

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE KATEGORİSİ

PROJE ADI: Konuşma Engelli İnsanları Teknoloji ile Anlama

TAKIM ADI: WearGraphSen

TAKIM ID: 17450-155

DANIŞMAN ADI: Dr. Musa BUTE

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Projenin amacı konuşma engelli insanların teknoloji yardımıyla aktif bir şekilde iletişim kurmasını sağlamaktır. Bunu gerçekleştirmek için Giyilebilir Grafen-Kauçuk Kompozit Biyomedikal Sensör Kiti geliştirilecektir. İlk aşamada, sağlıklı bireylerin boyun kısmına takılıp konuşma esnasında boyun derisinde oluşan gerilmeler ölçülüp elektriksel sinyal haline getirilecektir. İkinci aşamada, elde edilen sinyaller işlenip yapay zekâ uygulamalarıyla seslendirilerek konuşma yeteneğini kaybeden bireylerin istek ve düşüncelerini sesli bir şekilde ifade etmelerine yardımcı olacaktır.

2. Problem/Sorun

Kaza, travma, ilerleyen yaş vb. durumlar sonucunda konuşma yetisini kaybetmiş bireyler, özellikle bireysel ihtiyaçlarını karşılama noktasında, sesli iletişim kurmaları gerektirdiğinde bu beceriyi gösterememeleri onları, özellikle psikolojik olumsuz açıdan etkilemektedir. Doğuştan konuşma engelli olan bireyler, iletişim kuramadıkları için normal bireylere nazaran daha agresif olabilmektedirler. Bu bağlamda, hayatlarının belli bir evresinden sonra, konuşma engelli olan bireyler ise çok daha derin psikolojik ve sinirsel bozukluklar yaşayabilir. Bu psikolojik durum, bireylerin sosyal hayattan uzaklaşmalarına, kendilerini yetersiz hissetmelerine sebep olabilir.

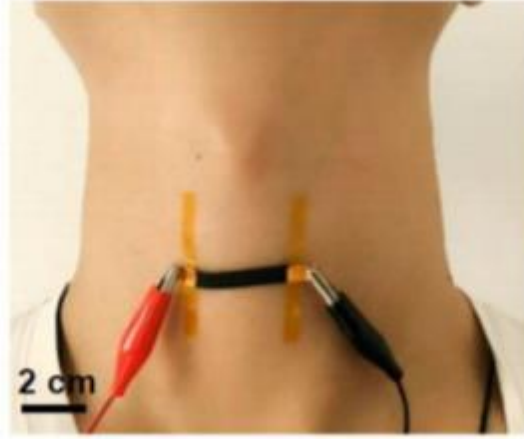
3. Çözüm

Yukarıda bahsedilen sorun, insan hayatında çok önemli bir yere sahip olan iletişim kurma ihtiyacını ilgilendirmektedir. Bu bağlamda, sorunun çözümü birçok özelliği bir arada barındırması gerektirmektedir. İletişim sürekli devam eden bir eylem olduğu için, önerilen çözüm, problemi yaşayanların uzun süreli kullanımına da uygun olmalıdır. Uzun süreli kullanım sonucunda, kullanıcıya ciddi yan etkileri olmamalıdır. Ayrıca, önerilen çözüm yönteminin ekonomik açıdan makul seviyelerde olması, daha çok kullanıcıya ulaşmasının yanında bireylerin daha rahat kullanmasına imkân sağlamaktadır.

Proje fikrimiz, öncelikle bireysel anlamda çok önemli bir ihtiyaç olan sesli iletişim ihtiyacını karşılayacaktır. Herhangi bir nedenle bu yeteneğini kaybetmiş bireyler, geliştireceğimiz sensör sistemi sayesinde, ihtiyaçları ve düşüncelerini sesli olarak ifade edebileceklerdir. Böylece, bu bireyler kendileri eksik hissetmeden, toplumdan kendilerini soyutlamadan ve toplumu tarafından (istenmeden de olsa) yalnızlaştırılmadan yaşamlarına devam edebileceklerdir.

