

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANARAK  
SPERM SAYISI VE HAREKETLİLİĞİNİN ANALİZİ**

**Hazırlayan  
Şule BAŞARSLAN**

**Danışman  
Doç. Dr. Semra İÇER**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2018  
KAYSERİ**

**T.C.  
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANARAK  
SPERM SAYISI VE HAREKETLİLİĞİNİN ANALİZİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Şule BAŞARSLAN**

**Danışman  
Doç. Dr. Semra İÇER**

**Bu çalışma, TeknoGirişim Sanayi Desteği 0124.TGSD.2015-2 kodlu proje ile  
desteklenmiştir.**

**Eylül 2018  
KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Şule BAŞARSLAN



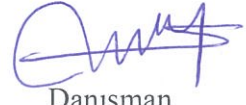
## YÖNERGEYE UYGUNLUK

**“Görüntü İşleme Teknikleri Kullanarak Sperm Sayısı Ve Hareketliliğinin Analizi”**  
adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma  
Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.



Tezi Hazırlayan

Şule BAŞARSLAN



Danışman

Doç. Dr. Semra İÇER



Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Mehmet Emin YÜKSEL

Doç. Dr. Semra İÇER danışmanlığında Şule BAŞARSLAN tarafından hazırlanan “**Görüntü İşleme Teknikleri Kullanarak Sperm Sayısı Ve Hareketliliğinin Analizi**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

24 /09 / 2018

**JÜRİ:**

Danışman : Doç. Dr. Semra İÇER

Üye : Doç. Dr. Ayşegül GÜVEN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kasım TAŞDEMİR

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 23/10/2018 tarih ve 2018/59-10 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın tüm aşamalarında bilgi ve düşüncelerinden yararlandığım ve bu süreç içerisinde karşılaştığım güçlüklerin üstesinden gelmemde desteğini, ilgisini ve sabrını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Semra İÇER'e teşekkür etmeyi borç bilirim. Ayrıca, Erciyes Üniv. Üroloji ABD. Prof. Dr. Oğuz EKMEKÇİOĞLU'na mikroskop görüntülerinin temini ve yorumlanması esnasındaki yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim.

Beni her daim destekleyen ve şüphesiz desteklerini yitirmeyeceğini bildiğim, bu yaşa ve bugünlere gelmemi sağlayan başta canım annem, babam, kardeşlerim olmak üzere aileme teşekkür etmeyi mutlu bir görev kabul ederim.

Projede bana yardımları dokunan Kübra ESET ŞENKAYA'ya, savunmamda desteğini esirgemeyen Eda KARACAOĞLAN DAĞDEVİR'e ve proje fikrini bana aşılayan Merve DUMAN GÖKÇE'ye teşekkür ederim.

Ortağım Gizem Aybeniz KAYNAR ve arkadaşlarım Mine BAYIR BERK, Neslihan YENİÇAY KIRNAP'a manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Son olarak enerjisi ile çalışmamı daha başarılı kıldığı için Oğuz Kağan ÖNEN'e sonsuz teşekkürler.

Ayrıca; bu çalışmayı **0124.TGSD.2015-2** nolu proje ile destekleyen Teknogirişim Sanayi Bakanlığı'na teşekkür ederim

Şule BAŞARSLAN

Eylül 2018, Kayseri

## **GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANARAK SPERM SAYISI VE HAREKETLİLİĞİNİN ANALİZİ**

**Şule BAŞARSLAN**

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2018  
Danışman: Doç. Dr. Semra İÇER**

### **ÖZET**

Kısırlık(infertilite) bir yıl boyunca korunmaksızın düzenli cinsel ilişkiye rağmen, gebe kalamama durumu olarak tanımlanmaktadır. Dünya Tüp Bebek Merkezi Derneği'nin açıklamalarına göre infertilite oranı gün geçtikte artmaktadır. Yapılan diğer çalışmalarda bu oranın boşanmalar ile doğru orantılı olduğu görülmüştür. Özellikle ülkemiz ve diğer Orta Doğu ülkelerinde boşanmaların oranında ciddi bir etkiye sahip olan infertilite hastalığının teşhis sürecinde “sperm testi(spermiyogram)” çok önemli bir adımdır.

Spermiyogram noninvaziv bir test olup sperm kalitesi, sayısı ve hareketliliğinin ölçümünde kullanılır.

Bu tez çalışmasında potansiyel infertil hastası olan ve sperm testi yapılan 15 hastaya ait sperm mikroskop görüntüleri üzerinde çalışılmıştır. Yapılan çalışmada semen sıvısından gelen diğer görüntüler arka plan/gürültü olarak kabul edilmiş, sadece spermier üzerinde bulanıklık giderilmesi, DoG, SVM, çapraz doğrulama, ve etiketleme görüntü işleme algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlarda sperm sayısı, sperm hareketliliği bilgileri otomatik olarak başarılı bir şekilde hesaplanmıştır. Yapılan çalışma ile spermiyogram testinin daha kolay ve objektif olarak değerlendirilebilmesini sağlayacak yardımcı bir sistem geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İnfertilite, sperm testi, spermiogram, görüntü işleme, CASA

## **ANALYSIS OF SPERM COUNT AND MOBILITY USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUES**

**Sule BASARSLAN**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**M.Sc. Thesis, September 2018**

**Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Semra ICER**

### **ABSTRACT**

Infertility is the inability to get pregnant despite regular sex without sexual protection in a minimum period of one year. According to World In Vitro Fertilization Center Association, infertility rate is increasing day by day. In other studies, infertility rate is directly proportional to divorce rate. Sperm test(spermiogram) is a very important step for the diagnosis process of infertility which has a serious effect in divorce especially in Turkey and other Middle East countries.

The spermiogram is a noninvasive test which is used to measure sperm motility, count and quality.

This thesis work on a sperm microscope image of 15 patients who are potential infertile men and did the sperm test. In the study, other images that appear in semen liquid are noise. Image processing algorithms like eliminate blur, DoG, SVM, Cross Validation and labeling were used to only process sperm cells. Sperm count and mobility were calculated automatically and successfully. This study has developed an easier and more objective assistive system for sperm test.

