

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Soro-el

TAKIM ADI: Mod-EI

Başvuru ID: #392819

TAKIM SEVİYESİ: Lise

İçindekiler

1.Proje Özeti (Proje Tanımı)

2.Problem Durumunun Tanımlanması:

- 2.1. Uzuv kaybına neden olan faktörler**
- 2.2. Protezlere ulaşımı zorlaştıran faktörler**

3.Çözüm

4.Yöntem

- 4.1. Projenin Çalışma Prensibi**
- 4.2. Projenin Tasarımı**
 - 4.2.1. Pnömatik Kısım**
 - 4.2.2. Protez El Kısım**
 - 4.2.3. Elektronik kısım**
- 4.3. Projenin Üretim Aşaması**
- 4.4. Projenin Yazılım Aşaması**

5.Yenilikçi (İnovatif) Yönü

6.Uygulanabilirlik

7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

- 7.1. Tahmini Maliyet**
- 7.2. Malzeme Listesi**
- 7.3. Zaman Çizelgesi**

8.Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

9.Riskler

- 9.1. Risklerin Belirlenmesi ve Analizi**
- 9.2. Risk Yönetimi**

10.Kaynaklar



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Dünyamızda ampute birey sayısı gün geçtikçe artış göstermektedir. Amputasyon doğum öncesi gerçekleşen amniyotik bant sendromundan kaynaklı olduğu gibi, bireyin yaşamı sırasında gerçekleşen kazalar sebebiyle de olabilmektedir. Ampute bireylerin hayat kalitelerinin artması için protez uzuvlar kullanmaları gerekmektedir. Ülkemizde protez ürünlerin yurt dışından tedarik edilmesi, pahalı olması ile birlikte bu ürünlere ihtiyaç duyan birçok insanın ulaşım imkanını zorlaştırmaktadır.

Soro-el isimli projede tasarlanan protezin temel özelliği, sahip olduğu EMG sensörü ve pnömatik sistem sayesinde kolda oluşan kasılmaları algılayıp belirli bir baraj oluşturması ve bu barajın üzerinde bir değer sonrasında basınçlı hava göndererek protezin hareketini sağlanmasıdır.

Soft robotik teknolojisi ile tasarladığımız protez; Ecoflex malzemeden oluşan parmaklar, koldaki kasılmalar ile veri oluşturan EMG sensörü, gereken komut ve veriyi aktaran LCD ekran, basınçlı havayı oluşturacak kompresör, havanın depolanmasını sağlayan hava tankı, gelen havanın yönlendirilmesini sağlayan yön kontrol valfi, havayı protezde bulunan parmaklara ileten pnömatik kablolar bulundurmaktadır. EMG sensörü ile bir denegın kolundaki kasılmalar takip edilerek protezdeki hareket ile insan elinde oluşan hareket farkının tespit edilmesi hedeflenmektedir. Yapılan denemeler sonucunda soft robotik teknolojisine uygun tasarlanan elin insan eli kavrayıcılığına sahip olduğu gözlenmiştir.

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

2.1. Uzuv kaybına neden olan faktörler

Anne karnında bebeğın içinde yüzdüğü amniyon sıvısı ile dolu olan amniyon zarının, bebeğın el, ayak, baş gibi herhangi bir organına dolanması ya da yapışması durumuna, amniyotik bant sendromu denir. Mevcut çalışmalar, yaklaşık her 1200 canlı doğumdan birinde görüldüğünü ortaya çıkarmıştır. Bebeğın büyüme aşamasında bant sıkışarak büyüme sınırlamakta ve kan akışına engel olmaktadır [1]. Bu durumun varlığı halinde, bebekte el ve ayakta kopmalara veya ilerlemesi halinde bebeğın ölmesine dahi sebep olabilmektedir. Anne karnında gelişimine devam eden bebeğın, zarında yırtılma ve yapışma diye de ifade edilen bir durumdur [2].

Uzuv kaybı doğuştan olabildiği gibi bireyin yaşamı sırasında ev kazaları, endüstriyel yüksek enerjili kazalar ve trafik kazaları olmak üzere birçok sebepten meydana gelebilir. Günümüzde teknolojinin yaygınlaşması karşısında iş kazalarının oranının büyük çapta artması, insanlarda uzuv kaybına neden olmaktadır. Örneğın, ABD’de 2013’ten 2017’ye kadar yılda ortalama 130 amputasyonla sonuçlanan ağır yaralanmalı vaka meydana gelmektedir.