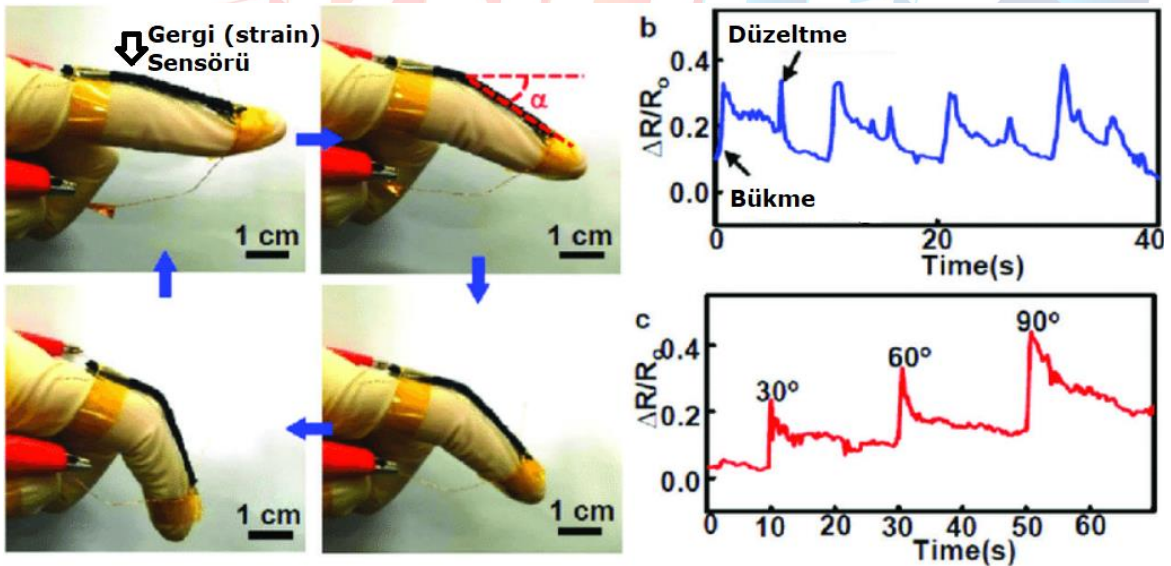
Proje kapsamında gerçekleştirilecek olan sensör, ilk olarak sağlıklı bireylerden konuşma esnasında boyun bölgesindeki kas hareketleri sonucunda deri yüzeyinde oluşan gerilmeler sensör tarafından algılanıp elektriksel sinyaller elde edilecektir. Bu sinyaller, sinyal işleme yöntemleri kullanılarak sınıflandırılacaktır. Yani hangi biyosinyalin hangi sese karşılık geldiği bulunacaktır. Sürecin ikinci aşamasında, sensör sesli iletişim yeteneğini kaybetmiş insanların boyun bölgelerine takılacaktır. Birey konuşmaya başladığında, boyun derisinde oluşan

gerilmeler algılanıp sensör sisteminde kayıtlı olan datalar ile karşılaştırıldıktan sonra sistem, bireyin sadece ağız, çene ve dil yoluyla ifade etmeye çalıştığı, kelime ve/veya cümleleri seslendirecektir. Böylece birey sesli iletişim kurabilecektir. Aşağıdaki görselde, sensör ile nasıl ölçüm yapılacağı gösterilmiştir.



Giyilebilir Grafen-Kauçuk Kompozit Biyomedikal Sensör ile konuşma esnasında bireyin boyun bölgesinde, deri ve kas hareketleri sonucunda ortaya çıkan gerilmeyi algılama işlemi

Sensörün çalışma mekanizmasını kısaca özetlemek gerekirse; sensör herhangi bir dış etkiye (germe, basınç, çarpma vb.) maruz kalmadığında, iç yapısında bulunan yarı iletken malzemeler sayesinde elektriksel olarak iletkenidir. Dışarıdan bir etki uygulandığından, sensörün dış yapısında bulunan esnek malzeme gerilir ve bu gerilme sonucunda sensörün elektriksel iletkenliği düşer veya elektriksel direnci artar. Aşağıdaki görselde bu durum gösterilmiştir.



