalışmada analog sinyaller oluştuktan sonra PIC16F877A mikrodenetleyici içerisinde dijitalle dönüştürmüştür. Bu değere göre step motorların tetiklenmesini ve el kontrolünü sağlamışlardır. Bir ampüteye, hareket kabiliyeti yüksek el protezini kullanması amacıyla mekanik olarak entegre edilmiş nöromüsküler (sinir-kas ile ilgili) bir implant takılması İsveç Göteborg Sahlgrenska Üniversitesi Hastanesi'nde yapılmıştır. Hastanın ön kol kemiği ve dirsek bölgesine yerleştirilen titanyum implantlar ve elektrotlar ile bu bölgedeki sinirlere bağlanması ile sinirlerden alınan sinyallerin robotik el protezin kontrolünün sağlanması gerçekleştirilmiştir [6]. Biyonomik ele takılan küçük bir kameranın önündeki bir nesnenin resmini çekmesi, nesnenin şeklini ve boyutunu değerlendirmesi ve onu almak için bir dizi yumuşak hareket sağlanmıştır. Dört farklı "kavrayış" şekli ile el, tespit ve kavrayışını sürekli iyileştirilmesi için yapay zeka kullanımı Nazarpour tarafından gerçekleştirilmiştir [7]. Bağımsız hareket edebilen dört parmak ve döndürülebilir bir başparmaktan oluşan biyonomik el, nakil yapılan kişinin kas hareketleriyle veya 'Quick Grip' adlı uygulamayla kontrol edilmiştir. Apple iOS işletim sistemiyle uyumlu olan uygulamanın, biyonomik elin yapabildiği tutma-kavrama hareketlerini çok daha başarılı bir şekilde yerine getirmesi Touch Bionics Şirketi tarafından gerçekleştirilmiştir [8].

Literatürdeki örneklerle kıyaslandığında mobil uygulama ile biyonik el kontrolünün sağlanması, yapılacak olan projeye benzerlik göstermektedir. Fakat projede oluşturulacak olan mobil uygulama Android işletim sistemiyle uyumlu olup, biyonik el kontrolü yalnızca mobil uygulama ile sağlanmaktadır. Hatta gelişmiş olan gömülü sistem kartları kullanılmaktadır. Motor konumları daha hassas şekilde gerçekleştirilmektedir.

Uygulanabilirlik

Proje çalışması eli olmayan bireylere hayatlarında kolaylık sağlaması ve yaşamsal faaliyetlerini sorunsuz bir şekilde yerine getirebilmesi adına yapılmaktadır. Bu yüzden gerek sağlık sektöründe gerekse medikal ürün tasarımı yapan firmalarda talep giderek artmaktadır. Teknolojinin de ilerlemesiyle birlikte talep doğrultusunda projenin üzerinde geliştirmeler yapılabilir. Bundan dolayı üretilebilirliği ve uygulanabilirliği vardır.

Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

SIRA NO	MALZEME ADI	MODELİ	BİRİM FİYATI (TL)	MİKTARI	TOPLAM FİYAT (TL)
1	Arduino	Arduino Mega 2560	167,02	1	167,02
2	Arduino	Arduino UNO	138,82	1	138,82
3	Servo Motor	SG90 Mini Servo Motor	22,48	5	112,40
4	Bluetooth Modül	HC06 Arduino Bluetooth Modül	49,79	1	49,79
5	Devre Elemanları (Regülatörler, Diyot, Kapasitör, Direnç Vs.)	-	50,0		50,0
6	Bread Board ve Pcb Elemanları	-	45,0		45,0
7	Misina, esnek naylon paracord ip	-	32,0		32,0
8	Prototipin 3D çıktısı	PLA filament	1500	-	1500
TOPLAM MALİTET (TL)			2.095,03 TL		

Tablo 1 Maliyet Analizi

	Kasım 2021	Aralık 2021	Ocak 2022	Şubat 2022	Mart 2022	Nisan 2022	Mayıs 2022
İş Paketi 1							
İş Paketi 2							
İş Paketi 3							
İş Paketi 4							
İş Paketi 5							
İş Paketi 6							
İş Paketi 7							
İş Paketi 8							

Tablo 2 Çalışma Takvimi

İş Paketi 1 - Projenin belirlenmesi, literatür araştırmaları yapılması ve proje prototipini oluşturmak için devre elemanlarının belirlenmesi

İş Paketi 2 - Proje devre şemasının simülasyon programında tasarlanması ve akış diyagramının oluşturulması

