

**TEKNOFEST**  
**HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ**  
**FESTİVALİ**

**İNSANLIK YARARINA TEKNOLOJİ YARIŞMASI**  
**PROJE DETAY RAPORU**

**PROJE KATEGORİSİ:** Sağlık ve İlk Yardım

**PROJE ADI:** Hiperspektral Görüntüleme Tekniği İle Çalışan  
Portatif Damar Görüntüleme Cihazı

**TAKIM ADI:** Veinus

**TAKIM ID:** T3-27967-152

**TAKIM SEVİYESİ:** Üniversite-Mezun

**DANIŞMAN ADI:** Doç. Dr. Haydar ÖZKAN

## İçindekiler

İçindekiler.....	2
Proje Özeti(Proje Tanımı).....	3
Problem/Sorun.....	3
Çözüm.....	3
Yöntem .....	5
Yenilikçi(İnovatif) Yön.....	7
Uygulanabilirlik.....	7
Tahmini Maliyet ve Zaman Planlaması.....	7
Proje Fikrinin Hedef Kitlesi(Kullanıcılar).....	8
Riskler.....	8
Proje Ekibi.....	9
Kaynaklar.....	10



**TEKNOFEST**  
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

## 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Bu belgede hiperspektral görüntüleme tekniği ile çalışan portatif damar görüntüleme cihazı adlı projeye dair ayrıntılı bilgiye yer verilmiştir. Cihazda kızılötesi ışınlar ile görüntüleme yapan Raspberry Pi mikroişlemci tabanlı görüntüleme sistemi kullanılmıştır. Damar görüntülerinin elde edilmesinde; alyuvarlarda taşınan hemoglobin proteininin, yüzeye yansıtılacak yakın kızılötesi ışığı çevresindeki doku ve yapılardan daha fazla soğurması prensibinden faydalanılmıştır. Hiperspektral görüntüleme tekniği; 850nm, 890nm ve 940nm olan üç farklı dalga boyu kızılötesi ışık kaynağı kullanılarak uygulanmıştır. Kızılötesi ışığın gönderildiği bölgeden geri yansıyan ışınların 850nm-1000nm bant geçiren kızılötesi filtresinden geçerek Raspberry Pi kızılötesi kamerasına ulaşmasıyla görüntü elde edilmiştir. Farklı dalga boylarından elde edilen RGB görüntüler kanallarına ayrıştırılarak belirlenmiş bir kanallarının bir görüntü üzerinde toplanması ile saniyede 16 kareden oluşan gerçek zamanlı bir görüntü elde edilmiştir. Bu görüntü Raspberry Pi OpenCV(Python) açık kaynak kütüphanesi kullanılarak elde edilen RGB görüntüye gri seviye dönüşümü, medyan filtreleme, histogram eşitleme ve bilateral filtreleme işlemleri uygulanmıştır. Böylelikle damarlar daha belirgin hale getirilmiştir. Ayrıca elde edilen görüntüler üzerinde Pseudo Color işlemi uygulanarak damarları renklendirme gerçekleştirilmiştir.

## 2. Problem/Sorun:

Birçok hastalığın teşhis ya da tedavisinde öncelikli olarak damar yolu açılarak hastaya müdahalede bulunulur. Geleneksel metotlar(lateks turnike, damar tokatlama vb.) kullanılarak şok durumunda, hipotansiyon hastalarında, travmalarda, yanık durumlarında, bebeklerde, yaşlılarda ve obezlerde damar yolu açılacak damarların tespit edilmesi aşamasında sağlık personeli türlü zorluklar yaşayabilmektedir. Bu zorluklar beraberinde damarın hasar görmesine, hasta memnuniyetindeki düşüşe ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Hasta memnuniyetini ve bununla birlikte sağlık personelinin performansındaki verimliliği artırabilmek amacıyla taşınabilir damar görüntüleme cihazı tasarlanmıştır.

