

TEKNOFEST**HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ****BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI****PROJE DETAY RAPORU****PROJE KATEGORİSİ****PROJE ADI: EMG TABANLI SINIFLANDIRICI UZUV KONTROLÜ****TAKIM ADI: BIOMECH****TAKIM ID: T3-25140-155****DANIŞMAN: DOÇ.DR. CAN BÜLENT FİDAN**

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

İnsan vücudundaki hareket kas aktiviteleri sonucu oluşmaktadır. Her hareket için farklı farklı kaslar görev yapar. Protez kol modelimizin kontrolü için üç farklı hareket belirlenmiş ve bu hareketleri sağlayan üç farklı kas grubuna elektrotlar bağlanmıştır. Bu kas grupları biceps, triceps ve flexor adı verilen kas gruplarıdır. Bu kas gruplarına bağlanan elektrotlar sayesinde kaslardan EMG sinyalleri alınmıştır. İşaretlere ait özellikler çıkarılmadan önce elde edilen EMG sinyalleri dijital filtrelerden geçirilerek hem işareti bozan etkilerden arındırılmış hem de işarete ait olmayan diğer bileşenlerin çoğu filtrelenmiştir. Daha sonra filtrelenen işaretin zaman dönemine ait farklı özellikleri çıkarılmıştır. Sınıflandırma aşamasında Yapay Sinir Ağları kullanılmıştır. Üç elektrottan alınan sinyallerin çıkarılan tüm özellikleri YSA girişi olarak uygulanmış ve sonuçlar gözlemlenmiştir.

2. Problem/Sorun:

Projemizin yapılmasını gerekli kılan ve elzemleştiren sorun uzuv kaybı yaşayan insanların temel hareket kabiliyetini yitirmesinden doğan, ihtiyaca yönelik tam kabiliyetli bir protez ihtiyacı olarak saptanmıştır.

Halihazırda uygulanan ve kullanılan çözümlerin istenilen hareketleri özgürce yapabilmesi konusundaki eksikliklerinden dolayı tasarladığımız protez uzva çeşitli tekniklerle farklı kabiliyetler kazandırılmıştır.

3. Çözüm

Uzuv kaybı yaşayan insanın belirlenen kas demetlerinden alınan verilerin işlenmesi sonucunda bireyin kendi arzusuyla protez kol kontrol edilebilir.

