

TEKNOFEST

İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

PROJE KATEGORİSİ: Sağlık ve İlk Yardım

PROJE ADI: Fiber Optik Lazer Benekleme Sisteminin Geliştirilmesi ve Nefes Ölçümü

TAKIM ADI: Lazerion

TAKIM ID: T3-12833-151

TAKIM SEVİYESİ: Lise

DANIŞMAN ADI: Sinan Günaydın

OKUL: İzmir Özel Çakabey Lisesi

İçindekiler

1. Proje Özeti	2
2. Problem	2
3. Çözüm.....	3
4. Yöntem	4
4.1. Korelasyon	4
4.2. Kontrast	5
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	5
6. Uygulanabilirlik.....	6
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	6
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar).....	6
9. Riskler	6
10. Proje Ekibi	6
11. Kaynakça.....	7

1. Proje Özeti

Solunum canlıların hayati fonksiyonlarını yerine getirmek için gerekli enerjiyi sağlayan mekanizmadır. Solunumun egzersiz yapanlarda, dinlenme anında zorlu nefes alıp verenlerde ve yoğun bakım hastalarında ölçülmesi çok önemlidir. Lazer benekleme ile oluşan desen ışığın geldiği yola ve bu yoldaki değişimlere oldukça hassastır.

Projemizde lazer benekleme yöntemi ve fiber optik malzeme ile temassız bir şekilde nefes ölçümü yapılması amaçlanmıştır. Nefesin yaptığı basıncın fiber optik kabloyu ve geçen ışığı bükmesi sonunda benek desenindeki değişim hesaplanmıştır. Deneyimizde webcam, lazer diyot, tek modlu fiber kullanılmıştır. Fiber optik kablodan lazer ışını geçirilerek webcam ile oluşan benek deseni bilgisayara aktarılmıştır. Nefes alıp verilirken solunum gazlarının fiber optik kabloya yaptığı basıncın fiberi bükmesi ve fiber optik özelliğini değiştirmesiyle oluşan benek desenindeki değişimler yorumlanmıştır. Benek desenindeki değişimler kontrast, korelasyon ve art arda korelasyon yöntemleriyle hesaplanmıştır. Tasarlanan düzenek kontrollü deney yapmak için bir hastanenin yoğun bakım ünitesindeki ventilatör cihazındaki nefes alış ve verişe benzer hava akımlarında test edilmiş ve proje grubundan bir arkadaşımızın nefes alış ve veriş sırasında oluşan benek değişimi kaydedilmiştir. Frekans, inspirasyon süresi ve tidal hacim parametrelerinin ölçülebileceği görülmüştür. Ayrıca fiberin farklı noktalarında oluşan basıncın farklı benek desenleri oluşturduğu gözlemine dayanarak, fibere temas edilen bölgenin algılanması sağlanmıştır.

Kolay temin edilebilecek malzemelerden oluşan, kurulumu kolay sistemin maliyeti 65,18 TL olarak hesaplanmıştır. Düzenegimizin duyarlılığı hastanelerin yoğun bakım ünitelerindeki hastaların nefes alıp vermelerindeki düzensizlikle ilgili bilgi verirken, erken müdahale fırsatı da sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Lazer Benekleme, Solunum, Fiber Optik

2. Problem

Solunum hastalıklarının çoğunun çevresel etmenlere bağlı olmasından dolayı diğer sistem hastalıklarına göre daha fazla önlenemez. Ülkemizde akciğer hastalıkları çok yaygındır. Her yıl binlerce hasta yoğun bakım ünitelerinde solunum cihazlarına bağlı hayat mücadelesi vermektedir.

Problem 1: Yoğun bakım ünitelerinde, solunum cihazına bağlı hastalarda solunum organlarına temas ederek nefes ölçümleri yapılmaktadır.

Biz bu sorunu göz önüne alarak solunum organlarına temas etmeden ölçüm alınabilen bir erken uyarı sistemi geliştirmek istedik.