Gergi sensörünün uygulanan germe hareketine karşı göstermiş olduğu elektriksel direnç davranışı (R_0 : Sensör'ün başlangıç direnci, ΔR : Gerilme sonucunda meydana gelen direnç farkı)

Sensörün fabrikasyonunda, boyun derisindeki gerilmeler karşısında esneyebilmesi için silikon tabanlı kauçuk lastik kullanılacaktır. Bu malzemenin kullanılmasında en önemli neden; maliyetinin düşük olmasıdır. Ayrıca, bu malzemenin gerilmeden sonra tekrar eski konumuna hızlı bir şekilde geri dönebilmesi, sensörün performans kriterlerinden; iyileşme zamanını (recovery time) azaltmanın yanında histerezis döngüsünü olumlu yönde etkilemektedir. Aşağıdaki görselde silikon tabanlı kauçuk lastik örneği ve kauçuğun gözenekli iç yapısı gösterilmiştir.



Sensörün tasarımı gereği, esnek malzeme olarak kauçuğun üzerine konulacak olan nano boyutta yarı iletken malzeme olarak Grafen kullanılacaktır. Grafen'nin silikon kauçuğun içerisine girme miktarı sensörün performansını etkilemektedir. Bu nedenle, kauçuk içerisine mümkün olduğunca grafen parçacıkları yerleştirebilmek için, kauçuğun iç yapısında bulunan gözeneklerin genişlemesi gerekmektedir. Bu genişlemeyi sağlayan Toluen kimyasal sıvısıdır. Kauçuk, toluen içine atılıp, düşük güçlü sonik banyo (ses dalgaları ile titreşim oluşturma) cihazı kullanılarak yaklaşık 3,5 saat karıştırılacaktır. Aşağıdaki görsellerde bu süreç gösterilmiştir. Bu işlem sonunda, kauçuk yaklaşık 4 kat büyümüş olacaktır.



Silikon kauçuk içerisine, mümkün olduğunca fazla Grafen parçacıkları yerleştirebilmek için, kauçuk gözeneklerinin genişletmenin yanında, grafen boyutları küçültülmelidir. Bu işlemin yapılması için, Grafen parçacıkları N-Methyl-Pyrrolidone (NMP) çözücüsü içine atılıp, ultrasonik uç-sonikasyon cihazı ile yaklaşık 72 saat karıştırılacaktır. Bu işlemin amacı, grafen parçacıklarını çözücü yardımıyla daha küçük parçalar haline getirmektir. Literatürde bu süreç grafenin pul parçaları gibi küçük parçalara ayrılması olarak ifade edilmektedir (The exfoliation of the graphene).

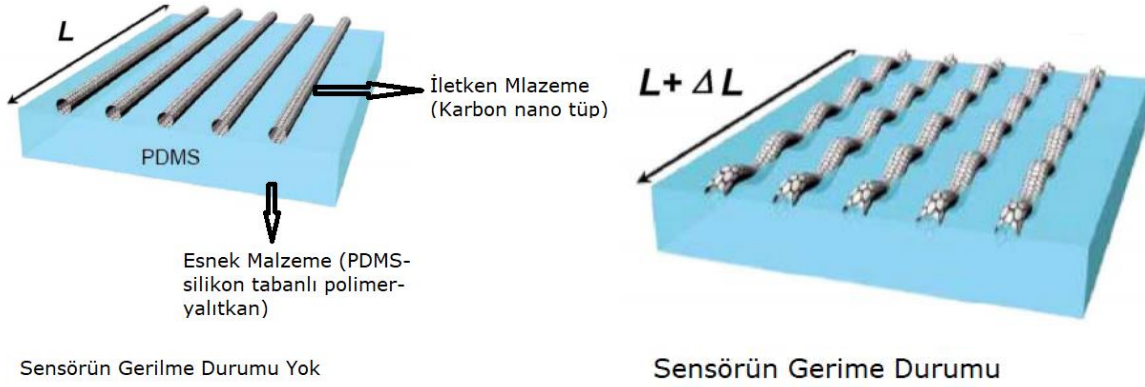
Bu işlemin ardından, NMP-grafen karışımı yaklaşık 2,5 saat sonik banyo cihazında karıştırılıp, tekrar ultrasonik uç-sonikasyon cihazı ile 10 dakika daha karıştırılacaktır. Bir sonraki aşamada; pul şeklindeki grafen parçacıklarından ince bir film elde etmek için karışıma, vakum filitre işlemi uygulanacaktır.

