

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ENGELSİZ YAŞAM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI: Engelsiz Hissim Sinestezi

TAKIM ADI: Sezgi

Başvuru ID: 408167

TAKIM SEVİYESİ: Üniversite



İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Protez, organ veya uzuv kaybında eksik olan vücut uzuvlarını taklit edecek şekilde geliştirilen yapay organdır. Ortez ise herhangi bir nedenle desteklenmesi, korunması, sabitlenmesi veya düzeltilmesi gereken vücut kısımlarına uygulanan yardımcı cihazlardır. OECD-AB ve Türkiye verilerine göre, dünya nüfusunun yaklaşık %15'i engelli bireylerden oluşmaktadır. AB ülkelerinde ilkokuldan sonra okulu bırakan engelli oranı ortalama %25'tir. Bu oran İsveç'te %11 iken, Türkiye'de %60'a ulaşmaktadır [1]. Ülkemizde bu oranın yüksek olmasının nedenlerinden biri ortez protez cihazların kişiye özel olarak tasarlanmasında, geliştirilmesinde, üretilmesinde ve uygulanmasında yeterli teknolojik seviyeye ulaşamamış olmamızdır. Bu projenin ana amacı, ülkemizde ortez protez alanında süregelen klasik uygulamaların ilerisine geçerek bir kısmını özgün olarak tasarlayacağımız teknolojik bileşenlerin bu alana uyarlanmasını sağlamaktır. Dokunma ve ısı hissi, kavranacak nesnelerin ne kadar basınç ile tutulmasının gerektiği üzerine bilimsel araştırmalar yürütülmektedir. Ayrıca, ortez protezlerin imalatında ve kişilere özel rehabilitasyonunda sensör teknolojilerinden faydalanılarak en iyi çözümlerin geliştirilmesi araştırılmakta ve kullanıcıların rehabilite sürecinin kısa ve olumlu yönde etkilenmesi sağlanmaktadır. Tüm bu çalışmalar Kimya Mühendisliği, Ortez ve Protez ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümlerinden ikişer öğrenci ve danışmanları ile birlikte yürütülecektir. Sunduğumuz proje kapsamında Kimya Mühendisliği bölümü özgün bir basınç sensörü geliştirecek, bu basınç sensörünün okunması, değerlendirilmesi ve akıllı bir sistem tasarımının parçası olarak kullanılması Elektrik-Elektronik Mühendisliği tarafından sağlanacaktır. Ortez ve Protez Bölümü ise kişiye özel tasarlayacakları ürünlere bu özgün tasarımların adapte edilmesinde iş birliği yapacaktır. Öncelikle bireyin hareket kabiliyetinin ve bağımsız iş görebilme becerisinin artırılması, ekleyeceğimiz duyu hisleri sayesinde yapay uzuvların daha çok benimsenebilmesi ve vücudun bir parçası olarak daha erken kabullenilmesi ile sağlıklı bir rehabilitasyon süreci hedeflenmektedir.

2. Problem Durumunun Tanımlanması:

Ampütasyon, yaralanma, hastalık veya farklı bir nedenle bir uzvun tamamının ya da bir kısmının kesilmesini gerektiren bir işlemdir. Amputasyon sonucu bir organını kaybetmiş birçok birey ve aileleri, yeni durumu farklılık olarak kabul edip sahip olduğu kişisel ve sosyal kaynaklarını etkili bir şekilde kullanarak bu durumlarıyla başa çıkmaya çalışırlar; ancak bu uyum sürecinde değişik evrelerde zorlanabilir ve profesyonel yardıma gereksinim duyabilirler. Genellikle fizyoterapist, protez-ortez uzmanı, hemşire gibi amputasyon ekibinde yer alan farklı meslek elemanları da bireyin fiziksel gereksinimleriyle olduğu kadar duygusal sorunlarıyla da ilgilenmektedir; fakat psikolojik açıdan daha karmaşık durumlarla karşılaştıklarında çözüm bulmak zorlaşmaktadır. Böyle durumlar genellikle kişiye özel üretilen protezlerin terk edilmesi ve kullanılmaması ile sonuçlanmaktadır. Protez reddinin en büyük sebeplerinden biri oluşan his kaybı nedeniyle protezin vücudun bir parçası olarak kabullenilmemesidir.