Ayrıca düzeneğimizin hassasiyeti ile komadaki insanların düşük seviyedeki solunumları algılanabilecek ve bu hastaların yaşamsal fonksiyonları hakkında bilgi elde edilebilecektir. Literatür taramalarında son 10 yılda lazer benekleme üzerine çalışmaların ve bu alanda çıkarılan makalelerin giderek arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, yapılan düzeneğin ne kadar popüler ve yenilikçi bir konuya değindiğini göstermektedir.

Problem 2: Lazer benekleme yöntemi kullanarak başladığımız projemizi, farklı yüzeylerdeki pürüzlülüğü, sütteki bozulmanın ve bitkilerin yaprak damarlarındaki sıvı akışının gözlenmesi gibi uygulamaların geliştirilmesi.

Pürüzlü bir yüzey lazer ışığı ile aydınlatılırsa, kullanılan ışığın dalga boyuna bağlı ve yüzeyin homojen olmayan yapısına göre değişen rastgele bir görüntü elde edilir. İşte bu görüntüye, beneklenme ile oluşturulan lazer benek görüntüsü adı verilir (Aydın, 2016).

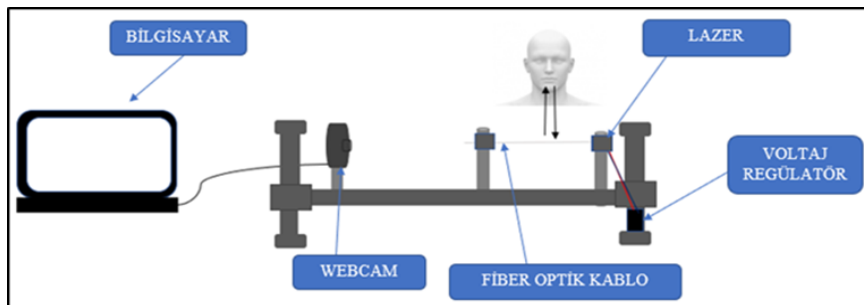
Çalışmamızda lazerden çıkan ışık bir fibere lens kullanılarak yönlendirilmiş ve fiber kusurlarından dolayı oluşan lazer benek desenleri kamera ile bilgisayara aktarılarak incelenmiştir. Bu sayede fiber üzerinde temas ve benzeri dış etkiler ile oluşacak değişimlerle lazer ışığında faz farkı, lazer benek deseninde de değişimler görülmüş, benek desenindeki değişimler analiz edilerek desen değişimini oluşturan faktörlerin etkilerinin ölçülebileceği gözlemlenmiştir. Yaptığımız deneylerde sistemin nefes alışverişi gibi değişimlere hassas olduğunu gördük. Bu çıkarımla etrafımızda pek çok solunum rahatsızlığı olan birey olduğunu düşünerek bu konu üzerinde çalışmaya karar verdik.

Problem 3: Çalışmamızda ölçümlerimizin alınması ve analizi.

Fiber optik kablodan çıkan ışık fiberden çıkışta mikro yapısı nedeniyle dağınık. Işıklar farklı yollar izler ve kameraya farklı fazlarda ışık ışınları gelir. Dalganın oluşturduğu girişim deseni kamera pikselleri üzerine düşmekte ve okunan şiddete etki etmektedir (Başgümüş, 2013). Çevremizdeki solunum hastalıklarını gözlemledik ve bu konuda araştırma yaptık. Araştırmalarımız sonucunda ölçümlerimizin analizi için matlab programında kod yazdık ve sonra insan üzerinde aldığımız ölçümlerin analizini yaptık.

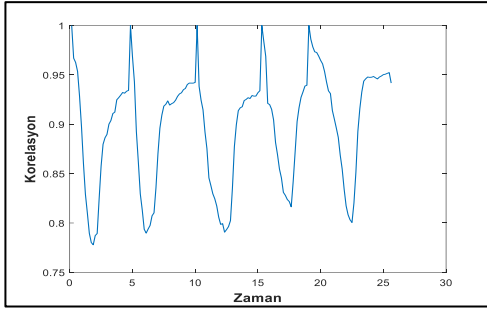
3. Çözüm

Fiber optik kabloya nefes uyguladığı basıncın fiber optik kablodan geçen ışığı bükmesiyle benek desenindeki değişiklikleri korelasyon ve kontrast yöntemleriyle hesapladık. Nefes ölçümü deneyleri için bir hastanenin yoğun bakım ünitesinde bulunan ventilatörü kullanarak aldığımız ölçümlerde frekans, inspirasyon süresi ve tidal hacim değerleri ölçtük. Deneylerimizde ölçülen bir değişken dışındaki tüm değerler sabit tutularak kontrollü deneyler yaptık. Ardından kontrollü deneylerimizden aldığımız sonuçlardan yola çıkarak insan nefesine ait değerleri ölçtük.