Bu sürecin ardından, NMP-grafen karışımı içerisine silikon kauçuk (toluen sıvısından çıkartılıp) atılarak, grafen parçalarının kauçuk içerisine girmesi beklenecektir. Bekleme süresi yaklaşık 48 saat sürmektedir (bu süre, sensör performansını etkilemektedir). Bu süre sonunda, karışım deiyonize su ile yaklaşık 45 dakika sonik banyo cihazında yıkanacaktır. Yıkama işleminden sonra, kauçuk 60⁰ sıcaklığında fırın ile yaklaşık 72 saat kurutulacaktır. Bu süreçlerin sonunda, kauçuk içerisine giren grafen parçacıkları, kauçuğun rengini değiştirmiş olacaktır. Bu durum aşağıdaki resimde gösterilmiştir. Sensör, bu aşamadan sonra kullanıma hazır durumdadır.

4. Yöntem

Tasarlanacak sensör, giyilebilir gergi (wearable strain) sensörüdür. Bu sensörler, uygulanan gerilmeyi algılayarak çalışma mekanizmasına göre yanıt vermektedirler. Sensör'ün çalışması bilimsel olarak 'Piezorezistif' ilkesine dayanmaktadır. Bu ilkeye göre; malzeme, herhangi bir germe, vurma, basınç gibi etkiye maruz kaldığında, malzemenin elektriksel olarak direnci değişmektedir.

Gergi sensörlerinin yapısı genel olarak aşağıdaki resimde gösterilmiştir. Sensör yapısının en alt kısmında esnek, hafif, elektriksel olarak yalıtkan veya iletken olabilen ve en önemlisi insan vücuduna zararı (alerji, ağrı vb.) olmayan bir malzeme bulunmaktadır. Bu malzemenin gerilebilme özelliği, insan bedeninde oluşan eklem, kas ve deri hareketleri algılama sürecinde sensörün zarar görmesini engellemektedir. Ayrıca, malzemenin hafif ve insan vücuduna zararsız olması günlük ve uzun süreli kullanıma imkân sağlamaktadır.



Esnek yapının üzerinde bulunan malzemeler nano boyutlu malzemelerdir. Nano boyutlu malzeme kullanılmasının nedeni; malzemelerin boyutları küçüldükçe, malzemenin elektriksel ve optik gibi özellikleri değişime uğramaktadır. Bu duruma örnek vermek gerekirse; karbon malzemesinin boyutları nano seviyeye düşürülüp karbon nano tüpler elde edilmektedir. Karbon nano tüplerin elektriksel ve mekanik özellikleri, Yığın (bulk) karbondan çok daha farklıdır. Sensörün yapısında bulunan bu malzemeler, tasarımı yapılacak sensörün özelliklerine göre farklılık göstermektedir.

Nano boyutlu malzemelerde elektriksel iletkenliği sağlayan yüklerin hareketi, farklı durumlarda gerçekleşmektedir. Bu durumlar aşağıdaki tabloda açıklanmıştır.

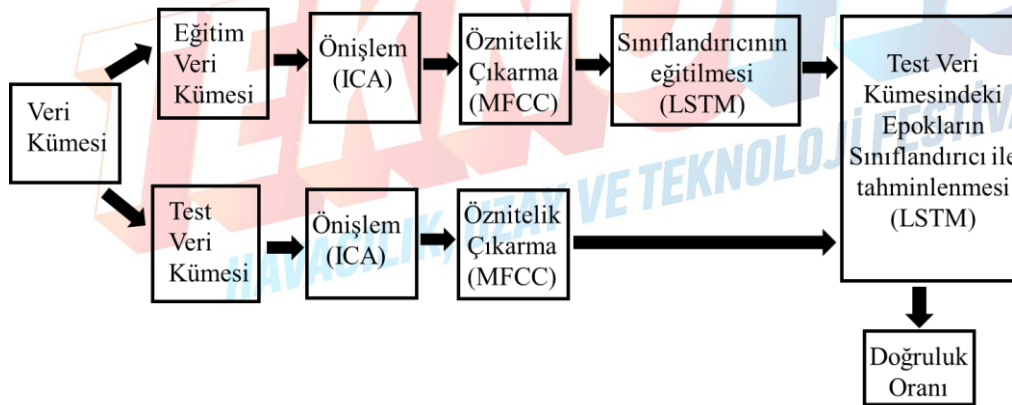
Yük İletim Mekanizması	Açıklama
Geometrik Etki	Dış uyarana karşı sensörün geometrik yapısında meydana gelen değişimler, sensörün elektriksel iletkenliği değiştirerek, uyarana yanıt verilmiş olur. Uyarıcı etki kaldırıldığında, sensörün geometrik yapısı yaklaşık olarak eski haline geri döner.
Piezorezistif Etki	Dış etki sonucunda, sensörün yapısında meydana gelen deformasyon, elektriksel iletkenliği değiştirerek uygulanan dış etki ölçülmüş olur.
Kopukluk Mekanizması	Özellikle gerilme kapasitesi yüksek malzemeler, gergi işlemine maruz kaldıklarında, atomik yapılarında (kimyasal bağlar) kopmalar meydana gelir. Bu kopmalar, yük iletim sürecini olumsuz yönde etkileyerek elektriksel iletkenliği azaltır.
Çatlak Oluşum Mekanizması	Bu mekanizma, özellikle ince film şeklinde kullanılan malzemelerde ortaya çıkar. Dış etki ince film üzerinde çatlaklara sebep olarak malzemenin elektriksel iletkenliğini değiştirir. Bu mekanizmanın en önemli avantajı; etki kaldırıldığında çatlaklar kapanır ve ince film eski haline gelir.
Tünelleme Etki	Bu mekanizma diğerlerinden farklıdır. 2 yarı iletken nano boyutlu malzeme arasına esnek yalıtkan malzeme koyulur. Dış etki sonucunda, esnek malzeme incilir ve yükler tünelleme etkisi ile yalıtkan malzemedan geçerek iletim sağlanır.