**Keywords:** Infertility, sperm test, spermiogram, image process, CASA

## İÇİNDEKİLER

### GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ KULLANARAK SPERM SAYISI VE HAREKETLİLİĞİNİN ANALİZİ

|                               |          |
|-------------------------------|----------|
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ..... | i        |
| YÖNERGEYE UYGUNLUK.....       | ii       |
| KABUL VE ONAY .....           | iii      |
| ÖNSÖZ .....                   | iv       |
| ÖZET.....                     | v        |
| ABSTRACT .....                | vi       |
| İÇİNDEKİLER .....             | vii      |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....        | x        |
| <b>GİRİŞ .....</b>            | <b>1</b> |

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

|                                                         |          |
|---------------------------------------------------------|----------|
| <b>1.1. İnfertilite(Kısırlık).....</b>                  | <b>2</b> |
| <b>1.1.1. İnfertilite Çeşitleri .....</b>               | <b>2</b> |
| 1.1.1.1 Geçici İnfertilite (Enfertilite) .....          | 2        |
| 1.1.1.2 Primer İnfertilite.....                         | 2        |
| 1.1.1.3 Sekonder İnfertilite.....                       | 3        |
| 1.1.1.4 Kalıcı İnfertilite (Sterilite) .....            | 3        |
| <b>1.1.2. İnfertiliteyi Etkileyen Hastalıklar .....</b> | <b>3</b> |
| 1.1.2.1 Varikosel.....                                  | 3        |
| 1.1.2.2 İnmemiş Testis (Kriptorşidizm) .....            | 4        |
| 1.1.2.3 Kasık Fıtığı .....                              | 5        |
| 1.1.2.4 Epilepsi .....                                  | 5        |

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1.1.2.5 Hormonal Bozukluklar .....                        | 6  |
| 1.1.2.6 Klinefelter Sendromu .....                        | 6  |
| 1.1.2.7 Talasemi.....                                     | 7  |
| 1.1.2.8 Orak Hücreli Anemi.....                           | 7  |
| 1.1.2.9 B12 Vitamini .....                                | 7  |
| 1.1.2.10 Sıcaklık .....                                   | 7  |
| 1.1.2.11 Obezite .....                                    | 8  |
| 1.1.2.12 Alkol.....                                       | 8  |
| 1.1.2.13 Uyuşturucu .....                                 | 8  |
| 1.1.2.14 Sigara .....                                     | 8  |
| 1.1.2.15 Kabakulak .....                                  | 8  |
| 1.1.2.16 Kemoterapi ve Radyoterapi.....                   | 8  |
| 1.2. Spermiogram .....                                    | 9  |
| 1.2.1. Spermiyogram Parametreleri .....                   | 10 |
| 1.2.1.1 Makroskobik Değerlendirme.....                    | 10 |
| 1.2.1.1.1 Likefaksiyon .....                              | 10 |
| 1.2.1.1.2 Vizkozite.....                                  | 10 |
| 1.2.1.1.3 Ejekülat Görünümü.....                          | 10 |
| 1.2.1.1.4 Semen Hacmi.....                                | 10 |
| 1.2.1.1.5 Semen pH.....                                   | 11 |
| 1.2.1.2 Mikroskobik İnceleme.....                         | 11 |
| 1.2.1.2.1 Sperm Motilitesi.....                           | 11 |
| 1.2.1.2.1.1 İleri Hareketli Sperm .....                   | 11 |
| 1.2.1.2.1.2 Yerde Hareketli.....                          | 11 |
| 1.2.1.2.1.3 Hareketsiz .....                              | 11 |
| 1.2.1.2.2 Sperm Vitalitesi.....                           | 11 |
| 1.2.1.2.3 Sperm Sayısı .....                              | 11 |
| 1.3. CASA(Computer Assisted Sperm Analysis) Sistemi ..... | 12 |
| 1.4. Sayısal Görüntü İşleme.....                          | 12 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1.5. Literatür Taraması ..... | 12 |
|-------------------------------|----|

## 2. BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Materyal.....                                               | 15 |
| 2.2. Yöntem .....                                                | 15 |
| 2.2.1. Görüntü Ön Yükleme .....                                  | 16 |
| 2.2.1.1 Gradyent.....                                            | 17 |
| 2.2.1.2 Ortalama.....                                            | 18 |
| 2.2.2. Histogram.....                                            | 19 |
| 2.2.3. Kayan Pencereleme (Sliding Window) .....                  | 20 |
| 2.2.4. Görüntü Ön Seçimi .....                                   | 21 |
| 2.2.5. K Ortalama Algoritması (K Means) .....                    | 21 |
| 2.2.6. Gabor Filtre .....                                        | 22 |
| 2.2.7. Temel Bileşenler Analizi (PCA) .....                      | 23 |
| 2.2.8. Gaussian Farkı (DoG) .....                                | 23 |
| 2.2.9. LBP Renk Uzayı .....                                      | 24 |
| 2.2.10. LAB Renk Uzayı.....                                      | 25 |
| 2.2.11. Destek Vektör Makinesi (Support Vector Machine SVM)..... | 25 |
| 2.2.12. K Katlamalı Çapraz Doğrulama .....                       | 26 |
| 2.2.13. Etiketleme.....                                          | 26 |
| 2.2.14. Hareketlilik Tespiti Algoritması .....                   | 28 |