OSHA (Occupational Safety and Health Administration) tarafından yayınlanan bir rapora göre, 2015 yılında işyerlerinde meydana gelen iş kazaların 10.388’i ağır nitelikli uzuv yaralanması ile sonuçlanmıştır. Bu yaralanmaların 7.636’sı sağlık kuruluşunda tedavi görmüş, 2.644’ü uzuv kaybı (amputasyon) ile sonuçlanmıştır [3].



2.2. Protezlere ulaşımı zorlaştıran faktörler

Ülkemizde de çok sayıda ampute birey bulunması protez ihtiyacını arttırmaktadır fakat protez ürünlerin yurt dışından tedarik edilmesi, söz konusu ürünlerin pahalı olmasına yol açmaktadır. Bu nedenle ülkemizdeki birçok insanın protez ürünlere ulaşmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca ürünlerin ithal olması, tedariki zorlaştırdığı için bireylerin ekonomik durumları elverişli olsa bile protezleri temin etmekte zorluk çekmektedirler. Günümüzde protez üretim alanında gelişmeler olması ile birlikte protezlerin sert malzemedan üretilmesi, hareketsiz olmaları, kişi tarafından kontrol edilememeleri ayrıca hareket kabiliyeti olsa bile kullanılan malzeme ve üzerinde monteli motorlar nedeni ile ağır olmaları gibi dezavantajlar protezlerin pratik kullanımını zorlaştırmaktadır.

3. Çözüm

Tasarlanan protezler yüksek maliyetli olduğundan birçok kişi tarafından rahat ve kolay erişim sağlanamamaktadır. Gerekli proteze sahip olmayan bireyler yaşamlarında çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Bireylerin yaşadığı zorlukların çözümü doğrultusunda; daha az maliyetli, daha hafif, daha kullanışlı, daha kolay kontrol edilebilen ve insan eli benzeri kavrayıcılığa sahip soft robotik teknolojilerden yararlanılarak bir el tasarlanmıştır. Elin kontrolünün birey tarafından sağlanmasıyla bireyin yaşam kalitesinin artırılması istenmiştir. Ayrıca pnömatik sistem kullanılması ile gerekli enerjinin hava aracılığı ile sağlanması amaçlanmıştır. Böylece daha net hareketler elde edilmiş ve kullanım kolaylaştırılmıştır.

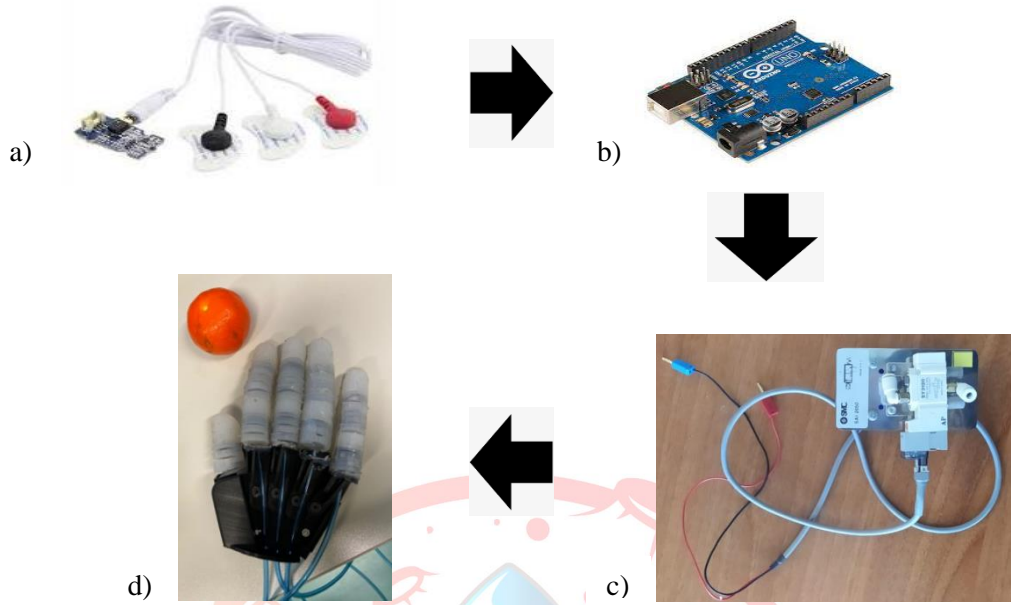
Ampute birey protez eli, koluna yerleştirilir. Sonraki aşamada EMG sensörü kastaki kasılmaları ölçmeye başlar ve Arduinoya sinyal gönderir. İlk alınan ölçüye göre kol kasıldığında Arduino yön kontrol valfine sinyal gönderir ve hava geçişine izin vererek parmakların hareketi sağlanır. Protezimiz sayesinde protezlere ulaşım kolaylaşacak, el uzvunu yitirmiş bireyler hayata kazandırılacak ve yaşam kaliteleri arttırılacaktır.

