



YAKIN DOĐU ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

BİYONİK EL UYGULAMASI

BİTİRME PROJESİ

BMM 402

Lefkoşa,2016

Mücahit TAŞGIRAN(20132872)

Özlem ÇORUMLU(20132168)

Hakan MADEN (20132110)

TEŞEKKÜR

Mühendislik mesleğinin öğrenilmesinde önemli basamaklardan biri olan proje aşamasının sonuna gelmiş bulunuyoruz.

Mühendislik eğitimi boyunca ilminden faydalandığımız, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğimiz, yanında çalışmaktan onur duyduğumuz ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocamız, Doç. Dr. Terin Adalı'ya, proje konusunun belirlenmesinde, araştırma aşamasında, yön tayininde ve tamamlanmasında destek olan, projemizin başlangıcından bitimine kadar bize inanan, bizden yardımlarını esirgemeyen, her zaman yanımızda olan, bildiklerini paylaşan ve bildiklerimizi paylaşmamızı öğreten değerli hocamız ve proje danışmanımız sayın Fatma ZOR'a bize ayırdığı değerli zamanı ve sağladığı destek için minnettarız.

Son olarak da; gösterdikleri sabır ve verdikleri her türlü destek için ailemiz ve arkadaşlarımıza teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	3
1.GİRİŞ	3
1.1 Proje Amacı.....	5
1.2 Literatür Araştırması.....	5
1.2.1 Piyasa Araştırması.....	7
1.2.2 Proje Maliyeti.....	7
1.3 Araştırma Problemi.....	7
1.4 Yöntem.....	8
2.ESNEK ALGILAYICI SENSÖR	8
3.BİYONİK EL TASARIMI	12
3.1 Mikro Servo Motorlar.....	12
3.2 Esnek Algılayıcı.....	12
3.3 Arduino Uno.....	13
4.BAĞLANTILAR	14
5.PROJENİN YAPIM AŞAMALARI	14
5.1 Kalıp Çıkarma.....	14
5.2 Servo Motorları Yerleştirme.....	14
5.3. Arduino Kartı Yerleştirme.....	15
5.4. Flex Sensörleri Yerleştirme.....	16
6.SİSTEM ÇALIŞMA AKIŞI	17
7.SİSTEM YAZILIMI	17
8.GELECEKTEKİ GELİŞMELER	18
9.SONUÇ ve ÖNERİLER	19
10.KAYNAKLAR	20
11.EKLER	21

ÖZET

Eldivene monte edilmiş esneklik sensörleri yardımıyla insan elinden alınan konum bilgileri ile mekatronik tabanlı robotik elinin kontrolü sağlanmıştır. İnsan elinin parmaklarının açısal hareketleri algılanarak bir mikrodenetleyici tarafından işlenir ve servo motorlar yardımıyla robotik el kontrol edilir. Bu robotik el insan için tehlikeli ortamlarda manipülasyon işlemlerinin uzaktan kontrolü için kullanılabilir. Robot eline monte edilen sıcaklık algılayıcılarıyla da ortam sıcaklık bilgisi ana merkeze iletilebilmektedir.

Bu tez çalışmasında el projelerini anlayabilmek, başka tasarımlar yapabilmek için gerekli bilgiler, projede yer alan resimler, yazılımlar, tablolar ve uygulamalar sonucu elde edilen elin hareket sistemi, analiz ve sentez edilerek sunulmuştur. Çalışma içerisinde hesaplamalar, elin tasarımı, kullanılan malzemeler, maliyeti ve araştırmalarımız yer almaktadır. Bu çalışma sayesinde biyonik elin, düşük maliyette nasıl tasarlanacağını hakkında bilgiler elde edilmiştir. Elde edilen bilgiler sözel veya görsel olarak çalışmaya yerleştirilmiştir. Zamandan tasarruf sağlamak ve doğru sonuçlar elde etmek açısından arduino kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada görsellerin büyük katkısı olmuştur. Görsel sunuların ileride hazırlanacak projelere ve bu konuda bilgi edinmek isteyenlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.GİRİŞ

İnsanlık tarihinin ilk zamanlarından günümüze gelinceye kadar insanlar her alanda bir ihtiyaç sonucu bilinçli ya da olmayarak buluşlar yapmıştır. Geçmişten günümüze bakıldığında teknolojinin çok eski zamanlara dayanan bir geçmişi olduğu görülür. Geçmişten günümüze bakıldığında yapmak anlamına gelen teknolojinin gelişim serüveni ilk insanın akıl, mantık ve duyu organlarını maddeye yöneltmesi ile başlar. Teknoloji, serüveninin ilk gününden beri kabul gördüğü coğrafi bölgeler ve kültürler arasında seyahat eder ve gittiği her yere maddi gücünü de beraberinde taşır. Teknolojinin bu gücünü anlayan insanlar, yaşadığı çağa siyasal damgasını vururken, İslam dünyası da, yine teknoloji aracılığıyla yaratıcının buyruklarını dünyanın dört biryanına taşır. Toplumlar ilk var oldukları günden bugüne gelinceye kadar birçok alanda değişim ve gelişim göstermiştir. İlk zamanlarda sadece iletişim, veri paylaşımı ve temel ihtiyaçlarımızı gidermek için kullanılan mekanlar geliştirilerek insanların yaşamlarını daha çok kolaylaştıran ve insanlar farklı olanaklar sunan çok katlı yapılara dönüşmüştür. Yaşanılan ortamın gelişmesi ve değişmesi yeni ihtiyaçları meydana getirmiştir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda yeni buluşlar ve uygulamalar ortaya çıkmıştır.