Yukarıdaki tabloda açıklanan yük iletim mekanizmaları, sensörün hassasiyetini ve gerilme kapasitelerini belirlemektedir. Buna örnek vermek gerekirse; çatlak oluşum mekanizmasına göre çalışan sensörler daha yüksek hassasiyete sahip olmaktadır. Piezorezistif mekanizmaya göre çalışan sensörler ise, yüksek gerilme kapasitelerine sahiptirler.

Bireylerin konuşma esnasında boyun bölgelerinden meydana gelen deri gerilmeleri küçük gergi etkilerine sahiptir. Bu gergi hareketlerinin algılanabilmesi için yeterince hassas sensör kullanılmalıdır. Bu bağlamda, tasarlanacak sensörün yük iletimi çatlak oluşum mekanizması ile sağlanmaktadır. Sensör'ün için yapısında bulunan grafen tabakalarda, gerilme esnasında çatlaklar oluşarak sensörün elektriksel iletkenliği değişir.

Gergi sensörlerinin performans değerlendirmelerinde 2 önemli kriter bulunmaktadır. Birincisi sensörün hassasiyeti, diğeri ise sensörün gerilme kapasitesidir. Yeterince hassas gergi sensörleri, en küçük gerilme hareketlerine karşı yanıt verebilmektedir. Yüksek gerilme özeliğine sahip olan gergi sensörleri ise, yüksek gerilme dayanımı gerektiren (insan vücudunda dirsek ve diz gibi eklem gerilmeleri) algılamaları rahatlıkla gerçekleştirebilirler. Ancak, literatürde bu 2 önemli performansa sahip olan gergi sensörü tasarlanmanın zor olduğu belirtilmektedir. Sensör fabrikasyonunda kullanılacak olan malzemeler, genel olarak, bu 2 performansa göre belirlenmektedir. Sensör, yüksek gerilme dayanımı gerektiren uygulamalarda kullanılacaksa, esnek malzeme olarak; silikon tabanlı polimerler ve kauçuk gibi malzemeler üzerine iletken (nano boyutta) malzeme olarak; karbon nano tüp (gerilebilirliği çok yüksek) ve grafen gibi malzemeler kullanılır.

Sensörün yapım aşaması bittikten sonra deneklerden ses sinyali toplanarak elde edilen veri setine uygulanacak algoritmanın blok diyagramı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



İlgili kod MATLAB yazılım ortamında hazırlanacaktır. Elde edilen verisetine önce ICA ile (gerekli görülürse farklı yöntemler de denenebilir) önişlem uygulanarak gürültünün azaltılması amaçlanmaktadır. Ses sinyallerinde olumlu sonuç verdiği bilinen mel kepstrum katsayıları yöntemi ile özellik çıkarma işlemi yapılacaktır. Çıkarılan özellik kullanılarak makine öğrenmesi alanında, tek boyutlu sinyaller için sıklıkla kullanılan 'long short term memory' yani 'uzun kısa süreli bellek' yazılım mimarisi yardımı ile test veri kümesindeki seslerin gerçekte hangi seslere karşılık geldiği tahmin edilecektir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