Yukarıda belirtilen problemden yola çıkarak, projenin temel amacı; geliştireceğimiz yerli sensörü de kullanarak protezlere dokunma ve ısı hislerinin eklenmesiyle benimsenmenin artması ve bireylerin rehabilitasyon sürecinin sağlıklı tamamlama oranının yükseltilmesidir.

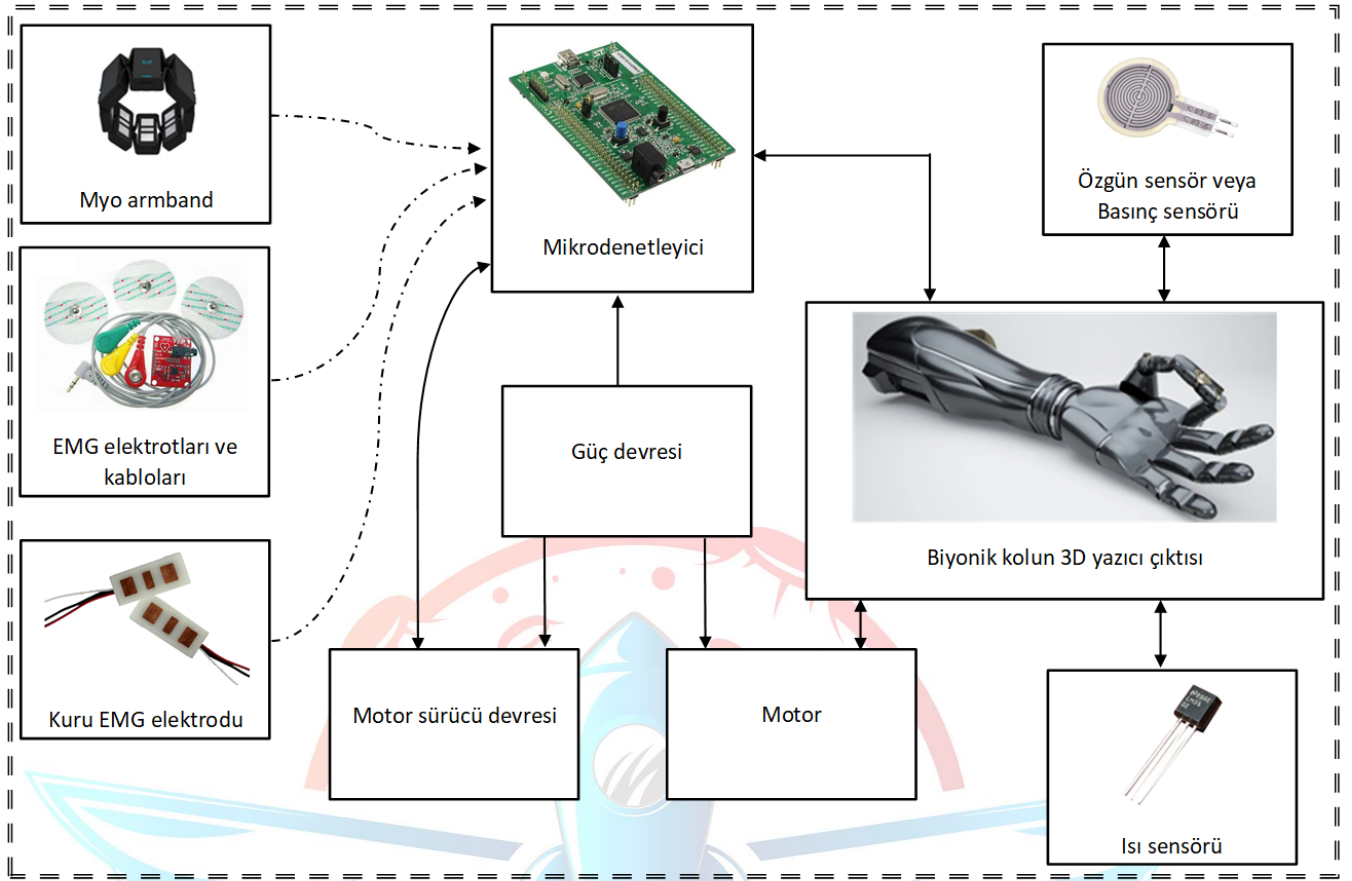
3. Çözüm

Projenin temel amacı, ülkemizde üretilen ortez ve protezlerin teknolojik seviyesinin artırılması, üretimde sensör teknolojisinden faydalanarak daha çok kişiselleştirmenin sağlanması ve bireylerin rehabilitasyon sürecini sağlıklı tamamlamasının sağlanmasıdır. Bu amaca uygun olarak hem mevcut sensörlerden hem de üreteceğimiz özgün sensörlerden faydalanarak bilimsel araştırma çözümlerimizi sunacağız. Özgün olarak geliştirdiğimiz bir elektromekanik biyonik kol tasarımınının 3B yazıcıdan çıktısı alınacak ve parmaklara kavrama basıncının ve ısının algılanmasını sağlayan sensörler entegre edilerek geri bildirimli akıllı bir sistem tasarımı oluşturulacaktır. Bu sayede protez ile ağırlıkları farklı olan cisimlerin farklı kuvvetler uygulanarak kaldırılması sağlanabilecektir. Ayrıca, örneğin çay gibi sıcak bir içeceği tutan kişinin ısı hissi sayesinde içme durumunda zarar görüp görmeyeceği önceden kestirilebilecektir.

Tüm bu hislerin protez üzerinden elbette gerçek bir organ gibi hissedilebilmesi mümkün değildir. Ancak, sinestezide olduğu gibi bir duyunun farklı yollarla beyne iletilmesi ve gerekli tepkinin sağlanması mümkündür. Protez üzerinden geri bildirim sağlanan hisler sayesinde yeni protezin kişiler tarafından daha çabuk benimsenmesi ve terk oranının azaltılmasının çözümü hedeflenmektedir.

4. Yöntem

Ülkemizde üretilen ortez ve protezlerin teknolojik seviyesinin artırılması, üretimde sensör teknolojisinden faydalanarak daha çok kişiselleştirmenin sağlanması amacıyla isteğe bağlı hareket ettirilebilecek, dokunma, kavrama ve ısı hissinin geri bildirim olarak alınabileceği bir biyonik kolun geliştirilmesi üzerine ar-ge çalışmaları yürütülecektir. Gönüllü bir bireye özel olarak geliştirilecek olan biyonik kolun çizimi programda üç boyutlu olarak tasarlanacak ve çıktısı 3D yazıcıdan alınacaktır. Proje kapsamında 3D yazıcı çıktıları Samsun Teknopark'ın sahip olduğu özel yazıcılardan temin edilecektir.