İhtiyaçların her geçen gün artması yaşamın bir parçası olan teknolojinin yani teknolojinin uygulanması olan 'Biyonik El'in gelişmesine ve yıllar içerisinde kendini değiştirmesine neden olmuştur. Bu değişim ve gelişim sürecinde insanoğlu elektrik icadından başlayarak günümüz teknolojilerine kadar uzun bir süreçten geçmiştir. Bu süreç içerisinde teknolojinin sadece temel ihtiyaçların giderilmesi ya da iletişim için gerekli olduğu algılanmaması gerektiği günümüzde kabul gören teknoloji tanımlarına bakıldığında açık bir şekilde anlaşılmaktadır. Teknoloji, ARGE Bilim Teknoloji Komisyonunca kabul gören haliyle" toplumun gerektiği gibi hayatını kolaylaştırmak ve rahat etmelerini sağlamaktır". Yapılan bu tanım doğrultusunda teknolojiyi ele alacak olursak teknoloji rastgele bir yerlere iletişim sağlamak değildir.

Birçok hastalığa çare olacaktır. Gelecek 10 yıl içerisinde tıp teknolojisi cihazların gelişmesine bağlı olarak çok hızlı ilerleyecektir. Nano boyutta geliştirilecek cihazlar ile şimdi büyük riskleri olan ameliyatlar kan akıtmadan yapılabilecektir. İnsan ömrü daha da uzayacak ve birçok kanser hastalığına çare bulunacaktır. 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. Tıp teknoloji ile o kadar iç içe girecek ki insanların bazı organları cihazlar tarafından üretilecektir.

Gelecekte yaşanacak teknolojik değişikler ile bu denli büyük gelişmelerin olacağıın bilinmesi şaşırtıcı olduğu kadar aynı zamanda heyecan vericidir. Gelişecek yeni teknolojiler insanların hayal sınırını zorlayacak kadar çok yeniliği gözler önüne serecektir. Bu teknolojilerin yavaş yavaş günlük hayatımızın birer parçası olacaktır. Bir teknolojinin sayılanlara ve sayamadığımız birçok duruma etkisi vardır. Bu etkilerin olumsuzluğunu en aza indirmek için teknolojinin amacına ve işlevlerine dikkat edilmelidir. Bir “Biyonik El” projesi oluşturulurken geniş bir yelpazeden bakılmalıdır. Oluşturulacak olan projenin her açıdan incelenmesi gerekmektedir. Proje oluşturulurken sadece insanın yaşamını kolaylaştıran fikrinin dışına çıkılarak insanların ruh sağlığı, nesneleri iyi kavrayabilmesi, materyalin vücuda uyumlu olması, bağımsız hareket edebilmesi, hareket hızı ve kavrama hassasiyeti, küçük bir batarya ile fazla enerjiye ihtiyaç duymadan çalışabilmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Biyonik El ile ilgili yönetmelikte yer alan standartlar doğrultusunda projelerin hazırlanması teknolojinin doğruluk derecesini arttıracaktır. Bu standartlar göz önünde bulundurulduğunda uygun bir Biyonik El uygulamasının yanı sıra verimin ve teknolojinin geliştirilmesi, ekonomik açıdan fayda ve hayata kolaylık sağlayacaktır. Ülkemizde Biyonik El son yıllarda gelişme gösteren ve üzerinde durulan bir konu olmuştur. Gelişmiş ülkelerde yapılan Biyonik El uygulamaları bizim ülkemizde geç fark edilmiş ve inovasyona önem verilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Gelişmiş ülkeler doğru teknolojiye fizyolojik ve psikolojik açıdan görsel konforda uygun seviyeye ulaşmayı amaçlamaktadır ve ortama uygun olarak yapılmaktadır. Projenin uygulanmasında yönetmeliklerin, standartların, bunların içinde yer alan tablo ve kavramların öğrenilmesinin bir Biyonik El projesini hazırlamaya ve ileride yapılacak olan uygulamalara fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu amaç doğrultusunda bir proje için gerekli olan bilgiye ulaşılmaya çalışılmıştır ve bu bilgiler projenin uygulamasına katkı sağlamıştır. Biyonik El projeleri konusunda en etkin role sahip olan biyomedikal mühendislerinin bu konuda kendilerini eğitmeleri, teknolojiye gelişmeleri takip ederek malzeme seçimi ve uygulama teknikleri hakkında yeterli bilgi donanımına sahip olmaları gerekmektedir. Bu çalışmada Biyonik El uygulanmaya çalışılmıştır. Proje yapılırken Anadolu Ortopedi A.Ş videosundaki bilgiler ilginizi çekmiş ve büyük ölçüde ışık tutmuştur. Maliyet ve tasarım belirlenen standartlara uygun bir şekilde hazırlanmıştır

1.1 Proje Amacı

Eldiven giymiş insan tarafından uzaktan yapılan hareketleri tekrarlayabilecek beş özerklik dereceli robot elinin kontrolünü gerçekleştirecek donanım ve yazılım ortamını geliştirmektir. Uygulamamızda esneklik sensörleri kullanılarak eş zamanlı olarak birebir insan hareketlerini taklit

edebilmenin mümkün olduğu görülmüştür. Robot elindeki tendonlar servo motor yardımıyla sürülmekte, eldivenden gelen sinyaller Arduino mikro işlemcide işlenip, servo motorlar yine aynı kart tarafından sürülmektedir. Servo motorların yörüngeleri mikrodenetleyici kartı ile gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen prototipte sistemimiz için 5 serbestlik derecesi öngörülmüştür.

1.2 Literatür Taraması

Biyonik El eski çağlardan günümüze kadar gelen köklü bir uygulama değildir. Eski çağlarda günümüzde olduğu kadar önem veren ve değişik uygulamalar sunan bir yapı olmamıştır. Teknoloji zaman içerisinde gelişme ve değişme göstererek günümüzdeki yapısını oluşturmuştur. Teknoloji geniş bir kapsama alanına girmektedir. Bu nedenle proje uygulamasında yalnızca Biyonik El elemanlarından bahsetmek doğru olmayacaktır. Günümüzde Biyonik El, nesnelere iyi kavrayabilmesi ,hareket hızı ve kavrama hassasiyeti baz alınarak vücuda uygun bir şekilde uygulanmaktadır. Yapılan araştırmalar etüt edildiğinde biyonik El'in amacının, hastaların başkalarına bağımlı olarak yaşamak zorunda kalmamalarını sağlamak, çocukların içine kapanmalarını önlemektir(sağlıkaktuel).