İnsan bedeninden hareketleri algılayıp anlamlı bilgiler (nabız, adım sayısı vb.) haline getiren akıllı saat ve akıllı telefon gibi teknolojiler bulunmaktadır. Ancak, bu teknolojiler, konuşma esnasında, özellikle yüz ve boyun bölgelerinde oluşan, deri veya kas hareketlerini algılayıp anlamlı bilgilere dönüştürme amacıyla kullanılmamaktadır. Bu bağlamda, geliştirilecek sensör kitinin, insan hayatını kolaylaştırmak için önemli bir yenilik ve elde edilen biyomedikal sinyaller kullanılarak oluşturulacak yeni veri seti üzerine geliştireceğimiz algoritma da projeye yenilikçi bir perspektif kazandıracğını düşünüyoruz. Ayrıca, geliştirdiğimiz sensör vasıtasıyla farklı yaş gruplarındaki deneklerden biyo-sinyaller toplayarak elde edilen veri seti paylaşımına açılarak veri seti üzerine diğer araştırmacıların da kod yazması mümkün olacaktır. Bu bakımdan yapılan çalışma aynı alanda ve bu alanın dışında da yapılacak çalışmalara olanak sağlayacaktır. Bu da yapılan çalışmaya inovatif yön kazandırmaktadır.

6. Uygulanabilirlik

Tasarlanacak sensör ticari bir ürüne dönüştürülebileceğini düşünüyoruz. Çünkü, giyilebilir sensörlerin en önemli avantajı; fabrikasyonlarının oldukça basit, maliyeti yüksek malzeme ve cihazlara ihtiyaç duymadan çok geniş bir kullanım alanına sahip olmasıdır. Sensörün üretimi için yüksek maliyetli laboratuvarlara gerek duymadan sensör tasarlanabilir. Ardından, bilgisayar tabanlı sistemler (sinyal işleme, yapay zekâ, makine öğrenmesi) kullanarak yazılım süreci ile sensörün ticari bir ürün olarak tasarımı tamamlanmış olur.

Sensörün ticari ürüne dönüşmesi için ilk yapılması gereken, sensörün hangi tür gergi seviyesini (yüksek gerilme veya düşük gerilme) algılayacağı belirlenerek, kullanılacak malzeme ve fabrikasyon teknikleri belirlenir. Sensör tasarlandıktan sonra, sinyal işleme ve yapay zekâ süreçlerinde kullanılması için biyolojik sinyallerin dataları sağlıklı bireylerden toplanması gerekmektedir. Bu aşama bazı riskleri içermektedir. Özellikle, elde edilen sinyallerde gürültünün fazla olması, aynı sensör ile farklı boğaz yapısına sahip bireylerden ölçüm yapılması ve yeterince fazla sayıda dataların elde edilememesi önemli riskleri oluşturmaktadır. Fakat bu risklere rağmen yapılacak çalışmada, sensörün çalışmasının doğruluğu kesinleştikten sonra oluşturulacak veri setinin büyük tutulması ve hatalı verilerin ayıklanması (ayıklama işlemi manuel ya da otomatik olarak yapılabilir), algoritmaya gürültü giderme gibi ön işlemler eklenmesi gibi tedbirler ile risklerin aşılması öngörülmektedir. Gürültü gidermek için kullanılacak yöntemler: dalgacık dönüşümü ve bağımsız bileşen analizi yöntemleridir. Sonrasında elde edilen sinyalde mel kepstrum katsayıları yöntemi kullanılarak özellik çıkarma işlemi yapılacaktır.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Kullanılacak Malzeme Listesi ve Yaklaşık Maliyet

Malzeme Adı	Miktarı	Tutarı
Toluen	2.5 lt	200 TL
NMP Çözücü	2.5 lt	750 TL
Kauçuk	1 Kutu	100 TL
Grafen	20 Gram	700 TL
Eldiven	1 Kutu	50 TL
Önlük	2 Adet	150 TL
Deiyonize su	5 lt	50 TL
Yol ve Konaklama*	-	1500 TL
	Toplam	3500 TL

*Riskler başlığı altında belirtildiği gibi, laboratuvar çalışmalarında ihtiyaç duyulan cihazlar, çalışılması planlanan laboratuvarda bulunmaması durumunda, ilgili cihazın veya cihazların bulunduğu laboratuvar çalışmaları için miktar talep edilmektedir.