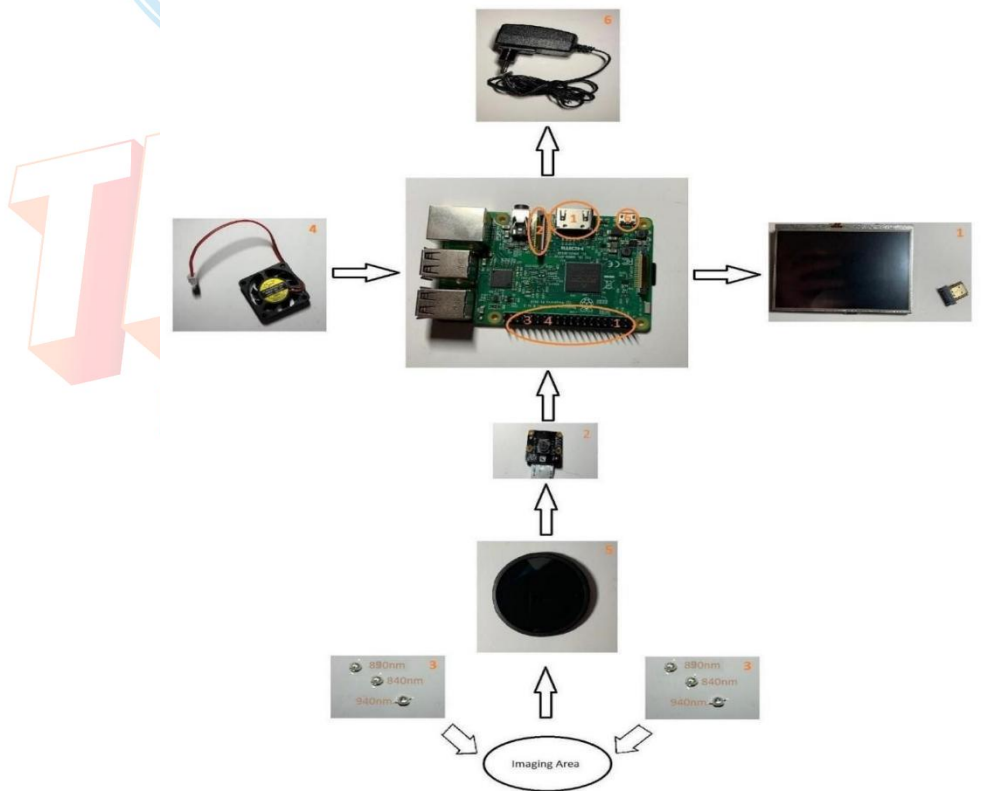
## 3. Çözüm

Hasta memnuniyetini ve bununla birlikte sağlık personelinin performansındaki verimliliği artırabilmek amacıyla yerli ve milli hiperspektral görüntüleme tekniği ile çalışan taşınabilir damar görüntüleme cihazı tasarlanmıştır. Yerli damar görüntüleme cihazımızın bulunmaması ve var olanların ithal olarak elde edilmesinin döviz kaybına yol açması ülke ekonomisine yük bindirmektedir. Ayrıca cihazların yüksek maliyetli oluşu, tüm hastaneler tarafından ulaşabilir olması açısından engel teşkil etmektedir. Yerli ve milli üretim sayesinde bu sorunların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Hiperspektral görüntüleme tekniği ile çalışan cihaz ile kullanıcı gözle ayırt edilemeyen damarları cihaz üzerinde görebilmektedir. Şekil 1'de geliştirilen prototiple gerçekleştirilmiş deneme görüntüsünde de açıkça görüleceği gibi çıplak gözle damar yeri belli olmayan el üstüne monitörden bakılınca damar yerleri açıkça görülebilmektedir. Cihazın portatif olması ile kullanıcıya kullanım kolaylığı sağlanmıştır.. Cihazın donanım parçaları ve Raspberry Pi mikrobilgisayarı üzerindeki bağlantı noktaları Şekil 2'deki gibidir. Cihazda; Raspberry Pi 3 Model B mikrobilgisayarı, 5" rezistif dokunmatik LCD ekran, Raspberry Pi NoIR V2 kamera modülü, 850nm-1000nm bant geçiren kızılötesi filtre, 850-890-940 nm dalgaboylarında LEDler kullanılmıştır. Görüntü işleme aşamaları ve cihazın çalıştırılması Raspberry Pi mikrobilgisayarı tarafından

gerçekleştirilmektedir. Elde edilen verilerin gösterimi ve cihazın kontrolü dokunmatik LCD ekran ile sağlanmaktadır. Kızılötesi LED'ler kullanılarak aydınlatılan bölgeden yansıyan ışınlar kızılötesi bant geçiren filtresinden geçerek Raspberry pi NoIR kamerasına ulaşır ve görüntü alımı gerçekleştirilir.