Bir diğer araştırma Biyonik El'i daha spesifik bir şekilde tanımlayarak, ihtiyacın ne olduğu belirlenerek elin en iyi hareket ve kavrama düzeyini sağlamak olarak açıklamıştır. Bu açıklamalar ışığında Biyonik El projeleri oluşturulurken bilgisayar kullanırken elin açısının nasıl olması, tenis oynarken raketi nasıl tutması gerektiğini bilmemiz gerekmektedir. Bunlardan bir tanesinin eksikliği proje uygulamalarında yanlışlıklara neden olmaktadır. Proje örnekleri incelendiğinde çoğunda bu durumun sağlanmadığı ve buna bağılı olarak hataların ortaya çıktığı görülmektedir. Yapılan araştırmalar Biyonik El projesi uygulanırken görsel konforu ve estetiği sağlayacak hesaplamaların uluslararası ve ulusal standartlar doğrultusunda yapılmasının gerekliliğini ön plana çıkartmıştır. Biyonik El insan vücuduna rastgele yerleştirilmesi anlamına gelmemelidir. Projenin doğru bir uygulama olabilmesi için hastanın neye ihtiyacı varsa ona göre uygun materyalin kullanılıp, tasarlanması gerekir. Amaç doğru materyalin doğru yerde kullanımını sağlamaktır(Gençoğlu, 2005). Doğru yerde kullanımları sağlayabilmek için ulusal ve uluslararası standartlar göz önünde bulundurulmalıdır. Materyallerin doğru yerlere konumlandırılması yeterli olmamakla birlikte kullanılan malzemenin kaliteli olması gerekmektedir. Doğru bir Biyonik El uygulamasının çeşitli faydalar sağladığı yapılan araştırmalar sonucu ortaya konulmuştur. Şenyurt'a (2011) göre iyi bir Biyonik El sağlık problemlerinin oluşmamasını sağlayacak, aynı zamanda nesnelere tam olarak algılanmasını sağlayacak, iş performansının artmasına zemin hazırlayacaktır. Proje uygulamalarında biyomedikal mühendislerine büyük sorumluluk düşmektedir. Biyomedikal

mühendislerinin gelişmeleri ve yasal düzenlemeleri takip etmesi gerekmektedir. Bu konuda yapılan literatür çalışmasında projenin yapım ve uygulama aşamasındaki kişilerin yasal uygulamalara uygun ve kullanıcı ihtiyaçlarını baz alarak çalışmaları yürütmeleri konusunda sorumluluklarının olduğu kanısına varılmıştır(Erkin,M). Teknoloji disiplinlerarası bir bilim dalı olduğu için mühendislik işbirliğini gerektirmektedir. Proje örnekleri karşılaştırıldığında tıp-mühendislik işbirliği sonucu oluşturulan çalışmalarda iyi bir verim sağlandığı görülmüştür.

1.2.1 Piyasa Araştırması

Piyasa Araştırması;

DİRSEK ALTI 2 KANALLI MYOELEKTRİK KONTROLLÜ KOL PROTEZİ (BİYONİK EL-PARMAKLAR

HAREKETLİ) bütün parmakları hareketli 44.799TL

DİRSEK ALTI 4 KANALLI MYOELEKTRİK KONTROLLÜ KOL PROTEZİ (BİYONİK EL-PARMAKLAR

HAREKETLİ) bütün parmakları hareketli 51.050TL

DİRSEK ÜSTÜ 2 KANALLI MYOELEKTRİK KONTROLLÜ KOL PROTEZİ (BİYONİK EL-PARMAKLAR

HAREKETLİ) bütün parmakları hareketli 46.882TL

DİRSEK ÜSTÜ 4 KANALLI MYOELEKTRİK KONTROLLÜ KOL PROTEZİ (BİYONİK EL-PARMAKLAR

HAREKETLİ) bütün parmakları hareketli 53.133TL

DİRSEK ÜSTÜ 6 KANALLI MYOELEKTRİK KONTROLLÜ KOL PROTEZİ (BİYONİK EL-PARMAKLAR

HAREKETLİ) bütün parmakları hareketli 61.468TL

1.2.2 Proje Maliyeti

Proje Maliyeti;

Artun Uno Kart : 25 Euro (25x3,45=86 TL)

Flex Sensörler (5 Adet) : 5x15 Euro (75x3,45=260 TL)

Servo Motorlar (5 Adet) : 5x8 Euro (40x3,45=138 TL)

ON-OFF Switch : 5 TL Batarya (2800 Mah) : 60 TL

Eldiven : 10 TL

Sıcak Silikon : 30 TL

Dirençler : 1 TL

Bağlantı Kabloları : 10 TL Araç-Gereç ve Diğer : 100 TL

TOPLAM = 700 TL

1.3 Araştırma Problemi

Projemizi tasarlamadan önce romatizmal hastalığın belirtilerini araştırdık, daha sonra araştırmalarımıza göre sinir zedelenmesi nedeniyle sakat kalan vücut fonksiyonları nasıl tedavi edilebilir ya da engelli hastaların başkalarına bağımlı olarak yaşamalarını nasıl engelleyebiliriz sorularına yanıt aramaya başladık. Literatür taramasına baktığımızda biyonik el köklü bir uygulama değildir. Günümüzde yaklaşık 240 hasta kullanmaktadır. Piyasa araştırması yaptık ve düşük maliyette biyonik el tasarlamaya karar verdik.