Projenin tahmini bütçesi 3500 TL (Üç Bin Beş Yüz Türk Lirası) olarak belirlenmiştir. Proje için belirlenen tahmini bütçe, Gaziantep Üniversitesi laboratuvarlarındaki malzeme ve ekipmanlardan faydalanılması göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Bu bakımdan proje en az maliyetle uygulanabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Zaman Planlaması

Tasarım Araştırma	Malzeme Alımı	Sensör Üretimi	Veri Seti Hazırlama	Hatalı Verilerin Ayıklanması	Kod Yazılması	Son Kontrollerin Yapılması
60 Gün	15 Gün	40 Gün	20 Gün	6 Gün	20 Gün	10 Gün

Proje Takvimi

15 Mart-15 Mayıs	16 Mayıs-1 Haziran	2 Haz-12 Tem	13 Tem-3 Ağustos	4 Ağustos-11 Ağustos	12 Ağustos-2 Eylül	2 Eylül-12 Eylül
Tasarım ve Araştırma	Malzeme Alımı	Sensör Üretimi	Veri Seti Hazırlama	Hatalı Verilerin Ayıklanması	Kod Yazımı	Son Kontrollerin Yapılması

Proje planına bağlı olarak maddi yönden tüm harcamalar 16 Mayıs -1 Haziran yapılması planlanmaktadır. Ancak, COVID-19 salgını nedeni ile malzeme alımında aksama olmuştur. Bu

bakımdan malzeme alımı sensör üretimi için ayrılmış 40 günlük zaman diliminde yapılıp, aynı zaman diliminde sensör üretiminin de tamamlanması planlanmaktadır.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi

Tasarlanacak sensörün hedef kitlesi sesli iletişim yeteneğini bir olay sonucunda kaybetmiş bireylerdir. Yaşadıkları olaydan önce, sağlıklı bireyler gibi sesli iletişim kurabilen, sesli okuma yapabilen ve düşüncelerini sesli iletişim yoluyla ifade edebilmektedirler. Olay sonrasında ise, sesli iletişim için gerekli olan biyolojik ve psikolojik açıdan yeterli ama iletişimi ses yoluyla sağlayamamaktadırlar. Bu duruma örnek vermek gerekirse; Guatr ameliyatı esnasında ses tellerinin zarar gören birey, ameliyattan sonra konuşmak için ağzını ve dilini kullanabilir. Ayrıca, boğaz bölgesinde kas hareketleri ve deri gerilmeleri meydana gelir. Ancak, bu işlevler sesli iletişim kurması için yeterli değildir.

Sensör, doğuştan konuşma engelli olan bireyler için uygun olmayabilir. Çünkü, bu bireyler sesli iletişim için gerekli olan konuşma fiilini yerine getirmekten yoksun durumdadırlar. Böyle durumda olan bireyler üzerinde sensörün tepkisi olmayacaktır.

9. Riskler

Projenin gerçekleştirilmesinde karşılaşılabilecek en sorun; sensör tasarımı gerçekleştirildikten sonra, sinyal işleme ve yapay zekâ süreçlerinde kullanılmak üzere sağlıklı bireylerden alınması gereken dataların, küresel COVID-19 salgınından dolayı elde edilememesidir. Sağlıklı bireylerden dataların alınmaması durumunda, sensörün tasarım amacı kapsamında, konuşma engelini kaybeden insanların özellikle bireysel ihtiyaçlarını karşılarken gereksinim duyacakları, sesli iletişim sonucunda boğaz bölgesinde ortaya çıkan kas ve deri gerilme ile oluşan sinyal şekillerini internet kaynakları veya simülasyon programları yardımıyla elde edilmeye çalışılacaktır.