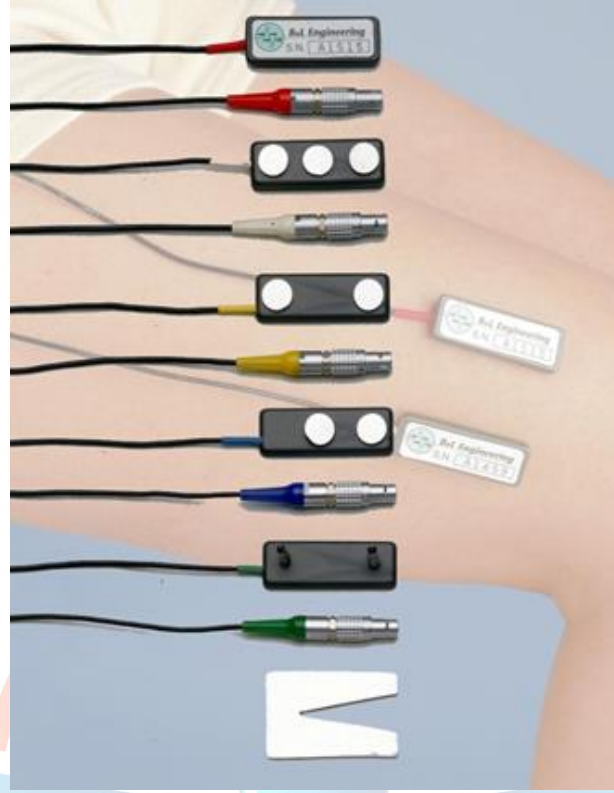
4. Yöntem

İnsan vücudundaki her hareket kas aktiviteleri sonucu oluşmaktadır. Her hareket için farklı farklı kaslar görev yapar. Protez kol modelimizin kontrolü için üç farklı hareket belirlenmiş ve bu hareketleri sağlayan üç farklı kas grubuna elektrotlar bağlanmıştır. Bu kas grupları biceps, triceps ve flexor adı verilen kas gruplarıdır. Bu kas gruplarına bağlanan elektrotlar sayesinde kaslardan EMG sinyalleri alınmıştır. İşaretlere ait özellikler çıkarılmadan önce elde edilen EMG sinyalleri dijital filtrelerden geçirilerek hem işareti bozan etkilerden arındırılmış hem de işarete ait olmayan diğer bileşenlerin çoğu filtrelenmiştir. Daha sonra filtrelenen işaretin zaman dönemine ait farklı özellikleri çıkarılmıştır. Sınıflandırma aşamasında Yapay Sinir Ağları kullanılmıştır. Üç elektrottan alınan sinyallerin çıkarılan tüm özellikleri YSA girişi olarak uygulanmış ve sonuçlar gözlemlenmiştir.

		
a) Yüzey Elektrodu	b) Aktif Yüzey Elektrodu	c) İğne Elektrot

Tablo 1.1. EMG sinyallerinin alınmasında kullanılan elektrot çeşitleri

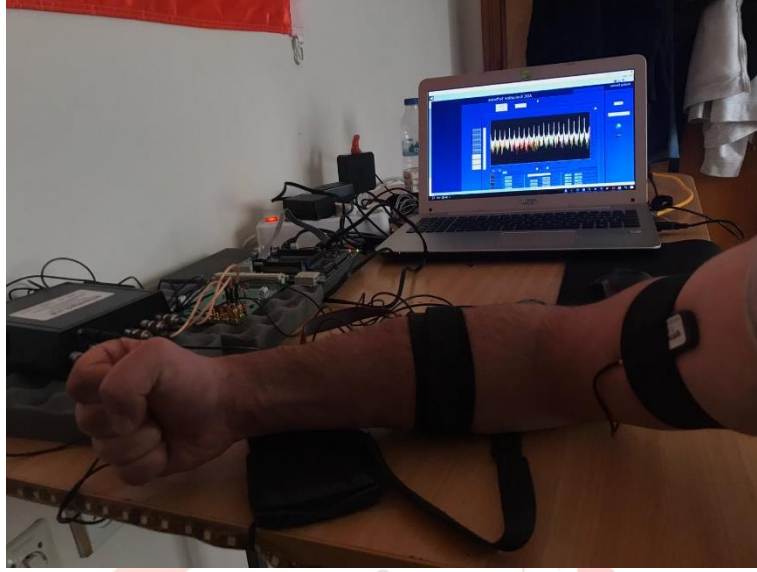
Bu proje fikri ile uzvunu yitirmiş insanların kabiliyet kayıplarını gidermek amaçlanmış olup, bu kişilerin toplumsal yaşantıda yaşayabileceği güçlükleri azaltmak istenmiştir. Tasarlanan protezin kararlı çalışması adına örnekleme frekansı 2000Hz olarak belirlenmiş ve toplamda her veri için 4096 örnek alınmıştır.



Şekil 1.1. EMG ölçümlerinde kullandığımız elektrot


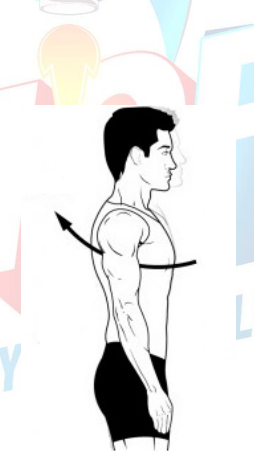

- | | |
|----|---|
| a) | Aktif Yüzey Elektrodu üst görünüş |
| b) | 5 Pinli LEMO konektörü |
| c) | Birleşik tabanlı geniş aralıklı pedli Aktif Yüzey Elektrodu |
| d) | 5 Pinli LEMO konektörü |
| e) | 3,5cm Aralıklı pedli Aktif Yüzey Elektrodu |
| f) | 5 Pinli LEMO konektörü |
| g) | 2cm Aralıklı pedli Aktif Yüzey Elektrodu |
| h) | 5 Pinli LEMO konektörü |
| i) | İnce tel EMG için yaylı veya ayar vidalı adaptörler |
| j) | 5 Pinli LEMO konektörü |
| k) | Pedleri ayırmak için kullanılan aparat |

Tablo 1.2. Elektrot ve aparat tanımları



Şekil 1.2. El kapama hareketi anında sinyal kaydı

Aşağıda belirtilen hareketlere ait EMG sinyalleri gönüllü bir deneğin sol kolunda bulunan üç farklı kas topluluğundan eş zamanlı olarak alınmıştır.

		
a) Kol Kaldırma	b) Kol İndirme	d) Dirsek Açma

Tablo 1.3. Sınıflandırılan hareketler

Tabloda her bir kas topluluğuna bir elektrot, toplamda üç elektrot bağlanmıştır. Referans noktası olarak çene altında, boyun ile göğüs kafesinin birleştiği noktada kas bulunmayan bölge seçilmiştir.