Deney Düzeneğimiz ve Kullandığımız Malzemeler

İnsanda nefesin ölçümünü gerçekleştirmek ve sistemimizi denemek amacıyla proje ekibinden bir öğrencinin fibere yaklaşık 5 cm uzaklıktan normal nefes alıp verisi gözlemlendi. Alınan sonuçlar Şekil’de verilmiştir.



Korelasyon zaman grafiğimiz.

Alınan ilk resimle, karşılaştırmanın yapıldığı korelasyon grafiğinde en başarılı sonucun elde edildiği ve çekilen video kaydı ile bu sonuçların uyumlu olduğu görüldü. Bu grafikten yola çıkarak frekansın 11,5 (1/dk), her bir nefesin inspirasyon süresinin (I) 28,3dk ve ekspirasyon süresinin (E) 31,7dk olduğu hesaplandı, bu değerler ile I/E oranı 0,89 bulundu.

4. Yöntem

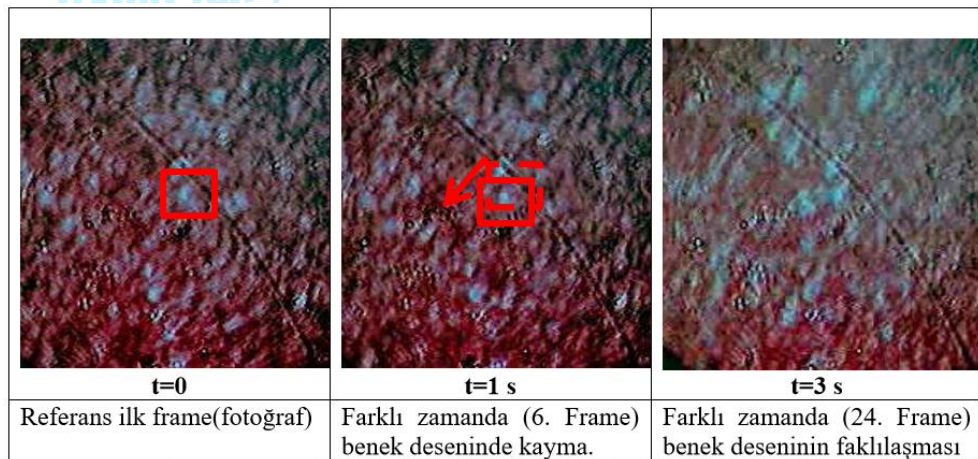
Matlab, Mathworks şirketi tarafından geliştirilen matris tabanlı bir programlama platformudur. Matlab; algoritma geliştirmede, veri analizinde, uygulama ve model oluşturmada ayrıca parabol, polinomlar, sinüs ve kosinüs dalgalarının matematik fonksiyonlarının 2D ve 3D grafiklerinin çıkarılmasında kullanılmaktadır. (Ensari ve Özpolat, 2002; Özel, 2018).

4.1. Korelasyon

Korelasyon yöntemi 1970’li yıllardan beri görüntü işleme iki görüntü arasındaki farkları belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem oldukça basit bir şekilde uygulanabilir (Keating ve ark., 1975).