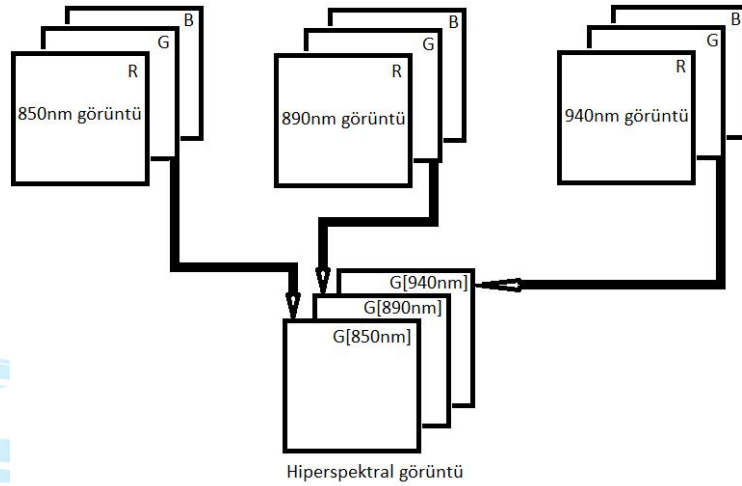
Şekil 1- Tamamlanmış prototipin deneme görüntüsü.



Şekil 2- Donanım bileşenleri ve bağlantı şeması

#### 4. Yöntem

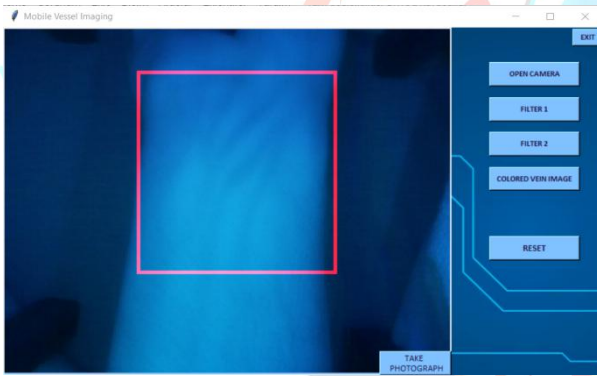
Proje başlangıcında ilk olarak Raspberry Pi mikrobilgisayarına Linux tabanlı Raspbian işletim sistemi, python programlama derleyicisi ve bir görüntü işleme kütüphanesi olan OpenCV kurulmuştur. 120 derecelik yansıtma açısına sahip LED'ler, tam bir daire alanı aydınlatması sağlamak için eşit aralıklarla konumlandırılmıştır. Sırayla yanan LED'ler bir saniye içerisinde 48 defa yanar. Her bir LED'den saniyede 16 görüntü alınır. Şekil 3'de görüldüğü gibi her bir üç LED'den alınan RGB formatındaki görüntülerden, G (yeşil) kanalındaki görüntüler birleştirilerek, 3 frameden oluşmuş yeni hiperspektral görüntüler elde edilmiştir.



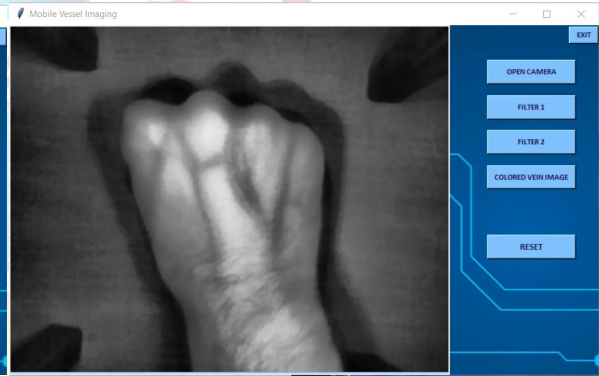
**Şekil 3-** Damar görüntüleme için hiperspektral görüntü oluşturma akış diyagramı-