4. Yöntem

Soro-el projesi ile amniyotik bant sendromu sebebiyle el uzvu olmadan doğan ya da sonradan oluşan fiziksel etkiler ile el uzvunu kaybeden bireylerin hayat kalitesini arttırmak için soft robotik teknolojisi ve EMG sensörü kullanılarak bir protez tasarlanmıştır.

4.1. Projenin Çalışma Prensibi

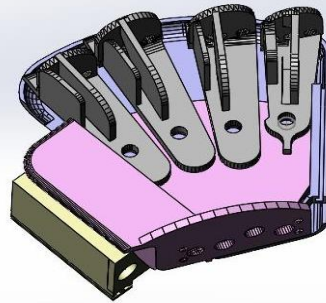
İlk olarak ampute bireyin koluna protez el yerleştirilir. Sonraki aşamada EMG sensörü kastaki kasılmaları ölçmeye başlar ve Arduinoya sinyal gönderir. İlk alınan ölçüye göre kol kasıldığında Arduino yön kontrol valfine sinyal gönderir ve hava geçişine izin vererek parmakların hareketi sağlanır. Şekil 4'te projenin çalışma adımları verilmiştir.



Şekil 4. Soro-El Çalışma Prensibi a) EMG sensörü b) Arduino c) Yön kontrol valfi d) Soro-El

4.2. Projenin Tasarımı

Protez, tasarım programı (SolidWorks) ile gereken mekanik aksamların ve elektronik komponentleri bir arada tutan parçaların çizimi için 3 boyutlu modelleme yöntemi kullanılmıştır (Şekil 5.).



Şekil 5. Soro-El projesinin iskelet yapısı

Robot, 3 ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar:

4.2.1. Pnömatik Kısım: Bu kısımda sisteme basınçlı havayı veren kompresör, gelen havanın basıncını ayarlamamızı sağlayan şartlandırıcı ve EMG sensöründen gelen sinyale göre havanın geçişine izin veren yön kontrol valfi bulunur.

4.2.2. Protez El Kısımı: Soft robotik protezlerle uyumlu Ecoflex malzeme ile yapılmış parmaklar, 3D yazıcıdan çıkmış parçalar ile birleşerek protez eli oluşturmuş ve aralarından pnömatik borular geçebilecek boşluklar bırakılmıştır.

4.2.3. Elektronik Kısım: Bu kısımda sistemin kontrolünü sağlayan Arduino, sisteme güç veren 2 adet 12 voltluk şarj edilebilir lipo pil, sistemin 12 voltta çalışmasını sağlayan voltaj regülatörü, komut ve verileri aktaran LCD ekran ve kastaki kasılma değerini okuyan EMG sensörü bulunmaktadır.

4.3. Projenin Üretim Aşaması

Protez parmakların üretimi için kalıpların tasarımı yapıldı. Serçe parmak için gerekli kalıplar %67 oranında, diğer kalıplar ise %75 oranında küçültülerek 3D yazıcıda basımı yapıldı. 3D yazıcıdan çıkan kalıpların destekleri kırıldıktan sonra hazırlanan Ecoflex malzeme karışımı döküldü (Şekil 6.). Elde edilen parmalardan her birinin hava kanalına 4 mm çapında pnömomatik borular takıldı. Soft robotik teknolojiyle üretilen parmaklar 3D yazıcıdan çıkan kalıplar yardımıyla proteze sabitlendi. Kalan parçalar vidalar yardımı ile birleştirilerek montajı yapıldı.