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}}$$

Formülde r’nin 2 boyutta bir fotoğrafın korelasyonunun nasıl hesaplanacağı gösterilmiştir. İlk benek fotoğrafına A denilirse, bu resmin her bir pikseldeki değerini A_{mn} göstermektedir. B ise karşılaştırma yapılacak ikinci fotoğraftır ve pikselleri B_{mn} ile gösterilebilir. Bu resimlerdeki piksel değerleri 2 boyutlu matrisler ile ifade edilmektedir. \bar{A} ve \bar{B} ise A ve B matrislerinin piksel değerlerinin ortalamasını göstermektedir. Formül iki fotoğrafta bulunan her bir pikseli iki fotoğraf da alarak ortalama değerlerinden çıkarmakta ve bu değerleri payda çarpmakta, paydada ise kareleriyle çarptıktan sonra kök değerini hesaplamaktadır. Paydada yapılan işlem en büyük olabilecek r değerini 1 yapmak içindir. Payda yapılan işlemde ise her iki fotoğraf piksellerindeki değerler birbirine yakın veya aynı ise daha büyük bir değer oluşacaktır (Keating ve ark., 1975).



Korelasyon yönteminin uygulandığı benek desenlerinde beneklerin kayması ve değişimi.

4.2. Kontrast

Bu yöntem lazer beneklenme, zıtlık tabanlı spektroskopi ve analiz yöntemleri (LBZA), uygulama kolaylıkları, hızlı uyarlanmaları, kısmen düşük maliyet ve girişimsel olmamaları nedeniyle analiz için önemlidir. Beneklenme olayı tek renkli ışığın, pürüzlü bir yüzeyden saçılması veya saçıcı parçacıkların akışı nedeniyle oluşan rastgele parlaklık örüntüsüdür. Burada farklı saçılmalara maruz kalmış fotonların dedektör veya kamerada oluşturdukları beneklenme örüntülerinin parlaklığı, saçılan dalgaların farklı faz ve genliklerinin üst üste bilinmesiyle belirlenip, değerlendirilirken zıtlık parametreleri kullanılır.

$$K = \frac{\delta_s}{\langle I \rangle}$$

Formüldeki δ_s ve $\langle I \rangle$ sembolleri piksel parlaklıklarının standart sapma ve ortalamayı ifade eder. Beneklenme zıtlık iyileştirmesi, uzamsal veya zamansal anlamda uygulanabilmektedir. Gözlenebilen beneklenme zıtlığı, kameranın pozlama süresinin (T) fonksiyonudur ve tek bir benekteki parlaklık dalgalanmalarının özilişki fonksiyonuyla bağlantılıdır. Beneklenme analizinde doğru sonuçlar için, kameranın piksel boyutu ile beneklenmelerin boyutunun oranı önemli olup Nyquist kriteri olarak ifade edilir (Dunn ve ark., 2001).

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

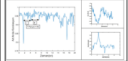
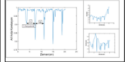
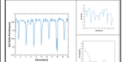

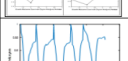
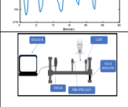
Yapılan çalışmada solunum organlarına temas etmeden nefes ölçümü yapıldı. Fiber optik kabloya nefes uyguladığı basıncın fiber optik kablodan geçen ışığı bükmesiyle benek desenindeki değişiklikler korelasyon ve kontrast yöntemleriyle hesaplanmıştır. Fikir ve tasarım olarak yenilik getirmeye çalıştığımız sistemimizden elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılarak verilmiştir.

Fujiwara ve ark. (2012), deneylerinde lazer benekleme yöntemi ile fiber optik kabloyu birleştirmişler ve sistemlerini suyun ve etanolün viskozite ve kütesini ölçmek için kullanmışlardır. Düzeneklerinin temeli sıvıların içine koydukları dönüştürücüden çıkan titreşimlerin benek deseninde yaptığı değişimin algılanmasına dayanır.

Eren, 2009'da yüzey pürüzlülüğü üzerine yaptığı çalışmalarda kontrast ve korelasyon yöntemlerini kullanmıştır. Korelasyonun benek desenindeki kaymayı daha düzgün bir şekilde ölçebileceğini, kontrast yönteminin ise değişen benek desenlerine uygulandığında daha iyi sonuçlar verdiğinden bahsetmiştir.

Boas ve ark., (2010) çalışmalarında lazer benekleme yönteminin nöroloji, dermatoloji ve oftalmoloji gibi biyomedikal alanlarda kullanıldığını bahsetmiştir. Retinadaki ve beyindeki damarlarda kan akışının takip edilmesinde ve cildin ve altındaki bölgelerin fonksiyonunun ve yapısının gözlemlenmesinde kullanılmıştır.