Böylece, hiperspektral görüntüleme yöntemine dayanarak, cihazda gerçek zamanlı vasküler görüntüler elde edilmiştir. Gerekli donanımın hazırlanması ve görüntülerin elde edilebilmesinden sonra görüntü işleme adımları, Python dilinde Pycharm programı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Görüntüyü iyileştirmek için uygulanan işlemler, Filtre 1, Filtre 2 olmak üzere iki başlık altında gerçekleştirilmiştir. Filtre 1 işleminde nesneden elde edilen RGB uint8 tipi görüntü okunup, gri seviyeye dönüştürülmüştür. Görüntünün her bölgesinde yerel kontrastı ve kenar tanımını iyileştirmek için görüntüye histogram eşitlemesi yapılmıştır. Ardından görüntüdeki gürültüleri gidermek, görüntüleri yumuşatmak ve bulanıklaştırmak için filtreler uygulanmıştır. Böylece görüntü üzerindeki gürültüler azaltılarak görüntü bulanıklaştırılmıştır. Sonrasında bilateral fonksiyonu ile görüntüye kenar bilgilerini kaybetmeden bulanıklaştırma işlemi uygulanmıştır. Yukarıda bahsedilen fonksiyonların farklı kombinasyonları Filtre 2 başlığı altında uygulanmıştır. Fonksiyonlar içerisinde tanımlanan parametrelerin değiştirilmesi ile elde edilen sonuçta doğal olarak değişmektedir. Son kısımda elde edilen hiperspektral 3 kanallı görüntüde damarları renklendirerek mevcut bölgeyi vurgulamak ve ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. İlk olarak, görüntü gri düzeye dönüştürülmüştür. Ardından elde edilen görüntüden, damarların bulunduğu doku veya organın şeklini belirlemek için eşikleme uygulanarak maske oluşturulmuştur. Damarların bulunmadığı bölgenin boyama işleminden etkilenmesini önlemek için, maskenin tersi elde edilmiş ve maskenin arka planındaki piksel değerleri 1 olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra damarları daha belirgin hale getirmek için gri seviyedeki görüntüye histogram eşitleme,

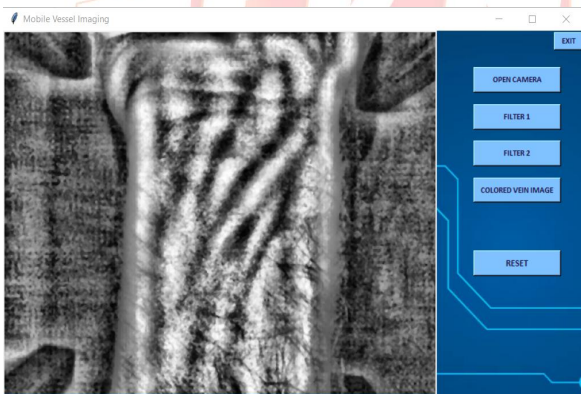
bilateral filtre, medyan filtre, dilatasyon ve erozyon işlemleri uygulanmıştır. Operasyonlar sonucunda elde ettiğimiz görüntü ve oluşturduğumuz siyah beyaz maske mantıksal OR işlemine tabi tutulmuştur. Bir döngü içinde, gri düzey görüntüde damarların görüldüğü piksellerin yerleri belirlenmiş ve RGB görüntüdeki bu piksellerin kırmızı kanallarındaki piksel yoğunluk değerleri 255, yeşil ve mavi kanallarının ise 0 olarak ayarlanmıştır. Böylece RGB görüntü üzerinde damarlar kırmızı renkte gösterilmiştir. Programlama ve arayüz tasarımı için Python 3.8 ve OpenCV 4.2 sürümleri kurulmuştur. PyCharm ortamında Python kodlaması yapmak için gerekli paket kurulumları yapılmış ve paketler kodun başında içe aktarılmıştır. Görüntü işleme adımı ve grafik kullanıcı arayüzü tasarımı için kullanılacak fonksiyonlar için cv2, tkinter, ImageTk, tkinter.filedialog, tkinter.messagebox, numpy, zaman, skimage ve RPi.GPIO kütüphaneleri PyCharm'a eklenmiştir. Arayüz üzerinde 7 adet buton bulunmaktadır. Bu butonların 4'ü kameranın açılması, filtreleme vb. işlemler için tanımlanmıştır. Diğer 3 buton ile sistemin kapatılması, yenilenmesi ve anlık fotoğraf çekimi yapılması için kullanılmıştır. Şekil 4-7 görüntü alınması ve işleme sonuçlarını göstermektedir