Şekil 6. Kalıptan çıkarılan parmak

Elektronik kısmı için ise ilk olarak, yön kontrol valfi Arduino ile kodlanarak piston çalıştırıldı. Sonrasında EMG sensörünün çalışma prensibini anlamak amacıyla gerekli bağlantılar kuruldu ve Arduino üzerinden kodlaması yapıldı. Elde edilen değerler grafik üzerinde incelendi. Ardından EMG sensörünün kullanıldığı devre ve pistonun çalıştırıldığı devre birleştirildi, sensörden alınan sinyale göre pistonun çalışması sağlandı. Sensörden gelen sinyal doğrultusunda hesaplama yaparak ve Arduino üzerinde kod yazarak kişiye göre pistonun farklı değerlerde çalışması sağlandı. Kalibrasyon için gerekli komutlar LCD ekrana yansıtıldı. Böylece kişisel kalibrasyon gerçekleştirilmiş oldu. Ardından kurduğumuz devre ve yazılan kodlar protez üzerinde test edildi. Hava tankına hava doldurulup yön kontrol valfinin verdiği sinyale göre, hazırlanmış olan parmaklar büküldü ve hareket sağlandı (Şekil 7.).



Şekil 7. Soft robotik el ve devre kurulumu

4.4. Projenin Yazılım Aşaması

Protezimizin sistemli bir şekilde çalışabilmesi için Arduino IDE programı üzerinde C ve C++ dillerini kullanarak projemizin yazılım aşamasını tamamlanmıştır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

El uzvunu kaybetmiş ampute bireylerin yaşam kalitelerini arttırmak ve gündelik yaşamlarını kolaylaştırmak için çeşitli protezler kullanmaları gerekmektedir.

Protezler; kauçuk, vinil, porselen, titanyum, altın ve benzeri çeşitli maddelerden yapılır[4]. Bunların yanında dünyada son zamanlarda yaygınlaşmaya başlayan soft robotik teknolojisi - silikon benzeri maddelerden yapılan ürünler- de dahil olmuştur. Soft robotik teknolojisi, Türkiye’de yoğun bir şekilde yaygınlaşmaması dışında dünyada sıklıkla kullanılan bir teknoloji haline gelmiştir.

Tasarlanan protez belirtilen amaç doğrultusunda; soft robotik teknolojisi kullanılarak daha yumuşak, daha kullanışlı, daha az maliyetli ve insanlar için daha kullanışlı hale getirmiştir. Bununla birlikte soft robotik teknolojisinden yapılmış protezlerden ayrılan yönü ise bireyin kolundaki kasılmaları algılayarak veriye dönüştüren EMG sensörü kullanılmasıdır. Özetle bireyin kendi kontrolünü sağlaması için EMG sensörü kullanılırken insan eli benzeri kavrayıcılık ve görünüm kazanması için soft robotik teknoloji kullanılmıştır.

6. Uygulanabilirlik

Projemiz çeşitli malzemeler ile kavrama testine sokulmuştur. Test sonuçlarına göre mandalina, su şişesi, telefon gibi maddeleri kavrayarak taşıyamadığı; metal silindir gibi malzemeleri ise rahatlıkla taşıyabildiği tespit edildi. Ceviz gibi küçük ve kalem gibi ince boyutlu malzemeleri avuç içi ile taşıyabilirken parmaklar ile yeterince kavramadığı; basket topu gibi büyük boyutlu malzemeleri ise hem taşıyamadığı hem de kavrayamadığı tespit edildi (Tablo 1).

Tablo 1: Soro-el test sonuçları

Malzeme	Boyut	Ağırlık	Kavradı	Kavrayamadı
Mandalina	5,1 cm çap	73gr	X	
Metal Silindir	15 cm boy 4 cm çap	110gr	X	
Su Şişesi	6 cm çap	500gr	X	
Telefon	14,5 cm boy 7,5 cm genişlik	220gr	X	

Ceviz	3,8 cm çap	10gr		X
Kalem	0,7 cm çap 15 cm boy	5gr		X
Basket Topu	45 cm çap	560gr		X

Projemizin neredeyse bütün malzemeleri ülkemizde kolaylıkla tedarik edilebilmesi sayesinde seri üretime açık bir projedir. Yurt dışından gelecek malzemeler ise tedarigi kolay olduğundan herhangi bir engel oluşturmamaktadır. Ayrıca muadillerine göre daha az maliyetli olması üretilebilirliğini arttırmaktadır. Basıncın fazla gelerek parmaklarda patlaklara yol açması, Li-Po pillerin enerjisi tükenerek sistemin kapanması, cihazın su ile temas etmesi nadir durumlar olsa bile oluşabilecek riskler kategorisindedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

7.1. Tahmini Maliyet


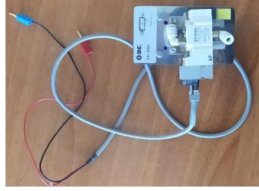



Toplam maliyet sensörlerin, kameranın ve hareket sisteminde kullanılacak malzemelerin kalitesine göre değişiklik gösterebilecektir. Protezin elektronik kısmı 1485 TL, pnömomatik kısmı için 2200 TL, protez el kısmı 670 TL olarak öngörülmektedir.