## 3. BÖLÜM

|               |    |
|---------------|----|
| BULGULAR..... | 30 |
|---------------|----|

## 4. BÖLÜM

|                        |    |
|------------------------|----|
| SONUÇ VE TARTIŞMA..... | 37 |
| KAYNAKLAR .....        | 41 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Semen görüntüsü.....                              | 16 |
| Şekil 2. Akış Diyagramı.....                               | 16 |
| Şekil 3. Bulanık Görüntü .....                             | 18 |
| Şekil 4. Semen görüntüsünün histogramı .....               | 20 |
| Şekil 5. Sliding Window uygulanmış yama görüntüler .....   | 21 |
| Şekil 6. Optimum DoG Görüntüsü.....                        | 24 |
| Şekil 7. Ham Görüntü .....                                 | 32 |
| Şekil 8. Bulanık Resim.....                                | 32 |
| Şekil 9. Gradient Uygulanmış Bulanık Olmayan Görüntü ..... | 33 |
| Şekil 10. Gradient Uygulanmış Bulanık Görüntü .....        | 33 |
| Şekil 11. Kmeans PCA Sınıflandırma/1.....                  | 34 |
| Şekil 12. Kmeans PCA Sınıflandırma/2.....                  | 34 |
| Şekil 13. RGB PCA Dağılımı .....                           | 35 |
| Şekil 14. Kayan Pencereleme Yapılmış Ham Görüntü.....      | 35 |
| Şekil 15. DoG Uygulanmış Pencere.....                      | 36 |
| Şekil 16. DoG Uygulanmış Görüntü .....                     | 36 |
| Şekil 17. LBP Uygulanmış Pencere .....                     | 36 |
| Şekil 18. LAB Uygulanmış Pencere .....                     | 37 |
| Şekil 19. AB Konfigürasyonu .....                          | 37 |
| Şekil 20. LA Konfigürasyonu .....                          | 38 |
| Şekil 21. LB Konfigürasyonu .....                          | 38 |
| Şekil 22. Hareketli Sperm Sayımı Sonuç .....               | 40 |

## GİRİŞ

İnfertilite günümüzde her sekiz çiftten birinde görülen hastalık olup çiftlerin evlilik durumlarını, aile psikolojisini ve toplumun geleceğini etkilemektedir. Dünya Sağlık Örgütüne göre 2050 yılında infertil kişilerin sayısı günümüz değerlerine oranla %70 daha artacaktır. Bu kapsamda günümüz ve geleceğin de hastalığı olan bu durum için teşhis ve tedavi oldukça önem arz etmektedir. Erkekler için ilk teşhis yöntemi olan sperm testi ise noninvaziv bir testtir. Bu test hastane ve laboratuvarında yapılmakta olup semen örneği makroskobik ve mikroskobik olarak incelenmektedir. Mikroskobik incelemeler ise Türkiye’de yaygın olarak gözle yapılmaktadır. Hareketli olan sperm hücrelerinin takibi için alternatif sayım kameraları, sayım lamları gibi pek çok ürün geliştirilmiş olmasına rağmen dünya üzerinde test için standart bir uygulama henüz kullanılmamaktadır. Standardın olmaması ve gözle inceleme gibi insan hatalarına karşı toleransın çok düşük olmasına dayalı olarak yeni bir yazılım geliştirmeyi hedefleyen bu çalışmanın amacı standardı yakalamak ve sperm sonuçlarını objektif değerlendirmektir.

Bu kapsamda farklı hasta-sağlıklı kategorilerinden farklı açılardan semen görüntüleri toplanmış ve görüntü işleme çalışmaları yapılmıştır.

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER

#### 1.1.İnfertilite(Kısırlık)

Bir yıl süresince herhangi bir kontrasepsiyon yöntemi kullanmadan, düzenli cinsel ilişkiye rağmen, gebe kalamama olarak tanımlanmaktadır [1]. İnfertilitenin çiftlere oranı değerlendirildiğinde: %30-40 oranında erkek faktörünün, %40-%50 oranında kadın faktörünün ve %25 oranında ise her iki çifte bağlı faktörlerin sebep olduğu ortaya çıkmaktadır.[2]

Yapılan çalışmalar erkek infertilitesinde genetik faktörün, sperm kalitesi ve sperm morfolojisinin önemini belirtmiştir.[3] Bunların yanı sıra varikosel, inmemiş testis, fıtık ameliyatı özgeçmişli olan hastalar da sperm kalitesi yönünden değerlendirmeye tabii tutulmalıdır.

##### 1.1.1. İnfertilite Çeşitleri

###### 1.1.1.1 Geçici İnfertilite (Enfertilite)

Erkek sperminin, kadın yumurtasını dölleme yeteneğine sahip olamaması ya da spermin kalite olarak yetersiz olması hatta hiç sperminin olmaması durumunda ortaya çıkan infertilite durumudur. Bu tip infertilitede düşük gebelik hikayesi söz konusudur.

###### 1.1.1.2 Primer İnfertilite

Daha çok psikolojik olarak gebe kalamama durumu olup yeni evli çiftlerde karşılaşılan infertilitedir. Daha önce gebe kalmamış ve gebe kalamama konusunda endişeleri olan çiftlerde karşılaşılr. Yapılan araştırmalara göre yeni evlenen çiftlerin yaklaşık olarak

%15'i bir yıllık dönemde gebeliğe ulaşamamakta ve infertilite nedeni ile tedavi için başvurmaktadır[4],[5] ve yine yeni evlenenlerin %30'u ilk 3 ay, %70'i 1 yıl, %80'ni 2 yıl ve %90'nın iki yılın sonunda çocuk sahibi olabilmektedir. Bu durum göz önüne alındığında yeni evli çiftlerin evliliklerinin üzerinden 2 yıl geçmesinin ardından sterilite ya da infertiliteden şüphelenilmektedir.

#### **1.1.1.3 Sekonder İnfertilite**

Sonradan kazanılmış kısırlık olarak geçen bu infertilitede çiftlerin daha önce sahip olduğu çocuk ya da çocukları vardır ancak daha sonra tekrar gebe kalınamamaktadır. Bu durum yaşam tarzı ile şekillenir. Sağlıksız beslenme, sigara, alkol kullanımı, iltihaplı hastalıklar, iş ortamı, çalışma koşulları gibi durumlar sperm sayısı ve kalitesini etkileyen durumlardır.

#### **1.1.1.4 Kalıcı İnfertilite (Sterilite)**

Eşlerden herhangi biri ya da her ikisinde de görülen açıklanamayan ve tedavi edilemeyen infertilite durumudur.