1.4 Yöntem

Teknoloji yaşamın her alanında ihtiyaç duyulan bir uygulamadır. İhtiyaç duyulan bir uygulama olduğu için Biyonik El projelerine, Biyonik El ile ilgili bilgilere sıklıkla rastlanmaktadır. Teknoloji konusunun bu derece geniş kapsamlı olması araştırma sırasında etüt, analiz ve sentez yöntemlerinin kullanılmasının gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Biyonik El projesi ile ilgili literatür taramasının ardından hastane içi projenin uygulanmasında yol gösterecek bilgiler kategorize edilmiştir. Hastane içi Biyonik E tasarımının uygulanması ile ilgili bilgilere ulaşılırken uygulama sırasında kullanılacak yönetmelikler, semboller, şekiller ve araştırmaya ışık tutacak Biyonik El bilgilerine, başta Biyomedikal ve Klinik Mühendisleri Derneği'nin resmi sitesi olmak üzere internet siteleri, dergiler ,tezler, kitaplar etüt edilerek ulaşılmıştır. Analiz ve sentez yöntemi kullanılarak bilgilerin düzenlenmesi ve projede kullanılabilir düzeye gelmesi sağlanmıştır. Yapılan literatür taraması projenin tasarımı için taban oluşturmuştur. Projenin tasarımı için gerekli bilgiler sağlandıktan sonra mühendislerin tasarımı için yaygın olarak kullandıkları arduino programı kullanılmıştır. Yöntem olarak arduino programı tercih edilmesinin nedeni hatalı uygulamaların kolay düzeltilmesi, zamandan tasarruf sağlayabilmek ve tasarım için kullanılacak en iyi programlardan birisi olmasıdır. Malzemeler ve miktarları belirlenmiş ve listesi oluşturulmuştur. Projenin uygulama aşamaları bir taslak halinde hazırlanmıştır. Projeye yön verecek ve oluşumunu sağlayacak bilgiler analiz edilerek yararlı ve yararsız bilgiler ayrıştırılmıştır. Bugüne kadar yapılan Biyonik El

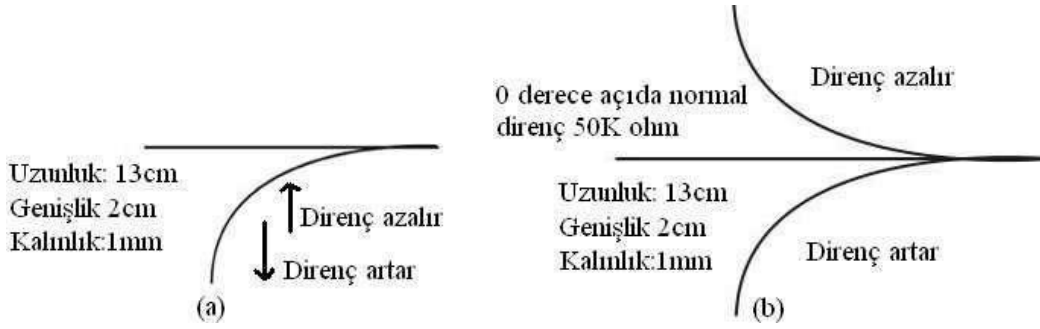
projelerindeki eksiklerin ne olduğu belirlenmiştir ve proje yapım aşamasında bu eksikler göz önünde bulundurularak uygulama yapılmıştır.

2.ESNEK ALGILAYICI SENSÖR

Esnek algılayıcı (flex sensor) üzerine uygulanan basınçla direncini değiştiren (Şekil 3) bir yapıdır. Esnek algılayıcılara birçok uygulamada rastlanılmaktadır. Bunlara şu alanlar örnek verilebilir:

- Robotik Uygulamalar
- Oyun (Sanal Hareket)
- Tıbbi Cihazlar
- Müzik Enstrümanları

Esnek sensörlerin üretiminde[3] tek yönlü ve çift yönlü olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Şekil 1’de sırasıyla bu iki teknik görülmektedir.



Şekil 1: a) Tek yönlü algılayıcı b) Çift yönlü algılayıcı

Bu çalışmanın temelini oluşturan; ürettiğimiz esnek algılayıcının tipi tek yönlü seçilmiştir [1]. Animatronik el kontrolü uygulanmasında parmaklarımız sadece tek bir yöne büküleceğimizden dolayı bu tür bizim için yeterli olacaktır. Çift yönlü bir esnek algılayıcı [2] de kullanılabilir. Fakat bu yöntem daha basit olmasına rağmen uygulamamızda bir dezavantaj oluşturacaktır. Çünkü parmağın açısını 90° den 0° ye dönüşte salınım yapma ihtimali yüksek olduğundan tek yönlü esnek algılayıcı tercih edilecektir.

Üreteceğimiz algılayıcının çalışma prensibi; birbirine temassız iki iletkeni arasına veya üstüne Velostat yapıştırarak bu iletkenlerin bu şekilde temasının sağlanmasıdır. Velostat'ın iletken yüzeylere temasının yüzde oranı sayesinde ise direncinin artması veya azalmasından yararlanılarak esnek algılayıcı üretilmektedir. Çünkü büküğümüzde velostat iletkenler üzerinde yapışmakta ve gerilmektedir.