Diğer bir sorun ise, sensör fabrikasyon aşamalarında laboratuvar çalışmalarının etkin bir şekilde yapılamamasıdır. Sensör'ün fabrikasyon aşamasında kullanılacak cihazların bazıları çalışması planlanan laboratuvarda mevcut iken, bazı cihazlar bulunmamaktadır. Bu durumda; fabrikasyon, cihazların tamamının bulunduğu laboratuvarda gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

10. Proje Ekibi

Takım Lideri: Hilal Sultan DURANOĞLU TUNÇ

Hilal Sultan DURANOĞLU TUNÇ, Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği lisans ve Atatürk Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Elektronik anabilim dalı yüksek lisans mezunudur. Yüksek lisans tez çalışmasında; EEG, EKG gibi biyolojik sinyallerin işlenmesi alanında çalışmalar yapmıştır. Gaziantep Üniversitesi Elektrik Elektronik

Mühendisliği bölümünde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Ayrıca, Gaziantep Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Elektronik anabilim dalında, Kuantum Nokta Lazer alanında 2. yüksek lisans eğitimine devam etmektedir. Projedeki görevleri: sensör ile elde edilen biyolojik sinyalleri işlenmesi, yapay zekâ uygulamalarının yapılması, verisetinin gürültüden temizlenmesi.

Erkan CENGİZ, Fırat Üniversitesi Elektronik Öğretmenliği, Siirt Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği lisans ve Atatürk Üniversitesi Nanobilim ve Nano Mühendislik Bölümü Naoelektronik anabilim dalı yüksek lisans mezunudur. Yüksek lisans tez çalışmasında, Memristör alanında çalışmalar yapmıştır. Şırnak Üniversitesi Şırnak Meslek Yüksekokulu Elektrik programında Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Gaziantep Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Elektronik anabilim dalında doktora eğitimine devam etmektedir. Projedeki Görevi: sensör fabrikasyonunun gerçekleştirilmesi, fabrikasyon sonrası biyolojik sinyallerin elde edilmesi.

11. Kaynaklar

1. **‘Sensitive, High-Starin, High-Rate Bodily Motion Sensor Based on Graphene-Rubber Composite’** Conor S. Boland, Umar Khan, Claudia Backes, Arlene O’Neill, Joe Mc Cauley, Shane Duane, Ravi Shanker, Yang Liu, Izabela Jurewicz, Alan B. Dalton, and Jonathan N. Coleman
2. **‘High-Concentration Solvent Exfoliation of Graphene’** Umar Khan, Arlene O’Neill, Sukata De, and Jonathan N. Coleman
3. **‘Diffusion and transport of aromatic hydrocarbons through naturel rubber’** G. Unnikrishnan and Sabu Thomas
4. **‘Stretchable, Skin-Mountable, and Wearable Strain Sensors and Their Potential Applications: A Review’** Morteza Amjadi, Ki-Uk Kyung, Inkyu Park, and Metin Sitti
5. **‘High yield production of garphene by liquid phase exfoliation of garphene’** Yenny Hernandez, Valeria Nicolosi, Mustafa Lotya, Fiona M Blighe, Zhenyu Sun, Sukata De, IT McGovern, Brendan Holland, Michelle Byrne, Yurii Gun’Ko, John Boland, Peter Boland, Peter Niraj, Georg Duesberg, Satheesh Krishnamurti, Robbie Goodhue, John Hutchison, Vittorio Scardaci, Andrea C. Ferrari, and Jonathan N Coleman
6. **‘Stretchable and highly sensitive garphene-on-polymer strain sensors’** Xiao Li, Rujin Zhang, Wenjian, Yu, Kunlin Wang, Jinguan Wei, Dehai Wu, Anyuan Cao, Zhihong Li, Yao Cheng, Quanshui Zheng, Radney S. Ruoff & Hongwei Zhu
7. **‘Engineering of Carbon Nanotube/Polydimethylsiloxane Nanocomposites with Enhanced Sensitivity for Wearable Motion Sensors’** Qi Li, Jin Li, Danhquang Tran,

Chengqiang Luo, Yang Gao, Cunjiang Yub and Fuzhen Xuan

8. **'Effects of Graded Porous Structure on Local Strain Distribution under Compression in Silicone Rubber'** Kejiro Yoshimura, 1 Kazunori Nakano, Takeshi Nishiwaki, Yuki Iwama, Masanobu Murata

9. **'Mechanics of buckled carbon nanotubes on elastomeric substrates'** J. Xiao, H. Jiang, D.-Y. Khang, J. Wu, Y. Huang, and J. A. Rogers

10. **'Automatic sleep stage classification based on EEG signals by using neural networks and wavelet packet coefficients'** F. Ebrahimi, E. Estrada, M. Mikaeili and H. Nazeran.