### **1.1.2. İnfertiliteyi Etkileyen Hastalıklar**

#### **1.1.2.1 Varikosel**

Bir çeşit damar hastalığı olup varisleşme durumudur. Testisten kalbe dönen toplardamarlarda oluşan damar genişlemesi olarak tanımlanır. Erken aşamada sorun yaratmazken ilerleyen aşamalarda ağrı, şişkinlik, sperm sayısında azalmaya yol açabilir. Çok ileri aşamalarda ise testis boyutunda küçülme, testosteron bozukluğu gibi hastalıklara neden olur.

Skrotumun ısısı vücut ısısından birkaç derece daha düşüktür. Bunun nedeni ise spermleri korumaktır. Varikosel ile skrotum içerisinde damarlaşma oluşmakta bu da ısı artışına yol açmaktadır. Bu ısı artışı da sperm sayısında azalmaya neden olur ve zamanla kısırlaşmaya yol açabilir.

Daha çok 20-30 yaş aralığında görülen bu rahatsızlık testislere kan taşıyan damarların kapakçıklarında oluşan sorunlardan meydana gelmektedir. Bu tanı ilk etapta fiziksel yapılırken daha sonra doppler, venografi ve ultrasonografi gibi ek tanı sistemleri

gerektirmektedir. Kendi içinde derecelendirmeye tabii tutulan varikosel dereceleri şu şekildedir:

- 1.Derece: Valsalva manevrası ile palbe edilen varikoseldir.
- 2.Derece: Valsalva manevrası yapılmadan palpasyon ile saptanabilen varikoseldir.
- 3.Derece: Valsalvasız uzaktan gözle görülebilen varikoseldir.[6]

### **1.1.2.2 İnmemiş Testis (Kriptorşidizm)**

Kriptorşidizm erkek genitalyasının en sık konjenital anomalilerinden biri olup[7],[8] bebeklerin anne karnında gelişirken testisleri böbrek altında oluşmaya başlar. Hamilelik süresince testis skrotuma kadar inmezken hamileliğin son evrelerinde skrotuma iner. Bu gecikmenin nedeni ise vücut sıcaklığından daha düşük bir sıcaklıkta çalışıyor olmalarıdır. Testislerin bir ya da ikisinin inmemesi yani skrotumu doldurmaması durumuna inmemiş testis denir.

Zamanında doğmuş erkek bebeklerin %3 ünde inmemiş testise rastlanmaktadır.

Kriptorşidizm nedenleri;

- a) Anorşidi: Testisin doğuştan olmaması durumudur. Görüntüleme yöntemleri ile bu durumun tespiti yapılamaz.
- b) Ektopik Testis: Testisin normal yolunu izleyerek skrotuma ulaşamayıp başka bir yere yerleşmesi durumudur.
- c) Rekraktil Testis: Testisleri soğuktan koruyup karna doğru çeken kas olan kremaster kas çocuklarda, yetişkinlere oranla daha gelişmiştir. Bu yüzden uyarılma anında çocuklara daha fazla tepki verir. Bu refleks ile testisler yukarı doğru çekilir. Bu durum ergenliğe kadar kendiliğinden düzelir.
- d) İnmemiş Testis

İnmemiş testiste hormonal etkilenmeler de saptanmıştır. Şöyle ki; tek taraflı inmemiş testis sperm sayısı %25-33 olguda normalden az ve serum FSH düzeyi hafifçe

yükselmiş, iki taraflı inmemiş testis sperm sayısı ciddi şekilde azalmış ve serum testosteron düzeyi düşük olabilir.[9,10,11]

### 1.1.2.3 Kasık Fıtığı

Karın duvarında bulunan bir yırtık ve bu yırtıktan dışarı doğru çıkan iç organların olması durumudur. Bu iç organlar deri altı şişlik oluşturmaktadır. Her daim gözlenmeyip zorlama(öksürme, ıkınma...) anlarında ortaya çıkıp sırt üstü yatında yok olmaktadır. Şişliğe neden olan iç organlardan en fazla görüneni bağırsaktır.

Karın fıtıklarının büyük çoğunluğunu(%90) kasık fıtıkları oluşturmaktadır.

Kasık fıtığı 3 alt başlıkta incelenmektedir:

- a) **Direk Kasık Fıtığı:** Sporcu ve ileri yaş gruplarında görülüp adele yırtığı sonucu ortaya çıkar.
- b) **İndirek Kasık Fıtığı:** Doğumsal bir durum olup kasık kanalının sonradan ve kendiliğinden açılması durumudur. Daha çok çocuk ve genç grubunda ortaya çıkar. [12]
- c) **Femoral Fıtık:** Daha çok kadınlarda görülen bu yırtık çeşidi en az görülen yırtıktır.

### Scrotal Fıtık

Mesane ve kasık fıtığı birlikteliği %1-4 arası görülebilmesine rağmen, dev skrotal mesane fıtığı oldukça nadir görülür.[13,14]

Fıtıklar genel olarak toplumun %2 ile %4'ünde görülmektedir.[15] Kasık fıtığı onarımı için iki işlem söz konusudur, fıtık kesesinin eksplorasyonu ve inguinal bölgenin anatomisine uygun biçimde onarılması olmak üzere.

### 1.1.2.4 Epilepsi

Beyin hücrelerinde geçici bir süreliğine anormal ölçüde elektrik yayılması sonucu ortaya çıkar. Bu geçirilen epiteptik nöbet eğer tekrarı olan bir durumsa epilepsi tanısı

konulur. Tanı için EEG ilk ve en önemli yapılan testtir. Daha sonrasında ise MRG ve BT tetkik yöntemleri gelmektedir.

Gerekli tüm tetkikler tamamlandıktan sonraya hastaya kesin olarak konulan epilepsi teşhisinin ardından tedavi süreci başlamaktadır. Bu süreçte hastalara antiepileptik tedavi başlanabilir.

Antiepileptik ilaç grubunun etken maddelerinin başında valproat gelmektedir. Yapılan çalışmalar ise bu ilaçların sperm sayısını ciddi bir şekilde etkilediğini ortaya sermektedir. Valproat alan gruptaki spermelerde anomali görülme ihtimali daha yüksektir. [16,17]

#### **1.1.2.5 Hormonal Bozukluklar**

Hipofiz bezi, kafatasının ortasında, her iki gözün arasından, burnun üst kısmının arkasında bulunan kemiğin içerisinde yer alır.