Her bir harekete ait EMG sinyali kas topluluklarına bağlı olan üç aktif yüzey elektrottan eş

zamanlı olarak bilgisayar ortamına kaydedilmiştir. Bunun için Analog Devices firmasına ait CED1Z Evaluation & Development Board ve 8 kanaldan eş zamanlı örnek alabilen AD7606 Evaluation Board EMG sinyallerinin örneklerinin alınmasında birlikte kullanılmıştır. 16 bitlik Analog-Dijital Çeviriciye (ADC) sahip AD7606 Evaluation Board kartının maksimum örnekleme hızı 200kSPs'dır. Bu iki kart ile kullanılabilen ve kartlar ve bilgisayar arasında İletişim kuran AD7606 Evaluation Software programı mevcuttur. AD7606 Evaluation Software ile İstenilen örnekleme hızı, istenilen örnek sayısı, hangi kanallardan örnek alınacağı belirlenebilmektedir. Ayrıca bu program ile işarete ait Histogram, FFT ve Genlik bilgileri grafiksel olarak incelenebilmekte ve işarete ait bu bilgiler Excel ortamına kaydedilebilmektedir.



Şekil 1.3. EVAL CED1z ve AD7606 kartının EMG elektrot arayüz kutusu bağlantısı

Sinyalin Alındığı Kas Grubu	Bağlanan EMG Elektrodu	EVAL-AD7606 ADC Çıkışı
Biceps	EMG1	ADC1
Triceps	EMG2	ADC2
Flexors	EMG3	ADC3

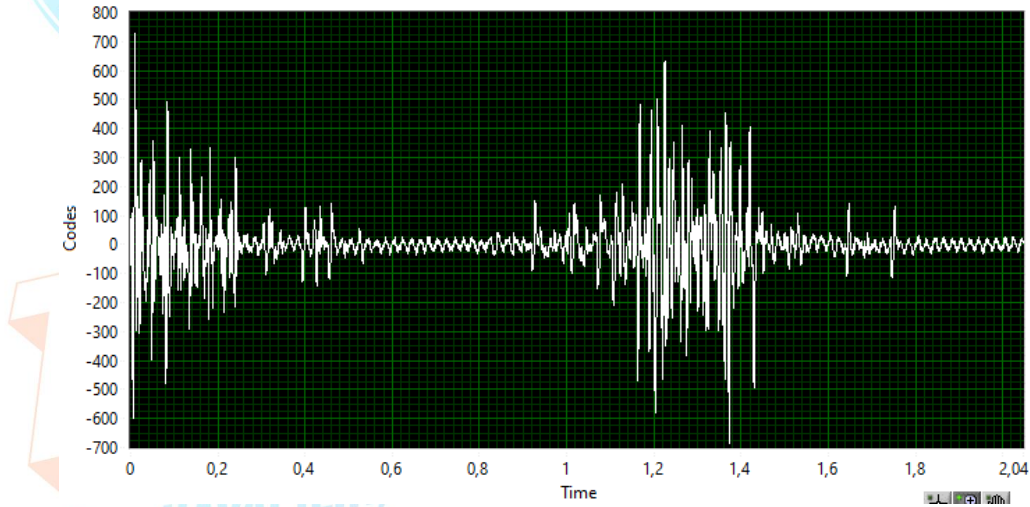
Tablo 1.4. Kas gruplarına bağlanan EMG elektrotları ve alınan ADC çıkışları

Kas sinyallerinin alınmasında Şekil 3.3'te gösterilen aktif yüzey elektrotlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yüzey elektrotları 10-3000Hz bant geçiren analog bir filtreye sahiptir. EMG sinyallerinin tepeden tepeye genliği 0 ile 10mV arasında değerler almaktadır. Bu sebepten EMG işaretlerin bir yükseltici ile yükseltilmesi gerekmektedir. Bunun için çalışmada