Elde edilen algılayıcının elektriksel özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir:

Çizelge 1. Algılayıcının elektriksel özellikleri

Özellikler	Ω
Düz Konum	∞

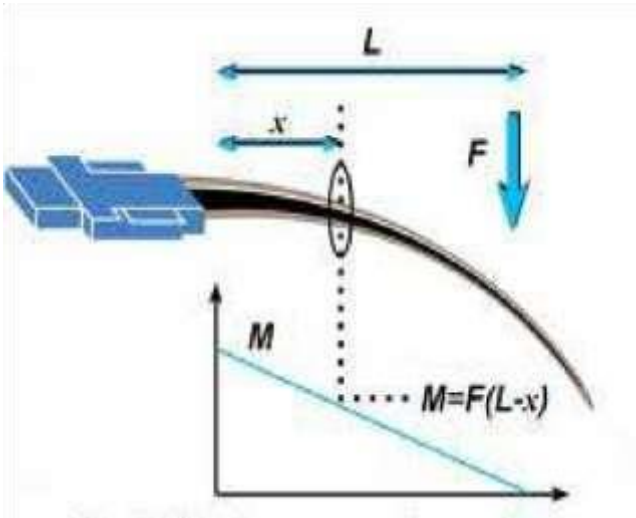
Tablo:1 Esnek sensör açı-direnç bağlantılar

Parmak	Eldiven Açısı	Robotik el açısı	Esnek Sensör Direnci
1	0	0	9.05k Ω
	90	78	14.01k Ω
	170	164	16.54k Ω
2	0	0	9.74k Ω
	90	83	13.27k Ω
	170	168	16.18k Ω
3	0	0	7.635k Ω
	90	4	12.14k Ω
	170	172	16.21k Ω
4	0	0	8.84k Ω
	90	82	15.041k Ω
	170	163	17.31k Ω
5	0	0	8.49k Ω
	90	88	1438k Ω
	170	168	17.034k Ω



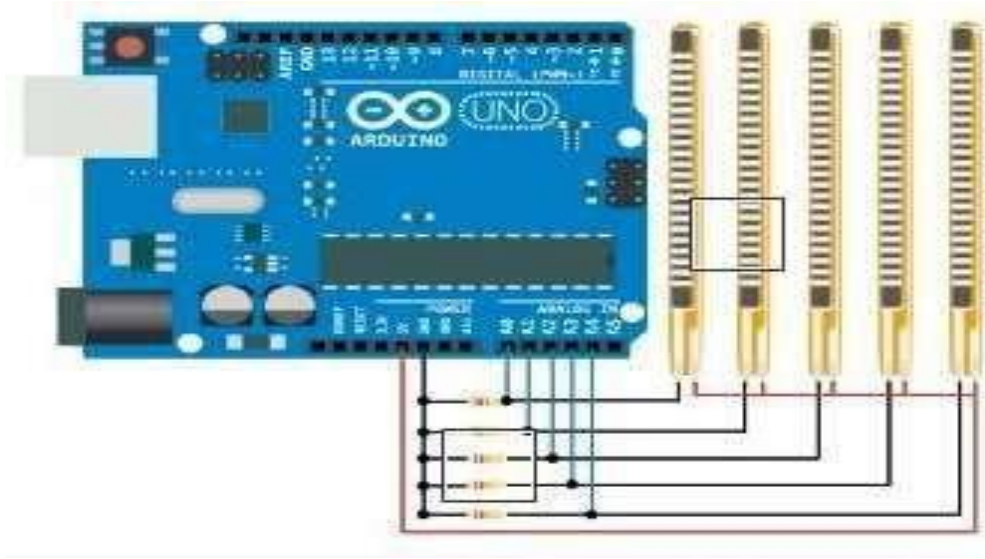
Şekil2: Esnek Sensör

İnsan parmakları sadece tek yöne bükülebildiğinden algılayıcının tipi tek yönlü seçilmiştir ve bu sensörler yardımıyla 0° dan 90° ye servo motor kontrolünün mümkün olduğu görülmüştür. Eldivene monte ettiğimiz esneklik algılayıcı sensörler ile ve servo motor açı değerleri arasında ki bağlantı Tablo 1 de gösterildiği gibidir.



Şekil3: Esnek Sensör: eğilme miktarı ile orantılı olarak direnci ve Esneklik algılayıcı sensör bağlantıları

3.BİYONİK EL TASARIMI



Şekil4: Arduino esnek sensör bağlantısı

Kullanılan materyaller:

- 5 adet Mikro Servo Motor □ 5 adet Esnek algılayıcı
- 1 adet Arduino Uno mikro denetleyici
- m Spiral boru □ m Misina □ 10 damarlı Kablo

3.1 Mikro Servo Motorlar

Biyonik elin parmaklarının hareketini sağlamak için mikro servo motorlardan yararlanılmıştır. Her bir parmağın içerisinde birer misina geçirilerek sabitlenen motorlara bağlanmıştır. Mikro servo kullanmamız da ki amaç 2 kg ağırlığı kaldırabilmektedirler. Bu kuvvette ise animatronik elin parmaklarını hareketi için yeterli kuvveti sağlamaktadır.