FSH; hipofiz bezinden salgılanan bir hormondur. Testisteki sertoli hücrelerinin ve seminifer tüplerinin uyarılmasını sağlar. Bu nedenle erkekte sperm gelişimini sağlamaktadır. Klinefelter ve turner sendromlarında bu hormone artış gösterirken, ergenlik öncesi dönem ve hipofiz yetersizliği durumlarında azalmaktadır. LH; cinsel farklılığı ve erkekte sperm gelişimi için gerekli olan hormondur. Leydig hücreleri için oldukça önem arzeden bu hormon testosteron salgılanmasına yardımcı olmaktadır.

FSH ve LH hormonlarına ait bozukluklar sperm üretimini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle infertilite teşhisinde hormonal bozukluk var ise tedavi edilmez.

#### **1.1.2.6 Klinefelter Sendromu**

47 kromozumluluk olarak geçen bu hastalık genetik bir rahatsızlık olup erkeklerin kromozom diziliminin XXY olması durumudur. Hücre bölünmesi sırasında meydana gelen bu dizilim sonucu eşeysel kromozom düzensizliği meydana gelmiştir. Bu tip rahatsızlığı olan kişilerin genel görünüşleri de diğer erkeklerden farklılık gösterir. Uzun kol, bacak, kadın tipi kalça ve küçük testisler buna örnek gösterilebilir. Klinefelter sendromlu olan erkeklerin %90'ında, Mozaik Klinefelter sendromlu olan erkeklerin ise

%75'indeki azoospermiye neden olan şiddetli spermatogenezis bozukluğu vardır ki bu durum da kısırılığa neden olur.

#### **1.1.2.7 Talasemi**

Talasemiler, otozomal resesif geçiş gösteren, hemoglobin (Hb) zincirlerinden birinin veya birkaçının hasarlı sentezi sonucu gelişen, hipokrom mikrositer anemi ile karakterize heterojen bir grup hastalıktır. Talasemi,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  olarak tanımlanan Hb zincirinin veya zincirlerinin az sayıda veya hiç yapılamaması ile oluşur.[18] Homozigot Beta Talasemi(HbTh) hastalarının incelendiği bir çalışmada[19] HbTh'deki aşırı demir yükünün oksidatif hasara karşı sperm oluşmasına neden olacağı tespit edilmiştir.

#### **1.1.2.8 Orak Hücreli Anemi**

Orak hücreli anemi bir tür kan hastalığı olup kalıtsal bir bozukluktur. Bu hastalığa sahip kişilerde hemoglobinin bir bölümü işlevini tam anlamıyla yerine getiremez. İşlev göremeyen bu hemoglobinler, alyuvarları sert ve orak şeklinde yapılara dönüştüren çubuk benzeri yapılar oluşturur. Bu hücreler de kan damarlarının tıkar ve organların oksijensizliğine sebebiyet verir. Oksijensizlik şiddetli ağrı ataklarına neden olur. Bu hastalık sperm fonksiyonlarını bozan genetik hastalıklar arasında gösterilir.[20]

#### **1.1.2.9 B12 Vitamini**

Siyanokobalamin olarak bilinen bu vitamin hayvansal dokularda bulunur. Alyuvar üretiminde folik asitin düzenlenmesi konusunda işlevi vardır. Yapılan çalışmalar[21] B12 vitamin eksikliğinde bu durumun erkek için oligospermiye neden olduğu ve B12 nin DNA sentezinde rol oynamasından kaynaklı olarak DNA'li hücrelerin ferzilizasyonu ve implantasyonu etkilenecek infertiliteye sebep olabilmektedir.

#### **1.1.2.10 Sıcaklık**

Testis, skrotumda yer almakta ve normal sıcaklığı vücut sıcaklığından 2-4°C düşük olmalıdır. Aksi halde spermeler zarar görür. Bu bilgiler ışığında yapılan bir çalışmada yükselen sıcaklığın infertilite için potansiyel risk faktörü olduğu [22] ve ısının germ hücre kayıplarına neden olduğu, sertoli hücre fonksiyonunu bozduğu, sperm hareketliliğini ve sayısını azalttığı gösterilmiştir [23].

#### **1.1.2.11 Obezite**

Obeziteyi belirlemek için kullanılan en yaygın kriter vücut kitle indeksi (VKİ) kriterleri olup insanın kilogram cinsinden ağırlığının boyunun m cinsinden karesine bölünmesi ile elde edilir. WHO tarafından belirlenen VKİ ye göre obezite 3 derecede sınıflandırılmıştır.

Yapılan çalışmalarda[24] obez erkeklerde genel olarak semen parametrelerinin normal kilolu kimseler ile karşılaştırıldığında daha bozuk olduğu görülmüştür.

#### **1.1.2.12 Alkol**

Aşırı alkol kullanımı, testis atrofisine, impotansa, libidonun azalmasına ve sperm sayısının azalmasına sebep olur. [25]

#### **1.1.2.13 Uyuşturucu**

Esrar gibi keyif veren maddeler leydig hücrelerine zarar verdiği için fertilitiyi olumsuz etkilemektedir. Esrar, leyding hücrelerini ve sperm hareketliliğini, akrozom reaksiyonunu, testesteron üretimini azaltır, spermatogenezisi negatif etkiler.[25]

#### **1.1.2.14 Sigara**

Sigaranın, spermin yoğunluğu ve hareketini azalttığı, morfolojisi üzerine de olumsuz etkisi olduğu, günlük içilen sigara miktarına bağlı olarak spermin yoğunluğunu ortalama %22 oranında azaltmaktadır.[26]

#### **1.1.2.15 Kabakulak**

Kabakulak virüs bazlı bir hastalık olup bulaşıcıdır. Virüslerin tükürük bezlerinde enfeksiyon yapmasıyla ortaya çıkar. Yapılan çalışmalar kabakulağın ağırlı testis şişmesine ve bunun da infertiliteye neden olabileceğini göstermiştir.[27,28]