Nefes ölçümü deneyleri için bir hastanenin yoğun bakım ünitesinde bulunan ventilatörü kullanarak aldığımız ölçümlerde frekans, inspirasyon süresi ve tidal hacim değerleri ölçüldü. Deneylerde ölçülen bir değişken dışındaki tüm değerler sabit tutularak kontrollü deney yapıldı.

	Tasarlanan sistem ile dakikada 6-12 arasında frekans değerleri maksimum %4,49 hata payı ile belirlenebilmektedir.
	Tasarlanan sistem ile inspirasyon süresi maksimum %2,59 hata payı ile belirlenebilmektedir.
	Tasarlanan tidal volüm 300-700 mL arasındaki değerleri maksimum %1,65 hata payı ile belirlenebilmektedir.
	Tasarlanan sistem ile bir cismin elastik malzeme üzerinde nereye konduğu belirlenebilmektedir.
	Keskin geçişlerde art arda korelasyon yöntemi daha iyi sonuç verirken, yumuşak geçişlerde korelasyon yöntemi daha iyi sonuç vermektedir.
	Hassasiyet seviyesi nefes alışverişindeki değişimleri algılayabilecek seviyede taşınabilir, ucuz, biyomedikal, endüstriyel, eğitimsel alanlarda kolaylıkla kullanılacak bir sensör sistemi geliştirilmiştir.

Özet sonuçlarımız.

6. Uygulanabilirlik

Projemiz bazı eklemeler ile ticari bir ürüne dönüştürülebilir. İlerleyen çalışmalarda düzeneğin daha hafif hale getirilmesi ve maliyetinin düşürülmesi planlanmakta, inspirasyon basıncı ve PEEP değerini ölçülebileceği öngörülmektedir. Ayrıca düzeneğimizin hassasiyeti ile komadaki insanların düşük seviyedeki solunumları algılanabilecek ve bu hastaların yaşamsal fonksiyonları hakkında bilgi elde edilebilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

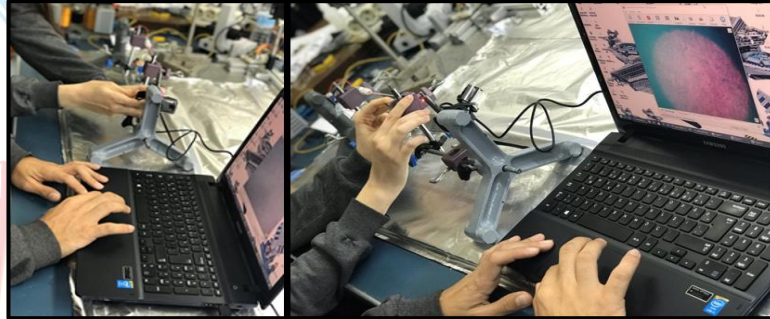
İşin Tanımı	AYLAR									
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak
Literatür Taraması			X	X	X	X	X	X	X	
Veri Toplanması				X	X	X	X	X	X	
Laboratuvar Çalışması			X	X	X	X	X	X	X	
Proje Raporu Yazımı							X	X	X	X

Sıra No	Malzeme Adı	Birim Fiyatı ₺
1	Lazer Diyot	18,35₺
2	Tek Modlu Fiber Optik	4,75₺
3	Webcam Sonia SN-358	25,28₺
4	Duracell Alkin 9 Volt Pil	12,51₺
5	Voltaj Regülatörü	4,29₺
Toplam Maliyeti		65,18₺

Deneylerde; Lazer diyot, 1,76 mm çapında tek modlu fiber optik kablo, Sonia SN-358 webcam, Duracell Alkin 9 Volt pil ve voltaj regülatörü kullanılmıştır. Diğer malzemelerimiz okulumuzun laboratuvarından temin edilmiştir.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Projemizin hedef kitle si solunum rahatsızlıkları geçiren ve komadaki hastalardır. Solunum rahatsızlıkları yaşayan kişilere ait nefes değerlerinin ölçülerek tanı koyarken ve rahatsızlığı sahip olduğu belirlenen kişilerin takibinde kullanılabileceği ayrıca komadaki hastaların nefeslerinden yola çıkarak hayati fonksiyonları hakkında bilgi elde edilebileceği düşünülmektedir.