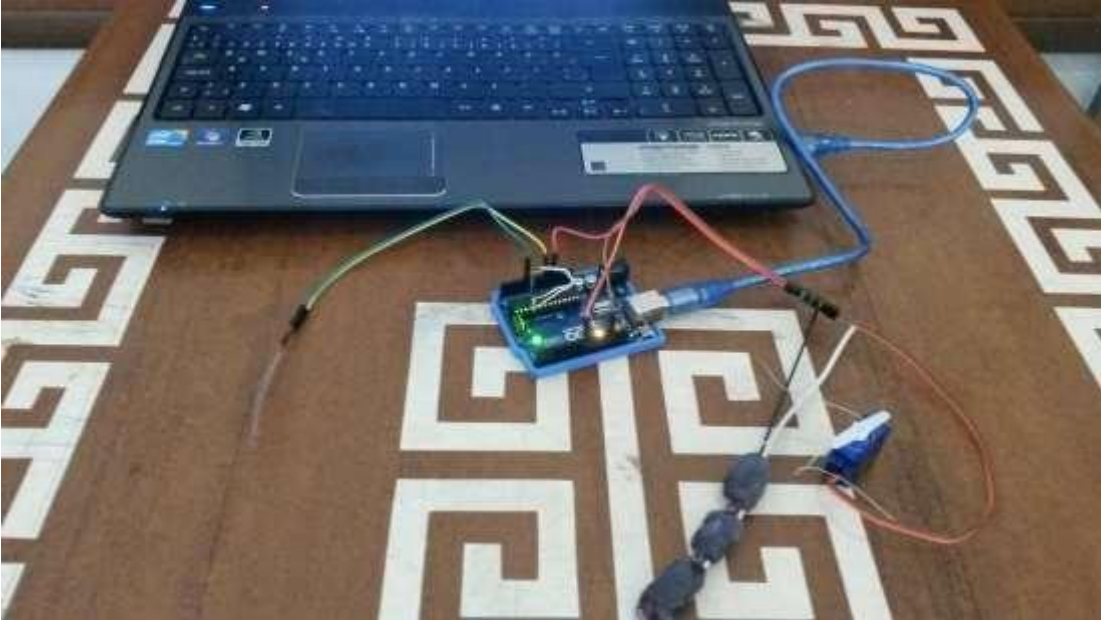
3.2 Esnek Algılayıcı

Yapılan bu algılayıcılar bir parmağın ortalama boyundadır. (Şekil 2) de gösterilmiştir.

3.3 Arduino Uno

Arduino [3], fiziksel dünya ile iletişim ve etkileşim kurmanızı sağlayan bir araçtır. Açık kaynak kodlu basit bir mikrodenetleyici devresi ve bu devreyi programlayabilmenizi sağlayan bir IDE (Integrated Development Environment)'den oluşmaktadır. Arduino projeleriniz hem bir bilgisayara bağlı olarak hem de kendi başlarına çalışabilirler. Başka bir örnek olarak da Processing ile yazdığınız, ekrandaki çeşitli nesnelere tıkladığında Arduino vasıtasıyla bir kaç motoru kontrol eden bir uygulama geliştirebiliriz. ATmega328 işlemci kullanır. 14 sayısal giriş/çıkış pini bulunur, bunlardan 6'sı PWM çıkışı olarak kullanılabilir. 6 analog giriş pinine sahiptir. 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, 2.1mm güç girişi, ICSP başlığı ve reset butonu vardır. Çalıştırmak için DC 7~12V güç kaynağına bağlamak yeterlidir.

Sisteme bakıldığında, sistemin 5 esnek algılayıcının 5 servo motor ve bir de Arduino Uno mikro denetleyicisinden meydana geldiğini görüyoruz. Bağlantılarına baktığımızda esnek algılayıcının bir Pin' ine "+ "diğer Pin'ine dirençler ile birlikte "GND" ucuna bağlanıp, dirençlerden önce ise Arduino nun analog girişlerine bağlanmıştır. Servo motorların uçlarına enerji uygulayıp (ister dışarıdan ister arduino üzerinden) kontrol uçları Arduino'nun PWM çıkışlarına bağlanmıştır. (Şekil 4) de gösterilmiştir.



Şekil5: Arduino Kartın Çalışması

4.BAĞLANTILAR

Esneklik algılama sensörlerinden çıkan kablolar bir devre kartı üzerinde birleştirilerek Ethernet kablo bağlantısına uygun hale getirilmiştir. Ethernet kablosunun tercih nedeni sensör eldiveninin insan eline giydirilmesi sırasında kolaylık sağlamasıdır. Böylelikle rahat bir şekilde giyilen eldivenin sonrasında, kablo bağlantısını tamamlamak mümkün kılınmıştır. Esneklik algılayıcı sensör ve arduino mikrodenetleyici bağlantıları vardır. Sensörler, voltaj bölücü prensibine göre mikroişlemci analog girişine bağlanmıştır. Robot elin hareketi için, küçük olmalarından dolayı mikro servo motorlar kullanılmıştır. Her bir servo motorun 2kg.cm torku bulunmaktadır ve bu tork işlevsel el hareketleri için yeterlidir, yük taşıma uygulamaları için daha güçlü motor seçmek gerekmektedir. Arduino servo motor bağlantısı gösterilmiştir. Esneklik algılayıcı sensörler, eldiven üzerine dikilerek insan elinin hareketlerini en iyi algılayacak şekilde konumlandırılmıştır. Mikro servo motor bağlantıları için 22 kanallı kamera kablosu kullanılmıştır. Servo motorların beslemeleri ortak bir kanal üzerinden yapılarak sinyal kabloları 5 ayrı kanala bölünmüştür. Kullanılan Servo motorlar iki telli DC motor , dişli, potansiyometre ,entegre devre ve bir çıkış mili içeren mikro motordur. Kontrol sistemi, servo motora kodlanmış sinyal göndererek belirli açılarda pozisyonlara gitme komutu yollar, bu kodlanmış sinyal giriş hattı üzerinde tutularak servo motorun konumlanmasını sağlayacaktır. Potansiyometre kontrol devresi servo motorun mevcut açısının izlenmesi için olanak sağlar.

Entegre kontrol ünitesi potansiyometreden aldığı geri besleme ile konum kontrolünü sağlar. Kontrol devresi pozisyonu doğru olduğunu tespit ettiğinde, motoru durur. Kontrol devresi açısı doğru olmadığını tespit ederse, açı doğru olana kadar, motorun konumları. Manken kolu içersini yerleştirilen beş adet servo motorlar görülmektedir.

5.PROJENİN YAPIM AŞAMALARI

5.1 Kalıp Çıkarma

- İlk aşamada biyonik el için gerçek elden kalıp çıkardık.
- Daha sonra kalıbı kullanarak sıcak silikon ile avuç içini oluşturduk.
- Silikon kullanarak parmakları yaptık.
- Parmakların hareketini sağlayan ipler için yuvalar hazırladık.