Şekil-1: Biyonik kol tasarımında kullanılacak malzemelerin şeması

Biyonik kolün ana bileşenleri Şekil-1’de gösterilmektedir. Bireyin istemli olarak hareket ettirdiği kas hareketleri EMG sensörleri yardımıyla alınacak olup bu sensörlerden gelen veriler öncelikle mikrodenetleyici ile işlenecek olup, makine öğrenme metotları ile hangi kas hareketinin biyonik koldaki hangi harekete sebebiyet vereceği ar-ge çalışması sonucunda belirlenecektir. Mekanik hareket, uygun seçilecek elektrik motoru ve motor için tasarlanacak sürücü devresi sayesinde oluşturulacaktır. Ön işlemede EMG sinyalinin frekans aralığında bant geçiren filtreleme yapılacaktır. Daha sonra sinyallerin durumuna göre yumuşatma filtreleri de uygulanabilecektir. Sinyalleri sınıflandırmaya sokmadan önce uygun öznelikler çıkarılarak ayırıcı özelliklerin vurgulanması sağlanacaktır. Burada Myoelektrik hazır sensör kullanılacak olup aynı zamanda EMG sensörleri ile kendi özgün algılama devremizi tasarlamak üzerine de çalışmalar yürüteceğiz. Dokunma ve ısı hissi için uygun sensörler kullanılacak ve mikrodenetleyici ile kontrol edilecek yazılım için çalışmalar yürütülecektir. Isı hissini yapay parmak uçlarına ya da avuç içine eklenebilmesi için ısı sensöründen faydalanılacaktır. Ellerin kavramasındaki dokunma hissi için Kimya Mühendisliği araştırmacıları tarafından yeni ve özgün bir sensör için ar-ge çalışması gerçekleştirilecektir. Kimyasal deney çalışmasında Polimer esaslı Piezoelektrik malzeme üretimi amaçlanmıştır. Bunun için sıcak presleme yöntemi uygulanacaktır. Sıcak presleme yöntemine kadar olan deneysel sistem Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında gerçekleştirilecektir. Sıcak presleme yöntemi ile farklı oranlarda baryum titanat ihtiva eden polimer matrisli ince film şeklinde numuneler üretilenlerdir.