Deney çalışmalarımız

9. Riskler

Kurulan düzenek dış etmenlere ait gürültüleri algılayarak ölçüm sonuçlarında değişikliklere yol açabilmektedir bu sebeple düzeneğin etrafı kapatılarak izole edilmelidir.

10. Proje Ekibi



Fiber Optik Lazer Benekleme Sisteminin Geliştirilmesi ve Nefes Ölçümü

Takım Lideri: Zeynep Alpay

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Ege Başşişirici	Takım üyesi	İzmir Özel Çakabey Lisesi	Literatür taraması ve deney ölçümleri
Zeynep Alpay	Takım üyesi	İzmir Özel Çakabey Lisesi	Literatür taraması ve deney ölçümleri

11. Kaynakça

1. Aydın, R., (2016). Lazer ve Temel Uygulamaları/Kitap/Sayfa:123. Erişim Tarihi: 10.08.2019. Ankara ODTÜ Yayıncılık.
2. Başgümüş, A., (2013). Fresnel Yansıma Tabanlı Fiber Optik Refraktometre. Çevrimiçi yayın Sayı:32, ISSN – 1302 – 3055 Erişim Adresi:<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/439008>
3. Boas, D, A., Dunn, A, K., (2010) Laser speckle contrast imaging in biomedical optics Journal of Biomedical Optics, 15(1), 011109.Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE). Erişim Adresi: <https://www.spiedigitallibrary.org/journals/Journal-of-Biomedical-Optics/volume-15/issue-1/011109/Laser-speckle-contrast-imaging-in-biomedical-optics/10.1117/1.3285504.full?SSO=1>
4. Dunn, A, K., Bolay, H., Moskowitz, M, A. ve Boas, D, A., (2001). Dynamic Imaging of Cerebral Blood Flow Using Laser Speckle. J.Cereb Blood Flow Metab, Vol.21, No.3, 2001/ABD. Erişim Adresi: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1097/00004647-200103000-00002>
5. Ensari, T. ve Özpolat, K., (2002), Matlab Kullanım Kılavuzu. İstanbul Üniversitesi/Bilgisayar Mühendisliği Bölümü/2002-2003 Güz Yarıyılı. Erişim Adresi: <https://web.itu.edu.tr/kents/matlab.pdf>
6. Eren, B., (2009). Lazer Benek Kontrast ve Korelasyon Yöntemleriyle Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümünün İyileştirilmesi.Ulusal Tez Merkezi. 64-65-66. Erişim Adresi:<https://www.ulusaltezmerkezi.net/lazer-benek-kontrast-ve-korelasyon-yontemleriyle-yuzey-puruzlulugu-olcumu-iyilestirilmesi/64/>
7. Fujiwara, E., Wu, Y, T., Suzuki, C, K., (2012). Vibration-based specklegram fiber sensor for measurement of properties of liquid. Optics and Lasers in Engineering 50 (2012)1726-1730.Makale/Brezilya. Erişim Adresi: http://www.fem.unicamp.br/~liqcqits/publications/paper_files/OptLasEng2012v50-12p1726-1730_Fujiwara.pdf
8. Keating, T. J., Wolf, P. R., Scarpace, F. L. (1975). “An Improved Method of Digital Image Correlation, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing”. Finlandiya/SF-02150 ESPOO 15. Erişim Adresi: https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1975journal/aug/1975_aug_993-1002.pdf
9. Ozansoy, A., (2008). Girişim. Çevrimiçi yayın. Ankara Üniversitesi/Fizik Bölümü. Erişim Tarihi: 10.10.2019. Erişim Adresi: <https://studylibtr.com/doc/1091578/giri%C5%9Fim-vek%C4%B1r%C4%B1n%C4%B1m>
10. Özel, H., (2018). MATLAB Nedir? Çevrimiçi Yayın. Erişim Adresi: <https://medium.com/@halilozel1903/matlab-nedir-91a904a74f45>