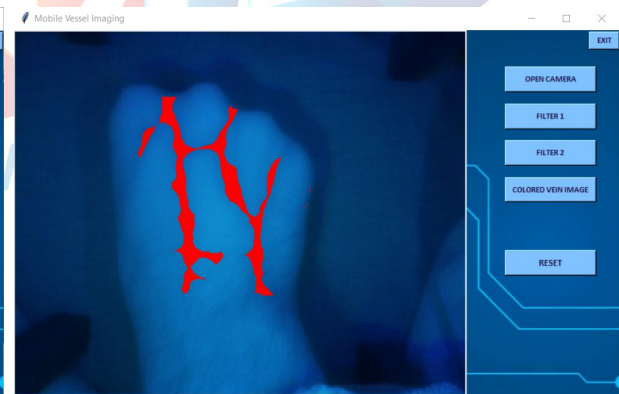
**Şekil 4-** OPEN CAMERA butonu ile alınan hiperspektral görüntü



**Şekil 5-** FILTER 1 butonu ile alınan işlenmiş görüntü



**Şekil 6-** FILTER 2 butonu ile alınan işlenmiş görüntü



**Şekil 7-** COLORED VEIN IMAGE butonu ile alınan işlenmiş görüntü

Böylece çıplak gözle yeri belli olmayan damarların monitörde daha belirgin olarak görülmesi sağlanmıştır.

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Çoğunlukla uzay ve savunma endüstrilerinde ve uzaktan algılama işlemlerinde kullanılan hiperspektral görüntüleme tekniğini, medikal alanda kullanarak görüntüleme yapmamız, cihazımızı kulvarındaki diğer cihazlardan ayırmaktadır. Hiperspektral görüntüleme yöntemi kullanılıp farklı dalga boylarında ayrıntıları yakalayarak tek dalga boyu görüntülere nazaran daha ayrıntılı ve belirgin damar görüntüleri elde edilmektedir. Aynı zamanda, cihazımızda; mevcut cihazlarda olmayan Pseudo Color işlemi sayesinde belirginleştirilmiş damarlar renklendirilerek ön plana çıkartılmıştır.

## 6. Uygulanabilirlik

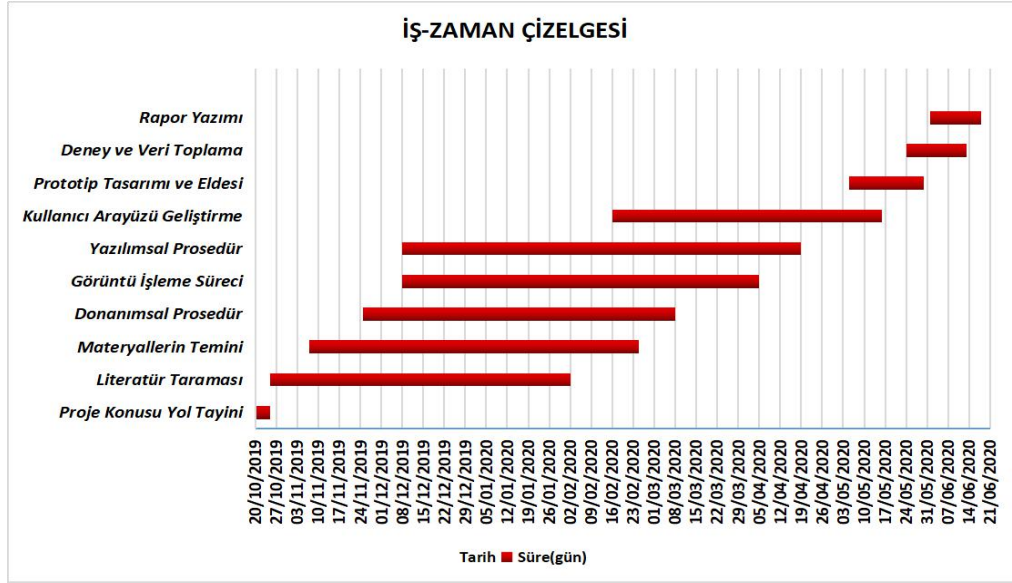
Halihazırda ticari olarak piyasada bulunan geliştirme donanımları ile kolay bir şekilde prototip haline getirilebilen bu proje, gerekli bilgi birikimine sahip mühendisler tarafından seri üretim ile uygun maliyetli şekilde hayata geçirilebilir. Fikri mülkiyeti ile ne kadar yerli ve milli olsa da kullanılan donanım parçalarında dışa bağımlı oluşumuzdan dolayı mali riskler mevcuttur. Ayrıca tedarik sürecinde yaşanabilecek problemler de risk oluşturabilir.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