7.2. Malzeme Listesi

Tablo 2’de protezin üretim aşamasında kullanılacak bileşenler için malzeme listesi ve fiyatlandırma bulunmaktadır.

Tablo 2: Soro-El Maliyet Tablosu

	Malzeme İsmi	Tutar		Malzeme İsmi	Tutar
	Li-Po Pili	500 TL		LCD Ekran	35 TL
	Ecoflex Malzeme	620 TL		Hava Tankı	550 TL

	EMG Sensörü	550 TL		Yön Kontrol Valfi	120 TL
	Kompresör	1500 TL		Akış Kontrol Valfi	30 TL
	Arduino UNO	400 TL		Diğer Harcamalar	50 TL
Toplam Harcama : 4405 TL					

7.3. Zaman Çizelgesi

Projenin iş zaman çizelgesi Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: İş-Zaman Çizelgesi

İş tanımı	Aylar			
	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
LİTERATÜR TARAMASI	X	X		
VERİ TOPLANMASI	X	X	X	
ROBOTUN İMAL EDİLMESİ		X	X	X
PROJE RAPORU YAZIMI			X	X

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Tasarlanan protezin ilk sıradaki hedef kitlesi, el uzvunu yitirmiş ampute bireylerdir. Uzun kayıplar herhangi bir kaza sonucu meydana gelebileceği gibi amniyotik bant sendromu ile gerçekleşebilmektedir. Bu da bireylerin yaşam standartlarını düşürmektedir.

9. Riskler

9.1. Risklerin Belirlenmesi ve Analizi

Projenin yapımı esnasında çıkabilecek yazılım, mekanik ve donanımsal risklerin analizi yapılmıştır. Projeyi olumsuz anlamda etkileyebilecek bu riskler Tablo 4'te bulunan olasılık ve etki matrisinde verilmiştir.

Tablo 4: Protezin kullanım esnasında çıkabilecek olan sorunlar için olasılık ve etki matrisi

		ETKİ		
		AZ	NORMAL	ÇOK
OLASILIK	DÜŞÜK	Li-Po pilin tükenmesi	Parmaklarda hava kaçağı oluşması	EMG Sensör Kartının Yanması
	YÜKSEK	EMG Sensör Proplarının Yapışkan Özelliğini Yitirmesi	Elektronik Kısımın Su İle Teması	Kişisel Kalibrasyonun Yanlış Yapılması

9.2. Risk Yönetimi

Belirlenen risklerin gerçekleşmesi durumunda uygulanması gereken B planları Tablo 5'te belirtilmiştir.

Tablo 5: Riskler ve B Planları

Önemli Riskler	B Planları
Li-Po pilin tükenmesi	Protezi kullanan bireyin Li-Po pillerin ömrü tükenmeden önce bilgi sahibi olabilmesi için voltaj değeri LCD ekran üzerinde gösterilebilir.
EMG sensör kartının yanması	Ters akım önlenmeli ve sinyal propları uygun sıraya göre takılmalıdır.
Parmaklarda hava kaçağı olması	Parmaklara aşırı yüksek basınçlı hava verilmemelidir.
Elektronik kısmın su ile temas etmesi	Elektronik sistemin bulunacağı kılıf su geçirmez olmalı ve iyi korunmalıdır.

10. Kaynaklar

1-<https://www.hurriyet.com.tr/aile/amniyotik-bant-amniotic-band-sendromu-nedir-tedavisi-var-mi-427970> (Erişim tarihi 09.01.2022)

2- Karateke, A., (2019), Amniyotik Bant Sendromu nedir?,
https://www.ateskarateke.com/amniyotik-bant-sendromu-nedir_amniyotik_bant_amniyotik-band

(Erişim tarihi 10.09.2021)

3- Tan, O., Candemir B., İř kazalarında amputasyon gereken uzuv kayıplarının nedenleri ve çözümleri <http://www.oktaytan.net/MAKALE/MAKALE-isyeriKazalariAmputasyonlar.pdf> (Erişim tarihi 21.10.2021)

4- Güney, N., Protez hangi malzemeden yapılır?, 21/01/2016, (Erişim tarihi 10/05/2022)
<https://www.sabah.com.tr/saglik/2016/01/21/protez-hangi-malzemedden-yapilir>