#### **1.1.2.16 Kemoterapi ve Radyoterapi**

Kan hücrelerinin bilhassa akyuvarların normalin üzerinde çoğalması ile kendini gösteren bir kanser türü olan lösemi, testis tümörü, ya da beyaz kan hücrelerinden kaynaklanan yine bir tür kanser olan Hodgkin Lenfoma gibi hastalıklarla kemoterapi ve

radoterapiye cevap vermektedir. Günümüz hastalıkları arasında sayılan bu rahatsızlıklar sonucu alınan kürler ise fertiliteye zarar vermektedir. Yapılan çalışmalar[29] kemoterapi ve radyoterapinin germ hücrelerini, leydig hücrelerini ve sertoli hücrelerini etkilediğini göstermiştir.[30]

## 1.2. Spermogram

Çocuk sahibi olamayan çiftler için ön tetkiklerden biri olan spermogram acısız ve invaziv olmayan bir yöntemdir. Hastadan sperm örneği alınmakta, bu örnek mikroskopik incelemeye tabii tutulmaktadır. Mevcutta bu test gözle yapılmakta ve haliyle kişiden kişiye değişen sonuçlar üretmektedir.

Semen analizi, sperm dışı hücrelerin değerlendirilmesi ve fonksiyon testleri tanıya yönelik testler arasında belli başlı olanlarıdır. [31] Doğru yapılmış spermogram testi erkek infertilitesinin değerlendirilmesinde çok önemlidir. Bu test ise Dünya Sağlık Örgütü kriterlerini baz almakta olup referans değerleri tabloda verilmiştir.(Tablo-1)

Tablo 1. Semen analizi için en düşük referans değerler

| Parametreler                                        | En düşük referans değer |
|-----------------------------------------------------|-------------------------|
| Semen volümü (ml)                                   | 1.5 (1.4-1.7)           |
| Total sperm sayısı (10 <sup>6</sup> )               | 39 (33-46)              |
| Sperm konsantrasyonu (10 <sup>6</sup> / ml)         | 15 (12-16)              |
| Total motilite (PR+NP, %)                           | 40 (38-42)              |
| Progressive motilite (PR, %)                        | 32 (31-34)              |
| Vitalite (canlı sperm, %)                           | 58 (55-63)              |
| Sperm morfolojisi (normal formlar, %)               | 4 (3.0-4.0)             |
| pH                                                  | >7.2                    |
| Peroksidaz-pozitif lökosit (10 <sup>6</sup> per ml) | <1.0                    |
| MAR testi (%)                                       | <50                     |
| Immunobead testi (%)                                | <50                     |
| Seminal çinko (μmol/ejakulat)                       | >2.4                    |
| Seminal fruktoz (μmol/ejakulat)                     | >13                     |
| Seminal nötral glukozidaz (mU/ejakulat)             | >20                     |

Semen testinde dikkat edilecek hususların başında perhiz süresi ve hastanın hikayesi gelmektedir. Eğer hasta perhiz süresine (2-5 gün) rivayet etmezse semen testi aldatıcı olabilir. Bu günlerden daha az veya daha fazla süre içinde örnek vermiş ise sperm sayısı ve motilitesi değişmektedir. Bu perhiz süresinin kısalığı semen hacmi ve yoğunluğunun azalmasına, uzunluğu ise hacminin, yoğunluğunun, ölü, immotil ve morfolojik olarak anormal sperm oranlarının artmasına neden olacaktır.[32] Ayrıca anamnez bilgileri de doğru bir şekilde alınmalıdır ki infertilite teşhisinde doğru karar verilebilsin.

### **1.2.1. Spermiyogram Parametreleri**

#### **1.2.1.1 Makroskopik Değerlendirme**

Numune verildikten sonra ilk beş dakika içinde ya 37° C inkübatöre ya da laboratuvar sehпасına alınmalıdır.

##### **1.2.1.1.1 Likefaksiyon**

Numune ilk verildiğinde yarı katı haldedir. Birkaç dakika içinde oda sıcaklığında kendiliğinden likefiye olmaya başlar. Numunenin tümü oda sıcaklığında genellikle 15 dakika içinde likefiye olurken bu durum bazen 60 dakikanın üzerine çıkabilir.

##### **1.2.1.1.2 Vizkozite**

Semen örneği, numune toplama kabından tek kullanımlık pipet tarafından çekilip yerçekimi etkisine bırakılır. Eğer numune 2cm'den uzun iplikçik oluşturursa vizkozitesi anormal olarak kaydedilmelidir.

##### **1.2.1.1.3 Ejekülat Görünümü**

Normal likefiye olmuş bir numune homojen, gri-opelesan görünümündedir. Ancak numune içinde eritrosit olması durumunda kırmızı, kahverengi gibi renkler olabilir.

##### **1.2.1.1.4 Semen Hacmi**

Hacmin doğru hesaplanması semen değerlendirilmesi için önem arz etmektedir.

#### **1.2.1.1.5 Semen pH**

pH numune verildikten sonra yaklaşık yarım saat sonra ölçülmelidir. Homojen karıştırılan örnekten bir damla alınarak pH çubuğu ya da pHmetre ile ölçülür.

#### **1.2.1.2 Mikroskopik İnceleme**

200x veya 400x zoom ile faz kontrast mikroskopunda inceleme yapılır. Hareketli sperm ve sperm sayısı belirlenir.

##### **1.2.1.2.1 Sperm Motilitesi**

Numune karıştırılıp 200x veya 400x altında 200 sperm sayılır. İleri hareketli sperm sayısı hamilelik için önemli bir parametredir.

##### **1.2.1.2.1.1 İleri Hareketli Sperm**

Progresif motilite olup hızdan bağımsızdır. Doğrusal veya geniş bir daire içinde hareket eden spermdir.

##### **1.2.1.2.1.2 Yerinde Hareketli**

Nonprogresif motilite olup ileri doğru hareketli olmayan ancak hareketli olan spermlerdir.

##### **1.2.1.2.1.3 Hareketsiz**

İmmotilite olup hareket edemeyen spermlerdir.