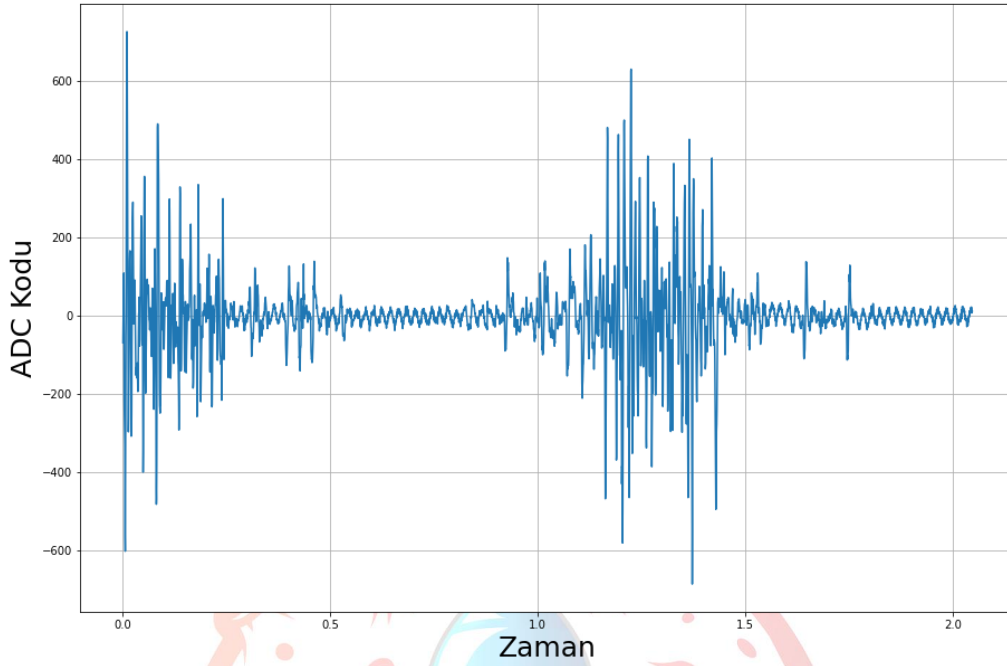
kullanılan yüzey EMG elektrotları için tasarlanan B&L Engineering firmasına ait 6 kanallı EMG Arayüz Kutusu kullanılmıştır (Şekil 3.3). EMG Elektrot Arayüz Kutusu girişine gelen düşük genlikli EMG sinyallerini 900mV'a kadar yükseltebilmektedir.

EMG yüzey elektrotları ile üç farklı kas topluluğundan alınan ham EMG sinyalleri EMG Elektrot Arayüz Kutusunda yükseltildikten sonra AD7606 Evaluation Board üzerinde bulunan 8 kanallı AD7606 entegresi vasıtasıyla 2000Hz örnekleme frekansında örneklenmiştir. Örneklene bu yükseltilmiş ham EMG sinyalleri entegrenin ADC1, ADC2 ve ADC3 çıkışlarına gönderilmiş ve entegre çıkışındaki bu sinyaller CED1Z Evaluation Board ile bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

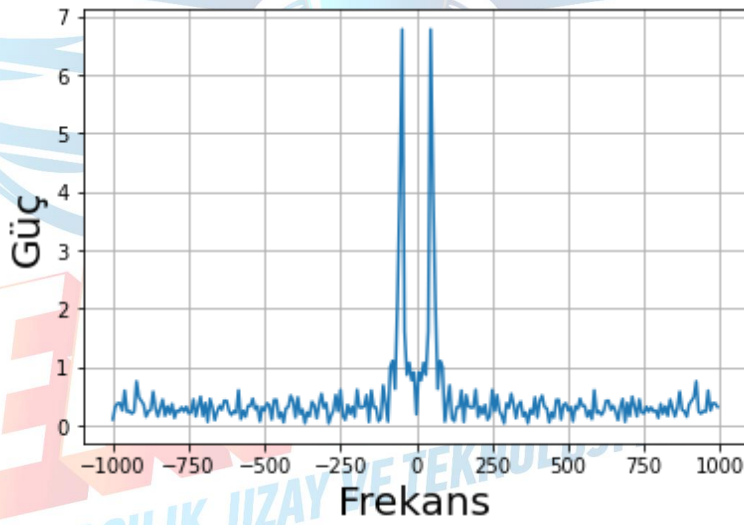
Bilgisayar ortamına aktarılan sinyallerden veri setler hazırlanmıştır. Elde edilen veri setler Python programlama dili ile işleme sokulmuştur. İlk işlem elde ettiğimiz ham sinyalin genliği kullanarak FFT'si çizdirilmiştir. Bu sayede kasılma-gevşeme arasındaki ilişkiyi daha net görmekteyiz.