Şekil6: Silikon Kalıp

5.2 Servo Motorları Yerleştirme

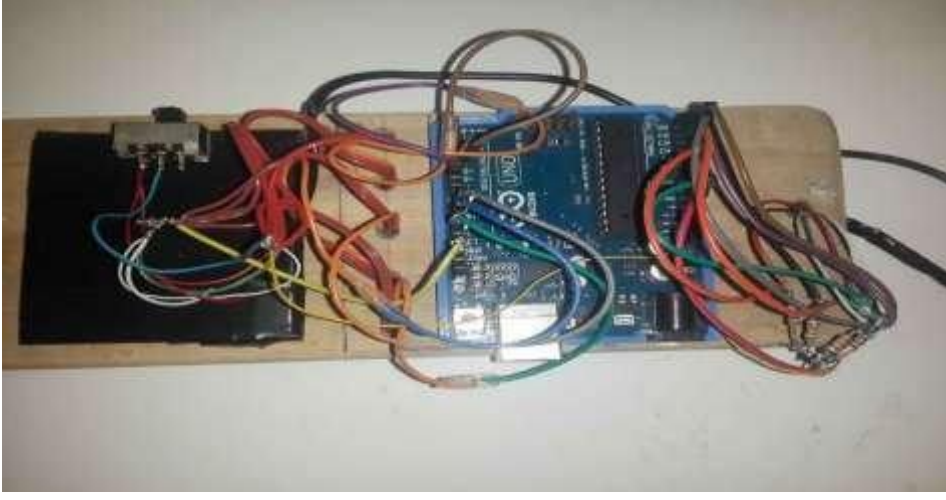
- Devre kartı ve servo motorlar için tahta yüzey hazırladık.
- Biyonik eli tahta yüzeye monte ettik.
- Daha sonra servo motorları tahta yüzeye uygun açılarla monte ettik.
- Servo motorlar ile biyonik el arasında ip yardımı ile bağlantı sağladık.



Şekil7: Servo Motorlar

5.3 Arduino Kartı Yerleştirme

- Arduino kartı tahta yüzey üzerine monte ettik.
- Servo motorlar ve arduino kart arasındaki bağlantıları sağladık.
- Arduino karta batarya bağlayarak, kartın enerji ihtiyacını karşıladık. □ Batarya ve arduino kartın arasına açma-kapama görevi görmesi için buton yerleştirdik.



Şekil8: Arduino Kart

5.4 Flex Sensörleri Yerleştirme

- Daha sonra eldiven üzerine flex sensörleri yerleştirdik.
- Flex sensörler ile arduino kart arasına koruma görevi gören dirençler yerleştirdik.
- Eldiven ile arduino kart arasındaki bağlantıyı yaptık.



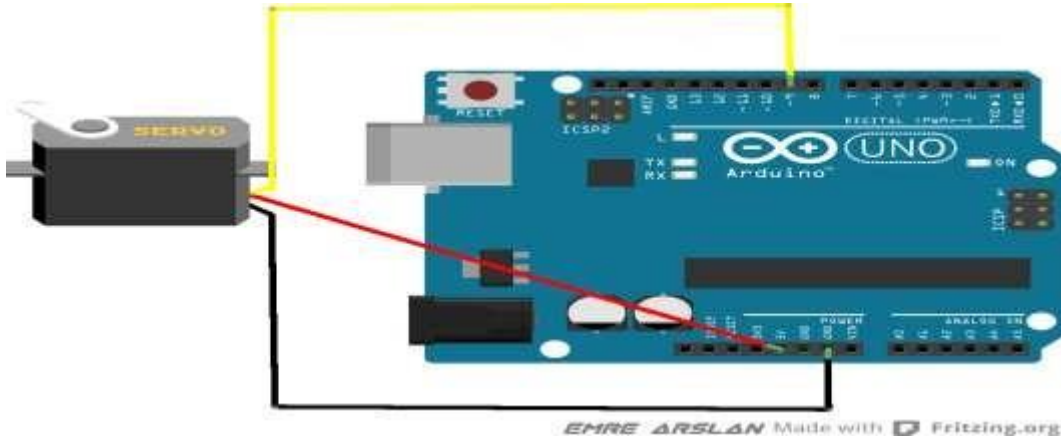
Şekil9: Flex Sensörler

6.SİSTEM ÇALIŞMA AKIŞI

Esnek sensörlerinden edilen bilgiler, ana denetleyicimiz olan mikro kontrolörde (Arduino) işlenir. Analog giriş değerleri pozisyon bilgilerine dönüştürülerek servo motorları kontrol edebilmek için darbe genişlik modülasyonu PWM[4,5,6] uygulanarak, servo motorlara yollanır. Bu işlem beş servo motor içinde yapılır.Esnek sensörler ortama koşullarına duyarlı olduğu için, sistem ilk çalıştığında kalibrasyon yapılarak, mikro denetleyici esnek algılayıcılardan aldığı değeri ilk olarak bir değişkene kaydeder.

Bu değer, daha sonraki ölçümleri düzeltmek ve doğruluğu sağlamak amacıyla kullanılır.Sistem devamlı olarak esnek sensörlerden gelen analog bilgileri izler, bu verileri haritalandırma komutu yardımıyla servo motor konumuna lineer olarak dönüştürür.

Böylelikle esnek algılayıcıda ki her değer değişimi belli bir açığa sahip olur. Elde edilen konum bilgisi darbe modülasyonu kullanılarak servo motorlara aktarılır. Bu döngüyü devamlı olarak tekrarlanır.



Şekil10: Sistem Bağlantısı

7.SİSTEM YAZILIMI

Programın akış diyagramı Şekil 6'da görüldüğü gibidir. Mikro denetleyici esnek algılayıcılardan aldığı değeri ilk olarak bir değişkene atıyor. Bu değişkeni bir değerlendirmeye tabi tutuyor. Örneğin; $150 < \text{algılayıcı değeri} < 600$. Bu değerlendirme ile esnek algılayıcıların değerlerindeki dengesizliği düzenlemek ve hassaslığını arttırmak-azaltmak amacıyla kullanabiliriz. Daha sonra bu değerleri bir komut yardımıyla (map komutu) servo motorun 180° 'lik konum aralığına eşit olarak paylaşıyor. Böylelikle esnek algılayıcıdaki her değer değişimi belli bir açıya sahip olmuş oluyor. En son olarak bu değerleri servo motorlara aktararak bu döngüyü devamlı olarak tekrarlıyor.