##### **1.2.1.2.2 Sperm Vitalitesi**

Spermin canlılık değerini verir. Ölü hücre yüzdesinin hareketsiz sperm yüzdesini geçmemesi gerekmektedir.

##### **1.2.1.2.3 Sperm Sayısı**

Toplam sperm sayısı ve konsantrasyonu hamilelik için en önemli etkenlerdir. Homojen karıştırılmış numune en geç 15 dakika içinde sayıca sayılmalıdır.

Bazı hastanelerde spermiyogram testi otomatik yöntemle yapılmaktadır. Maddi açıdan pahalı olması ve komple sistem olarak satılmasından dolayı tüm hastaneler tarafından tercih edilememekte, tercih edilseler bile hastanedeki cihazlara uyarlaması yapılmadan direkt cihaz olarak satışı yapılmaktadır.

### **1.3. CASA(Computer Assisted Sperm Analysis) Sistemi**

Bilgisayar destekli sperm analizi yapan CASA sistemleri 44 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. 2003'te Garrett ve arkadaşlarının yaptığı çalışma sonrası WHO 2010, numunelerin hazırlanması ve cihazın kullanılmasına özen gösterilmesi koşuluyla kullanılabileceğini belirtmiştir. CASA sistemleri de görüntü işleme metodolojisinden faydalanmaktadır.

### **1.4. Sayısal Görüntü İşleme**

Sensörden gelen görüntülerin bilgisayara aktarılıp işlenmesi sonrasında da görüntüleyici çıkışına verilmesidir. Bir görüntünün temel bileşeni piksel-resim elemanı olup matrislerle ifade edilir. Bir piksele ait iki temel özellik vardır,

- a) Radyometrik Özellik: Pikselin algılandığı elektromanyetik spektrumdaki gri değer.
- b) Geometrik Özellik: Pikselin matriste sahip olduğu matris koordinatları.

Biyomedikal uygulamalardaki görüntülerin çoğu gri-tonlu görüntüdür. Bir kısmı ise renkli veya sonradan renklendirilmiş (yapay renklendirme) görüntülerdir. Renkli görüntüler renk bilgisini algılayabilen dedektörler tarafından algılanır. Kameralardaki dedektör elementleri üzerlerine düşen görünen ışığı elektrik sinyaline çevirirler. Renkli görüntü çekebilen bir kamera cisimden yansıyan ışığı filtreler yardımıyla üç farklı optik banda kaydeder. Bu bantlar kırmızı, yeşil, mavi (RGB) bantlarıdır. Bu yüzden bunlara RGB değerleri de denir ve her renkli piksel üç elemanlı bir vektörle  $[R, G, B]$  ifade edilir. Bu çalışmada da RGB görüntüler elde edilmiştir.

### **1.5. Literatür Taraması**

İnfertilite ve hastalığın teşhis yöntemlerinden biri olan spermiyogram konusunda pek çok bilimsel çalışma bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları şu şekildedir,

Teknolojik gelişmelerle birlikte semen analizinde mikrograf yöntemi uygulaması 1970'li yıllarda başlamıştır. 1975 yılında D. Katz ve H. Dott mikrograf yöntemini [32]'de uygulamıştır ve böylece spermelerin hız karakteristikleri ölçülmüştür. 1981 yılında G. David mikrograf yöntemini [33]'de kullanmıştır ve insan spermine ait hücrelerin karakteristik özelliklerini belirlemiştir. Kruger'in 1993 te yaptığı çalışma [34] ile ki günümüzde de hala bu ismiyle anılan morfolojik inceleme yapılmıştır. Kruger Kriteri olarak bilinen spermin karakteristiği standardize edilmiştir.

Tapısız Ö. ve arkadaşlarının 'Jinekolog Gözü ile Semen Analizi ve Son Gelişmeler'[35] başlıklı derlemesinde semen analizi ve bu işlemlerin basamaklarından bahsetmiştir. Tapısız yaptığı çalışmada infertil bir çiftte yaklaşımda erkeğin rolünün tespiti için semen analizinin ilk analiz olduğu vurgulamış ayrıca mikroskobik analizi ve bu parametrelerin referans değerlere göre nasıl olması gerektiğinden bahsetmiştir.

Avunduk C. ve arkadaşlarının "Patolojik Görüntülerin Bilgisayar Analiz Programı ile Değerlendirilmesi"[36] adlı çalışmalarında patolojik görüntüler üzerinde kişiden kişiye göre değişmeyen sonuç vermek ve standardize etmek için görüntü işleme ile program geliştirilmiştir. Programda temel uygulanan yöntem gri seviyeli görüntülerden referans değere göre komşuluk ilişkisine göre sınıflandırma yapılmıştır.

Kadıoğlu A.'nın çevirisini yaptığı ve WHO(Dünya Sağlık Örgütü) ne ait 'İnsan Semeninin İncelenmesi ve İşlemlerden Geçirilmesi' adlı kitapta 2010 da değişen kriterler ve yeni halleri yer almaktadır. Tez konusunda yapılan çalışmalar da bu kapsamda yer almıştır.[37]

Okumuş F., 'Sperm Analizi için Bilgisayar Görüşü Tabanlı Yeni Bir Yaklaşım ve Uygulaması' adlı çalışmada balık spermelerine yoğunlaşmış ve 8331 adet sperm hücre görüntüsü üzerinde çalışmıştır. Çalışma algoritmasında gauss filtre ile yumuştma, VIBE ile arka plan çıkarılması, Kalman Filtresi ile nesne tahmini ve dairesel Hough ile yuvarlak veya elipsel nesnelerin tespiti yapılmıştır. Çalışma sonucu Hough dönüşümü ile yapılan segmentasyonda %98,48 doğrulukla çalışan sperm tespiti yapılmıştır. [38]

Amann R.P ve Waberski D., 'CASA: Capabilites and Potential Developments' çalışmasında [39] CASA sistemlerinin sperme ait hem kalite kontrol hem de kalite güvencesi sağladığını belirtmiştir.