Grafik 1.1 Ham EMG Genlik Sinyali

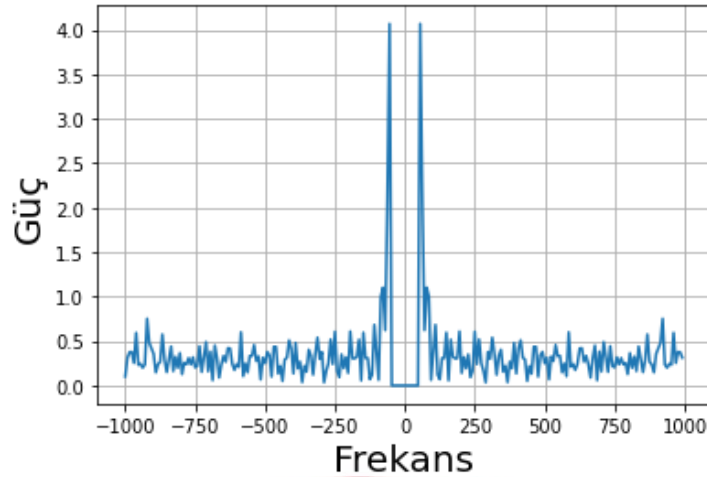


Grafik 1.2 Elde edilen ham sinyalin çizdirilen genliği



Grafik 1.3 Elde edilen sinyalin çizdirilmiş FFT'si

FFT çizdirildikten sonra şebeke sinyali gibi gürültülerden arındırmak için filtreleme uygulanmıştır. Bu sayede isteğimiz hareketi daha temiz bir şekilde gerçekleştireceğiz.



Grafik 1.4 Filtrelenmiş sinyal

Bu işlemlerin ardından yapay sinir ağlarında eğitebilmek için her verinin maksimum gücü alınarak yeni bir veri set oluşturulmuştur. Yapay sinir ağları eğitimler tamamlandıktan sonra tüm bu sistem protez uzva entegre edilecektir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Benzer projeler bulunmasına rağmen ülkemizde biyomedikal alanında böyle bir ürün bulunmamakta. Küresel olarak ise özel şirketlerin bu tarz projeler üzerinde baya yol aldıklarını görmekteyiz. Projemiz kendi başına yeni teknoloji içeren bir proje olduğu için bu tarz ürünlerin ülkemizde ilk seri üretimini yapan ve dünyaya pazarlama imkanını elde edebilir. Aynı zamanda projenin en önemli özelliği daha çok spesifik hareket yapabilmek için uygun algoritmalar oluşturulmaktadır. Sinyaller kişiden kişiye değişkenlik gösterdiği için kişiye özel yapay zekâ modellemesi üzerinde çalışmaktayız. Misal verecek olursak ihtiyaç sadece parmak kullanmak ise buna has sinyal alınıp yapay zekâ modellemesini ona göre tasarlamaktayız.

6. Uygulanabilirlik

Projemiz için şu ana kadar gerekli veri setlerini oluşturduk ve gerekli işlemlerden geçirdik. Bu aşamadan sonra yapay sinir ağları modellemesi ile hareketleri öğretmek kaldı. Gerekli prototipi üç boyutlu yazıcıımızdan ürettikten sonra projemiz hazır hale gelecektir.