MALZEME	ADET	TUTAR
Raspberry Pi 3 Model B mikrobilgisayarı	1	335,03 ₺
5" rezistif dokunmatik LCD ekran	1	270,32 ₺
Raspberry Pi NoIR V2 kamera modülü	1	227,48 ₺
850nm-1000nm bant geçiren kızılötesi filtre	1	223,03 ₺
850-890-940 nm dalgaboylarında LEDler	30	44,62 ₺ + 25,5 \$
Prototip çıktısı	1	50 ₺
	Toplam	1150,48 ₺ + 25,5 \$

**Tablo 1-** Maliyet tablosu

Cihaz için belirtilen materyaller, iş-zaman çizelgesinde gösterilen materyallerin temini ile prototip tasarımı ve eldesi sürecinde tamamlanmıştır. Cihaz tasarımı gerçekleştirilirken fiyat/performans açısından uygulanabilirliği en üst düzey olan materyallerin temini ön planda tutulmuştur. Prototip maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen seri üretimde maliyetlerinin büyük ölçüde düşebileceği öngörülmektedir. Piyasada herhangi bir yerli damar görüntüleme cihazı bulunmamasının yanında ticari ithal ürünlerin fiyatları 3500-4500₺ düzeyindedir.



**Şekil 8- İş-Zaman Çizelgesi**

### 8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Hiperspektral görüntüleme tekniği ile çalışan portatif damar görüntüleme cihazının hedef kitlesi, sağlık kuruluşlarında görev alan ve evde bakım hizmeti sunan sağlık çalışanlarıdır. Problem kısmında tanımlanan çeşitli durumlardan etkilenen hastalar da bu cihazın hedef kitlesi içerisinde yer almaktadır.

### 9. Riskler

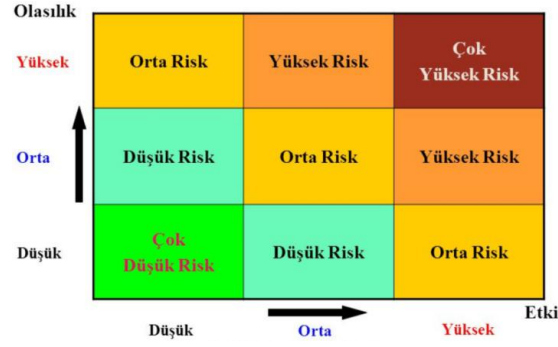
Sağlık çalışanlarının cihaza değil de kendilerine güvendiklerini ifade ederek cihazı kullanmak istememeleri olumsuzluk olabilir. Ancak cihazın kolay kullanımı ve yardımcı olma özelliğinden dolayı bu olumsuzluklar ortadan kalkacaktır. Damarın yerini ekrandan gören sağlık çalışanının, gerçek elin üzerindeki damar bölgesini tespit ederken yanılma riski olabilir. Projede önerilen sistem, sağlık çalışanının damar bulmasına yardımcı olmak için damar yerini monitörden göstermektedir. Damar yerlerini monitörden gören sağlık çalışanı iğneyi damara doğru yaklaştırdığında kendi elini ve iğneyi de damar üzerinde ekranda görecektir ancak eğer buna rağmen sağlık çalışanı, damar yerini monitörden gördüğünde alttan gerçek kol üzerinde damarı tespit ederken zorlanırsa monitörde tespit edilen damar noktaları lazerle kolun üzerinde ışıklandırılarak işaretlenecektir. Eğer farklı kişilerde damar görüntüleme sorunu yaşanırsa kullandığımız LED'lerin dalga boylarında değişikliklere gidilerek yada kullanılan LED sayısı artırılarak en optimum görüntü oluşturma platformu oluşturulacaktır. Bütçe ve zaman planlaması ile alakalı detaylı açıklamalar 7. maddedeki "Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması" başlığında gerçekleştirilmiştir.