Polimer esaslı piezoelektrik malzeme üretimi Şekil-2’de gösterildiği işlem sırasına göre gerçekleşecektir.



Şekil-2: Sıcak pres yöntemi ile malzeme üretim süreci

Baryum titanat, poliviniliden diflorür ve çözücüler öncelikle analitik terazi ile ayrı ayrı tartılacaktır. Malzemeler beher içine konularak homojen bir çözelti elde edilinceye kadar beher içinde ortalama 10 dakika karıştırıldıktan sonra çözelti kalıpta etrafa sıçramaması için etüvde ortalama 5-30 dakika 100 °C sıcaklıkta tavlacaktır. Tavlama sürecinden sonra çözelti ince film kalıpları içine dökülecek ve sıcak presle ortalama 15 dakika presleme işlemi uygulanarak süreç tamamlanacaktır.

Çalışmada sensör üretimi için polimer esaslı piezoelektrik malzeme üretimi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında polimer esaslı seramik ve polimer malzemeler kullanılarak üstün özellikli yüksek kaliteli nanokompozit piezoelektrik özellikli malzeme geliştirilecektir. Bunun için seramik ve polimer malzemeler birlikte kullanılarak daha verimli kompozit ürün elde edilmektedir. Elde edilen bu malzeme, titreşim sensörü olarak kullanılacaktır. Deney çalışmasında polimer esaslı PVDF (Poliviniliden diflorür) ve seramik esaslı Baryum Titanat ile çözücü olarak Etil Asetat ve MEK tercih edilmiştir. PVDF ‘nin mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirme kabiliyeti yüksektir. Seramiklerde bu durum daha düşük olduğu için PVDF ‘nin kullanılması daha avantajlıdır. Bunun yanı sıra iyi mekanik dayanım, düşük akustik impedans, imalat kolaylığı ve mükemmel esneklik PVDF ‘nin avantajları olarak sayılmaktadır [2]. Tüm bunlar gözetildiğinde, uygun üretim teknikleriyle birlikte polarizasyon işlemi gerekmediği için en uygun malzeme olarak PVDF tercih edilmiştir.

Baryum Titanat, geliştirilen ilk yapay piezoelektrik seramik malzemedir. Saf baryum titanat, kimyasal ve mekanik kararlılığının yanında oda sıcaklığının üzerinde ferro özellik göstermesi ve daha önemlisi polikristal formda kolaylıkla üretilebilmesi endüstriyel uygulama bakımından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, polimer malzeme içinde kolay dağılmakta ve kompozit yapıya uyum sağlamaktadır. Baryum titanat’ın kurşun içermemesi de çevre ve insan sağlığı açısından önemli bir tercih sebebidir [3,4].

Polimer esaslı piezoelektrik nanokompozit malzeme üretimi için birçok üretim tekniği kullanılmaktadır.

Seramik ve polimer malzemelerin mekanik özellikleri farklı olsa da bazı üretim teknikleri benzerdir [5]. Bu çalışma için en uygun yöntem sıcak presleme yöntemi olarak öngörülmüştür. Çünkü bu yöntemle daha homojen kompozit ince filmler elde etmek mümkündür. Sıcak presleme ile üretim yöntemi, literatürde ve uygulamadaki diğer üretim yöntemlerine göre daha kolaydır. Bu yöntemde homojen ve düzgün filmlerin üretilebilmesi için film ölçülerine uygun kalıplar kullanılmalıdır. Sıcak presleme ile ürün nihai şeklini alacağı için ikincil bir imalat tekniğine gerek kalmadığı gibi maliyeti de düşük olacaktır.