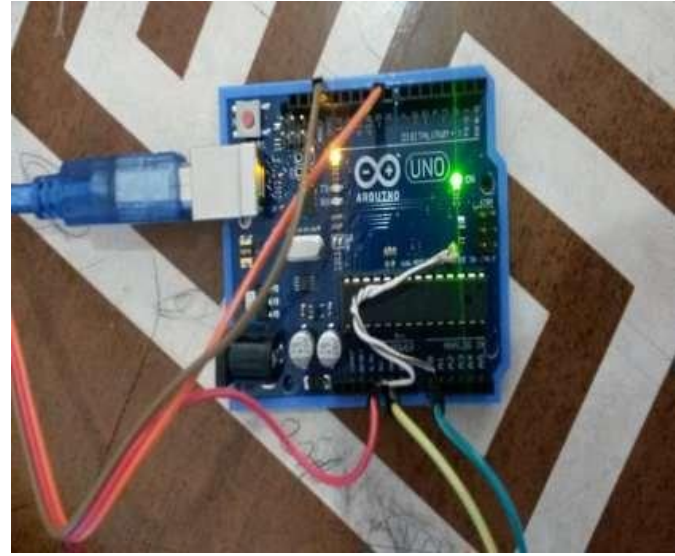
```
#include <Servo.h>

int flexpin=A0; int pos=90; Servo myservo; int flex[20];
int flexsum=0;

void setup() { myservo.attach(9); Serial.begin(9600);
}

void loop() {
for(int x=0; x<20; x++)
{
flex[x]=analogRead(flexpin); flexsum=flexsum+analogRead(flexpin);
delayMicroseconds(14);
}
flexsum=flexsum/20; if(Serial.available())
{
Serial.println(flexsum); delay(100); }
pos=map(flexsum,870,800,0,180); myservo.write(pos);

delay(200);
```



Şekil11: Sistem Yazılımı

8.GELECEKTEKİ GELİŞMELER

Gelecekte projemize eklemek istediğimiz gelişmeler; biyonik ele dokunma hissi kazandırma, kablosuz ağ teknolojisini kullanarak biyonik eli kablosuz hale getirmek ve aynı zamanda biyonik eli beyin dalgaları ile kontrol edebilmeyi sağlamaktır.

9.SONUÇ

Öncelikle birkaç esnek algılayıcı sürümünden sonra esnek algılayıcıları istediğimiz ölçülerde elde edilmiştir. Algılayıcı değerlerinin doğrusal değişiminde bazı problemler bulunmaktadır. Bu engeli ortadan kaldırmaya yönelik çalışma sürdürülmektedir ama şimdilik bu sorun yazılım yardımıyla çözülmektedir.

Ülkemizde diğer insan eli kontrollü biyonik el projelerine örnek olabilecek bir biyonik el çalışması başarıyla yürütülmüştür ve ileride çeşitli nedenlerden dolayı yürütemediğimiz araştırma geliştirme çalışmasına ivme kazandırılacaktır.

Projemizde, parmakları eklemli bir şekilde imal ettik. Bu projenin sadece parmaklardan değil de bir insan kolunun bütün hareketlerini taklit edebilecek bir biçimde geliştirmek için çalışmalarımızı sürdürmek ve biyonik kolun hastaların hayat şartlarını daha iyi hale getirmesini sağlamak olacaktır.

10.KAYNAKLAR

- [1]<http://www.instructables.com/id/Fabric-bend-sensor>,EriřimTarihi:řubat2010.
- [2]<http://mech207.engr.scu.edu/SensorPresentations/Jan%20%20Flex%20Sensor%20Combined.pdf>, Eriřim Tarihi: řubat 2010.
- [3] <http://arduinoturkiye.com/arduino-uno>, Eriřim Tarihi: řubat 2010.
- [4] Akgün G., Alverođlu A., Kaplanođlu E., "Sonlu Durum Makine Yöntemi ile Protez El Kontrolü", Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, TOK2013, 26-28 Eylül 2013, Malatya, p158-162
- [5] Fabric Bend Sensor,
- [6] Akkan T., Olcay T., Çelik H., Öztürk S., Erem O., "Esnek Algılayıcı Kontrollü Animatronik El Uygulaması", MKT2012,Proje Tabanlı Mekatronik Eğitim Çalıştayı, 25-27 Mayıs 2012
- [7] Arduino Wireless Animatronic Hand,
- [8] The Software Servo Library
- [9] Arduino Türkiye, <http://arduinoturkiye.com/arduinoZuno>

11.EKLER

Şekiller Dizini

Şekil1 Tek Yönlü-Çift Yönlü Algılayıcı.....	9
Şekil2 Esnek Sensörler.....	10
Şekil3 Esnek Sensör Eğilme Miktarı İle Orantılı Olarak Direnci ve Esneklik Algılayıcı Sensör Bağlantıları.....	11
Şekil4 Aurduino Esnek Sensör Bağlantısı.....	12
Şekil5 Aurduino Kartın Çalışması.....	13
Şekil6 Silikon Kalıp.....	15
Şekil7 Servo Motorlar.....	15
Şekil8 Aurduino Kart.....	16
Şekil9 Flex Sensörler.....	16
Şekil10 Sistem Bağlantısı.....	17
Şelil11 Sistem Yazılımı.....	18

Tablolar Dizini

Çizelge1 Algılayıcının Elektriksel Özellikleri.....	9
Tablo1 Esnek Sensör Açık Direnç Bağlantıları.....	10