İş Paketi 3 - Servo motor dönüş açıları ve konum hesaplamalarının yapılması

İş Paketi 4 - 3D yazıcı ile el ve servo motor yatağı prototipinin çıkartılması ve gerekli devre elemanlarının temin edilmesi

İş Paketi 5 - Projenin genel algoritmasının oluşturulması, kodlamasının yapılması ve mobil uygulamanın tasarlanması

İş Paketi 6 - Devre şemasına uygun şekilde somut devrenin kurulmasının gerçekleştirilmesi ve prototiple bağlantısının sağlanması

İş Paketi 7 - Mikrodenetleyici ile mobil uygulama arasındaki iletişimin sağlanması ve proje çıktısının test edilmesi

İş Paketi 8 - Detay raporun yazımı

Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Toplumumuzda yaşayan engelli bireylerin birçoğunun engellerinden dolayı birçok işi yapamadığı bu yüzden yaşam kalitelerinin ciddi oranda düştüğü bilinmektedir. Doğuştan el uzvu olmayan, kaza sonucu veya amputasyon geçirerek elini kaybeden insanlar vardır. Kendi işlerini yapmakta zorluk yaşamaktadırlar. Ayrıca çalışma ve sosyal ortamlarında psikolojik olarak kendilerini geri planda tutma eğilimindedirler. Çünkü bu durum bireyler için sadece organ kaybı değil, organ kaybının yanında; işlev, beden imgesi, iş ve ilişkilerde kayıp anlamına gelmektedir. El uzvu olmayan insanların kendi işlerini yapabilmesi ve hayata adaptasyonunun sağlanması biyonik eller ile çözülebilir. Biyonik el, bireyin eksik olan el uzvunu tamamlayarak, diğer sağlıklı bireyler gibi günlük yaşamlarına devam edebilmesine olanak sağlamaktadır.

Riskler

No	En Büyük Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Elde edilen servo motor dönüş açıları ve konum hesaplamalarının kontrol esnasında uygun olmadığının tespit edilmesi	Her parmak eklemine servo motor dönüş açıları için testler ile yaklaşık değer ataması yapılacaktır.
2	3D yazıcı ile el ve servo motor yatağı prototipinin çıkartılması için 3D yazıcı bulunamaması	El protezinin hazır temin edilecektir.
3	Mobil uygulama tasarımında sorunla karşılaşılması ve uygulamanın tasarımının sağlanamaması	Arduino Mega 2560 mikrodenetleyicisiyle mobil uygulama arasında iletişimi sağlayan HC-06 Bluetooth modülünün telefon uygulaması üzerinden algoritma kodlamaları yapılarak tasarımın gerçekleştirilecektir.
4	Servo motorlarda veya Bluetooth modülünde arıza tespit edilmesi	Arduino mikrodenetleyicinin avantajı olan devre elemanlarının kolay demonte edilebilmesinden dolayı, arızalı olan devre elemanlarının tekrar temin edilecek ve bağlantıları sağlanacaktır.

Kaynakça

1. Özsoy, İ., & Okyayuz, Ü. H. (2016). Amputasyon geçirmiş kişilerin baş etme becerileri: Olgu sunumu. Klinik Psikiyatri Dergisi, 19(1), 45-51.
2. Tokel, Ç., 2009. Dört Eksenli RC Servo Motor Tahrikli Bir Robot Manipülatörü Tasarımı ve Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 9s. İzmir.
3. Bekdemir, M. (2012). Öğretmen Adaylarının Çember Ve Daire Konularında Kavram Ve İşlem Bilgilerinin Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 43(43), 83-95.
4. Karaçizmeli, C., Çakır, G., & Tükel, D. (2014, April). Robotic Hand Project. In 2014 22nd Signal Processing And Communications Applications Conference (SIU) (Pp. 473-476). IEEE.
5. ŞENLİ, K. (2011). EMG (Elektromiyografi) Kontrollü Protez Kol Tasarımı (Doctoral dissertation, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
6. <https://www.donanimhaber.com/El-protezinin-hareket-kabiliyeti-ve-dokunma-hissiyatini-artiran-implant--107660> (25.03.2022 ulaşıldı)
7. <https://turkiye.ai/goren-biyonik-el/> (26.03.2022 ulaşıldı)
8. <https://www.ntv.com.tr/turkiye/iphone-ile-kontrol-edilen-biyonik-el,CL6SGsNtYkuGMah9P9SHZw> (26.03.2022 ulaşıldı)