Ayrıca çalışmanın sonunda elde edilen malzemenin elektrik iletkenlik değerleri belirlenecek ve karakterizasyonu FTIR, SEM, AFM, TGA ve DSC teknikleri ile aydınlatılarak farklı oranlarda hazırlanmış kompozit malzemelerin optimizasyonu yapılacaktır. Bu tekniklerin

uygulanması sonucunda elde edilen çalışmanın karakterizasyonu ve optimizasyonu sağlanmış olacaktır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemizin özgün yönleri;

- Tüm tasarımın takımımıza ait olması,
- Özgün bir protez tasarımının oluşturulması
- İlk defa bu projede yerli bir basınç sensörünün geliştirilerek kullanılacak olması,
- Sensör temelli makine öğrenmesi metotlarını kullanarak protez alanında hislerin aktarımının sağlanması,
- Elektromekanik temelli geliştirilecek protezin tüm devre tasarımının ve yazılımının takımımız tarafından gerçekleştirilecek olması özgün yönler olarak rahatlıkla belirtilebilir.

Literatürde protezlere his eklenmesi ile ilgili çalışmalar bulunsa da henüz ürün olarak ortaya çıkarılmış bir çalışma mevcut değildir. Projemizin elektromekanik kısımları diğer çalışmalarla benzerlik gösterse de geliştireceğimiz yerli sensörün kullanılması, sensörler üzerinden alacağımız verilere makine öğrenme yöntemlerinin uygulanması ile akıllı geri bildirim sağlanması ve tüm bu çalışmaların tamamen kendi özgün tasarım ve yazılımımızla yapılacak olması projemizin farklı yönleridir.

6. Uygulanabilirlik

Proje çıktısının rehabilitasyondaki başarısının tescil edilmesini müteakiben ticari bir ürüne dönüşme olasılığı yüksektir. Önceliğimiz çıktının uygun bir prototipe dönüşmesini sağlamaktır. Protezler kişiye özel olarak üretilen pahalı ürünler olduğundan prototip başarımının birçok kişide ölçülmesi zaman alacaktır. Ancak, tüm elektromekanik protezlere uygulanabilecek bir model geliştirmek mümkündür. Bunu gerçekleştirebilmek ve ürünün piyasada kullanılmasını sağlayabilmek için bu projeyi Türkiye’de yer alan lisans seviyesindeki iki orte protez bölümünden biri olan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ortez ve Protez Bölümü ile birlikte yürütmekteyiz.

Ülkemizde projemiz için en büyük risk, elektromekanik temelli protezlerin aşırı pahalı olması, devlet desteklerinin sağlanabilmesi için hastanın ciddi bir inceleme ve rapor sürecinden geçmesinin gerekmesidir. Amacımız, tamamı ithal edilen malzemelerin yerli üretiminin sağlanması ve farklı model seçenekleri ile birlikte ürünümüzün piyasaya sürülmesidir. Piyasaya sürülmesindeki en büyük etken ortez ve protez bölümü mezunlarının ürünümüzü tanınmasını ve kullanmasını sağlamak olacaktır. Üniversitemizde daha ilk mezunlarını vermemiş olan ortez ve protez bölümü ile bu projenin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemiz Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından BAP birimi ile desteklenmiştir. Maliyet ve zaman planlanması ise bu projeye göre yürütülmektedir. Aşağıda proje bütçesi kapsamında aldığımız bazı malzemelerin listesi sunulmaktadır.

İnce Film Basınç Sensörü	50	Adet	788,5
ADC modülü	10	Adet	315,42
stm32f411 e	2	Adet	379,6
stm32 işlemci kiti	2	Adet	240,7
Yetişkin EMG/EKG Elektrot 50 lik	2	Paket	54,7
Olimes EKG/EMG Shield	3	Adet	1853,1
servo motor MG995	5	Adet	365,85
Servo motor surucusu	1	Adet	261,59
3.7V Lipo Batarya 950mAh	4	Adet	94,9
Arduino Mega 2560 R3	2	Adet	540,77
EMG akıllı kol bandı sensörü MYO Armband	1	Adet	13500
EMG elektrod kablosu	5	Adet	430,55
11.1 V Lipo Batarya-Pil	4	Adet	341,62
Misina ipi	1	Adet	63,72
Isı sensörü LM35	10	Adet	186,3
Tireşim motoru modülü	2	Adet	52,38
Ses Kayıt ve Çalma Modülü	2	Adet	63,3
0,22-0,50mm2 ÇOK TELLİ-TEK DAMARLI MONTAJ KABLOSU 100MT	1	Adet	80
30 cm 40 Pin Ayrılabilen Erkek-Erkek M-M Jumper Kablo-300 mm	1	Adet	11,73
30 cm 40 Pin Ayrılabilen Dişi-Erkek M-F Jumper Kablo-300 mm	1	Adet	11,73
30 cm 40 Pin Ayrılabilen Dişi-Dişi F-F Jumper Kablo-300 mm	1	Adet	11,42
Poly(vinylidene fluoride)	100	Gram	3900
Ethyl Methyl Ketone	2,5	Litre	1500
Ethyl Acetate	2,5	Litre	450
Barium Titanate(IV)	500	Gram	1650
Biyonik kol 3D yazıcıdan çıktı alınması	1500	Gram	2360
		Toplam:	29507,88