Risk planlamasında olasılık ve etki matrisi Şekil 9'daki gibidir.

1-Sağlık çalışanının cihazdan ziyade kendine güvenmesi risk olasılık seviyesi 1, etki seviyesi 2 ve risk skoru  $1 \times 2 = 2$ .

2-Monitörden görünen damarın kol üzerindeki yerinin tespitinde zorlanma risk olasılık seviyesi 2, etki seviyesi 2 ve risk skoru  $2 \times 2 = 4$ .





**Şekil 9-** Risk planlamasında olasılık ve etki matrisi

**Olasılık Derecelendirme Basamakları:**

- 1- Düşük: Risk beklenmiyor, olma olasılığı çok zayıf.
- 2- Orta: Risk olasılığı az.
- 3- Yüksek: Risk mevcut, Acil risk yönetimi gerekir.

**Etki Derecelendirme Basamakları**

- 1- Düşük: Zararsız. Herhangibir kayıp yok.
- 2- Orta: Zarar var ancak telafisi mümkün.
- 3- Yüksek: Önemli zarar ve kayıp var.

## 10. Proje Ekibi

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Bölüm
Müberra Aydın	Takım Lideri	Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi	Biyomedikal Mühendisliği
Ümmühan Zengin	Takım Üyesi	Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi	Biyomedikal Mühendisliği
Osman Alpcan Özcan	Takım Üyesi	Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi	Biyomedikal Mühendisliği

**Tablo 2 -** Proje ekibi bilgileri

GÖREV / KİŞİ	Müberra AYDIN	Ümmühan ZENGİN	Osman Alpcan ÖZCAN
Donanım Tasarımı		✓	✓
Materyallerin Temini	✓		✓
Prototip Eldesi			✓
Görüntü Eldesi için Temel Tasarım	✓	✓	✓
Görüntü için Uygun Filtre Seçimi		✓	
Arayüz Tasarımı	✓		
Filtrelerin Uygulanması ve Pseudo Color işlemi	✓	✓	
Veri Toplama ve Raporlama	✓	✓	✓

**Tablo 3-** Proje ekibi görev dağılımı

## 11. Kaynaklar

- [1] International Journal of Biomedical and Clinical Engineering, S. N. Sravani, Sumbul Zahra Naqvi, N. Sriraam, Manam Mansoor, Imran Badshah, Mohammed Saleem, G. Kumaravelu, Portable Subcutaneous Vein Imaging System, July-December 2013.
- [2] Juric, S., Flis, V., Debevc, M., Holzinger, A., & Zalik, B. (2014). Towards a low-cost mobile subcutaneous vein detection solution using near-infrared spectroscopy. *The Scientific World Journal*, 2014.
- [3] MacKenzie, L. E. (2016). In vivo microvascular oximetry using multispectral imaging (Doctoral dissertation, University of Glasgow).
- [4] Mansoor, M., Sravani, S. N., Naqvi, S. Z., Badshah, I., & Saleem, M. (2013, February). Real-time low cost infrared vein imaging system. In 2013 International Conference on Signal Processing, Image Processing & Pattern Recognition (pp. 117-121). IEEE.
- [5] Gayathri, S., Nigel, K. G. J., & Prabakar, S. (2013). Low cost hand vein authentication system on embedded linux platform. *Int J Innovative Technol Exploring Eng*, 2(4), 138-141.
- [6] International Journal of Recent Trends in Engineering & Research, Manjiree S. Waikar, Dr. S. R. Gengaje, Infrared Vein Detection For Person Identification, Haziran 2017, pp. 305-310
- [7] Yildiz, M. Z., Boyraz, O. F., Guleryuz, E., Akgul, A., & Hussain, I. (2019). A Novel Encryption Method for Dorsal Hand Vein Images on a Microcomputer. *IEEE Access*, 7, 60850-60867.
- [8] Gnee, N. S. (2009, December). A study of hand vein, neck vein and arm vein extraction for authentication. In 2009 7th International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS) (pp. 1-4). IEEE.
- [9] Hiperspektral Görüntüleme ve Görüntü İşlemenin Bugünü, Yakın Geleceği Ve Mevcut Araştırma Eğilimleri, Deniz Gerçek, Kocaeli Üniversitesi, March 2013.