Mevcut şartlar altında tıp alanında çok sayıda uzuv kaybı yaşayan insanlar olduğu için devletlerin veya özel şirketlerin, hastanelerin talep edeceğini düşünüyoruz.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Proje: EMG TABANLI SINIFLANDIRICI UZUV KONTROLÜ Prototip adedi: 1 Süre: 7 Ay Maliyet: 6500 TL	ŞUBAT				MART				NİSAN				MAYIS				HAZİRAN				TEMMUZ				AĞUSTOS			
	1.H	2.H	3.H	4.H	1.H	2.H	3.H	4.H	1.H	2.H	3.H	4.H	1.H	2.H	3.H	4.H	1.H	2.H	3.H	4.H	1.H	2.H	3.H	4.H	1.H	2.H	3.H	4.H
Bilgi Toplama																												
Kas-Hareket Araştırmaları																												
Kullanılması Gereken Donanımlar																												
Sayısal Sinyal İşleme Araştırmaları																												
Literatür Taraması																												
Donanım																												
FPGA Kurulumu ve Denemeler Yapılması																												
Analog Devices Eval-AD7606 Kurulumu ve Testler Yapılması																												
Elektrotların Uygun Yerlere Takılıp Testlere Başlanması																												
Sinyal Alma İşlemleri																												
Uygun Kas Demeti Seçilmesi																												
Sinyal Alma Çalışmaları																												
Belirlenen Hareketten Sinyal Veri Seti Oluşturulması																												
Sinyal İşleme																												
Veri Setlerin İncelenmesi																												
Filtresyon İşlemleri																												
Yeni Veri Setlerin Oluşturulması																												
Prototip Tasarımı ve Malzeme Seçimleri																												
Malzeme Araştırmaları (Sürücü Motorları, Yapı malzemesi vs.)																												
Prototip Tasarımı																												
Yapay Sinir Ağları Modellemesi																												
Veriler İncelenip Hareketlerin Etiketlenmesi																												
Gerekli Yapay Sinir Ağı Modellemesi Oluşturulması																												
Verilen Eğitilmesi																												
Eğitilen Verilerin Çalışabilirliğinin Simüle Edilmesi																												
Prototipin Üretimi ve Sistemin Entegre Edilmesi																												
Prototipin 3 Boyutlu Yazıcı ile Üretilmesi																												
Prototipe Sistemin Entegre Edilmesi ve Testlerin Başlanması																												
Alınan Olumsuz Sonuçların Düzeltmesi																												
Sorunların Tamamen Halledilip Projenin Hazır Hale Getirilmesi																												

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projemiz ağırlıkta olarak kol ve el uzuvlarını kaybetmiş insanlara hitap edecektir. Cisim kavrama, kol açma-kapama gibi kabiliyetleri kaybettiği için bu kabiliyetlerini tekrardan kazanacaklardır. Aynı mantık bacak ve ayak içinde geçerli olduğu için ihtiyaca dayalı olarak üretimi rahatlıkla gerçekleştirilebilir.

9. Riskler

Sinyaller çevre gürültüsünden, elektriksel aygıtların manyetik alan gürültüsünden, enerji hatlarından kaynaklanan girişim, hareket gürültüsü ve vücudumuzun diğer biyoelektriksel etkinliklerden etkileneceği için sistemimiz düzgün çalışmama riski taşımaktadır. Çözümü ise düzgün filtreleme ve kaliteli malzeme kullanılarak minimum riske düşürülebilir.

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Yağser Akgün

AD-SOYAD	PROJEDEKİ GÖREVİ	OKUL
Yağser Akgün	Elektronik, Yazılım,3B Üretim	Karabük Üniversitesi
Ahmet Burak Eren	Tasarım, Literatür Taraması, Yazılım	Karabük Üniversitesi

11. Kaynaklar

http://www.biyoklinikder.org/TIPTEKNO18_Bildiriler/12.pdf

https://www.academia.edu/31247794/Design_of_EMG_Based_Classification_for_5-axis_Robot_Arm_Control

<http://acikerisim.deu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/20.500.12397/8004/285696.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://www.google.com/search?q=emg+kontroll%C3%BC&oq=emg+kontroll%C3%BC&aq=s=chrome..69i57j35i39j0l2.2258j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

https://www.journalagent.com/pajes/pdfs/PAJES_23_5_497_503.pdf

<https://ab.org.tr/ab16/bildiri/266.pdf>

<https://wiki.analog.com/resources/fpga/altera/ced1z/ad7606>

<http://breakingmuscle.com/fitness/more-insight-into-developing-grip-strength-your-hand-digits>

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/97426/1/Design%20of%20a%20robotic%20hand.pdf>