Projemizin malzemeleri BAP projemizden yeni temin edildiğinden zaman çizelgesi güncellenmiş ve aşağıdaki gibi sunulmuştur.

İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

İş Paketi Ad/Tanım	Görev Alan Proje Personeli	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz
Malzemelerin temini ve ön tasarımın oluşturulması	Tüm proje personeli	X	X	X		
Özgün sensör üretilmesi	Kimya Mühendisliği öğrencileri			X	X	

3D Biyonik kolun tasarımı ve uygulaması	Ortez Protez ve Elektrik-Elektronik Müh.liği öğrencileri			X	X	
Devre tasarımının yapılması	Ortez Protez ve Elektrik-Elektronik Müh.liği öğrencileri				X	X
Yazılımın geliştirilmesi ve geri bildirim (sinestezi) sağlanması	Tüm proje personeli				X	X
Sunum için son kontrollerin yapılması ve iyileştirme	Tüm proje personeli				X	X

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Nüfusun %12,29'u engelli olan ülkemizde (Kağncıoğlu 2021) hedef kitlemiz halihazırda protez kullanan ya da kullanacak olan kişiler ile bu protezleri üretecek olan sağlık çalışanlarıdır. Geliştireceğimiz prototipin teknolojik seviyesinin yüksek olması sayesinde yurt dışı pazarına da adım atabileceğimizi değerlendiriyoruz. Bunun için gerekli olan seri üretim maliyeti gibi hususları ise prototip tamamen ortaya çıktıktan sonra değerlendireceğiz.

9. Riskler

Projeyi tamamen durduracak önemli bir riskin varlığı değerlendirilmemektedir.

	Risk Tanımı	Risk Yönetimi
1	PVDF/Baryum titanat kompozitinin hedeflenen özelliklerini sağlayamaması	PVDF/Baryum titanat kompozitinin hedeflenen özelliklerini artırmak için grafen oksit katkı kompozitlerin hazırlanması planlanmıştır.
2	Tasarlanacak sensör için geliştirilecek yükseltici devrenin uyumsuz olması (her sensörde standart veri elde edilememesi)	Halihazırda satılan basınç sensörleri kullanılarak prototip işlevsel hale getirilecektir.
3	Makine öğrenmesi için yeterli veri miktarına ulaşamaması durumu	Geri bildirim için uygun eşikleme yöntem kullanılarak çözüm sağlanacaktır.

10. Kaynaklar

- [1] Engelsiz Yaşama Derneği (EyDer). “Sayılarla Dünya’da ve Türkiye’de Engellilik”. Erişim: 21 Kasım 2021. <https://ey-der.com/ana-sayfa/turkiye-ve-dunyada-engelliler/>
- [2] Ö. TÜRKER, PZT/Polimer esaslı Aktif Titreşim Kontrolüne Uygun Akıllı Kiriş Tasarımı ve İmalatı, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009.
- [3] M. YAZICI, Piezoelektrik Özellikli, Polimer Nano Kompozit Malzeme Geliştirilmesi ve Titreşim Sensörü Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
- [4] S. ERSOY, Baryum Titanat Esaslı Seramiklerin Üretilmesi ve Karakterizasyonları, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.

[5] M. YAZICI, Piezoelektrik Özellikli, Polimer Nano Kompozit Malzeme Geliştirilmesi ve Titreşim Sensörü Olarak Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.