Tüm bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda yeni nesil CASA sistemine yönelik çalışma yapılıyor olması ana hedeftir. Sperm testinin gözle yapıldığı ve değişken sonuç ürettiği mikroskopik sperm testi yerine otomatik sayım yapılan yeni nesil sisteme geçilmesi hedefi doğrultusunda, mevcutta bulunan CASA sistemlerinden farklı olarak hastaneye direkt uyarlanabilen bir yazılım yapılacaktır.



## 2. BÖLÜM

### MATERYAL VE YÖNTEM

#### 2.1. Materyal

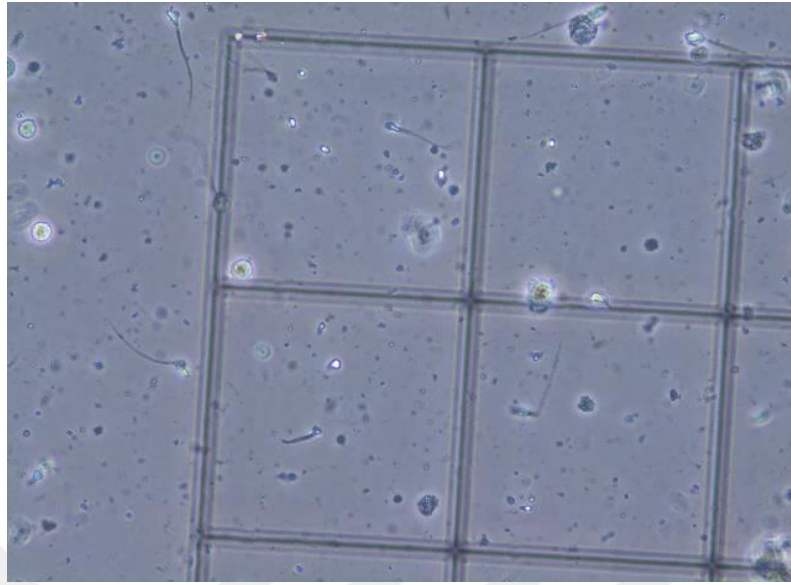
Bu tez çalışması Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 0124.TGSD.2015-2 proje numarası ile desteklenmiş olup Erciyes Üniversitesi Etik Kurul'dan klinik çalışma için olay alınmıştır.( Karar No: 2016/359)

Etik kurulunca onaylanan bu çalışmada, Erciyes Üniversitesi Üroloji nabilim Dalı Androloji Bölümü Spermiyogram Birimi'nden alınan medikal görüntüler kullanılmıştır. 15 hastanın video görüntüsü üzerinde çalışılmıştır. Video görüntüleri framelere ayrılarak toplam 25.995 data üzerinde çalışılmıştır.

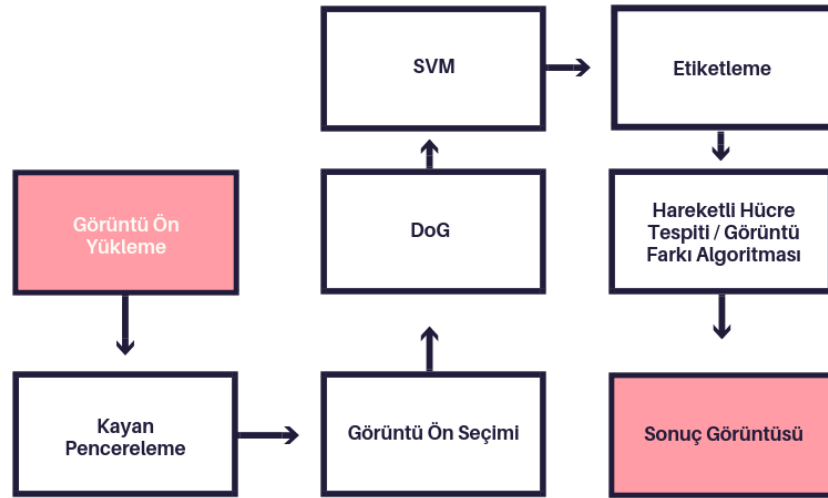
Görüntüler 40x oküler 10x objektif kullanılarak toplamda 400x büyütme oranı ile alınmıştır. Nikon Eclipse markalı ısıtmalı mikroskoptan, makler sperm sayma kamerasıyla elde edilen görüntüler 21inch ekrana Cmount sensörüyle gönderilmektedir. Bilgisayara gelen görüntüler video şeklinde kaydedilmiş ve dış ortama .mp4 formatında aktarılmıştır. Ortalama 60sn olan görüntülerde fps(frame per second) oranı 100 şeklindedir.

#### 2.2. Yöntem

Bilgisayardan alınan görüntüler MATLAB ortamına video şeklinde aktarılmıştır. .mp4 formatındaki görüntüler .jpg formatında frame'lere ayrılarak 480\*640 boyutunda RGB görüntü haline dönüştürülmüştür.



Şekil 1. Semen görüntüsü



Şekil 2. Akış Diyagramı

### 2.2.1. Görüntü Ön Yükleme

Nikon Eclipse Ci faz kontrast mikroskobundan alınan video görüntüleri 480\*640 100fps formatında görüntüler şeklinde Matlab programına yüklenmiştir. Görüntülerin kaydı sırasında kullanılan programdan kaynaklı durağanlık söz konusudur. Ayrıca makler

sayma kamerasının alanı tarandığı için video geçişlerinde bulanık görüntüler de mevcuttur. Ön yüklemde durağan ve bulanık görüntüler elimine edilmiştir.

### 2.2.1.1 Gradyent

Gradyent operatörü belirlenmiş beş farklı metod kullanır:

- Sobel: Default değerdir.
- Prewitt: Prewitt gradyent operatördür.
- Central: Merkezi fark gradyentidir.

$$dI/dx = (I(x+1) - I(x-1))/2$$

- Intermediate: Orta seviye fark gradyentidir.

$$dI/dx = I(x+1) - I(x)$$

- Roberts: Roberts gradyent operatörüdür.

Çalışmada default değer kullanılmış olup ‘Sobel’ metodu kullanılmıştır. Bu operatörün matematiksel formülasyonu ise şu şekildedir:

Gradyent,

$$f(x,y)=\nabla P(x,y)=(f_x(x,y),f_y(x,y))$$

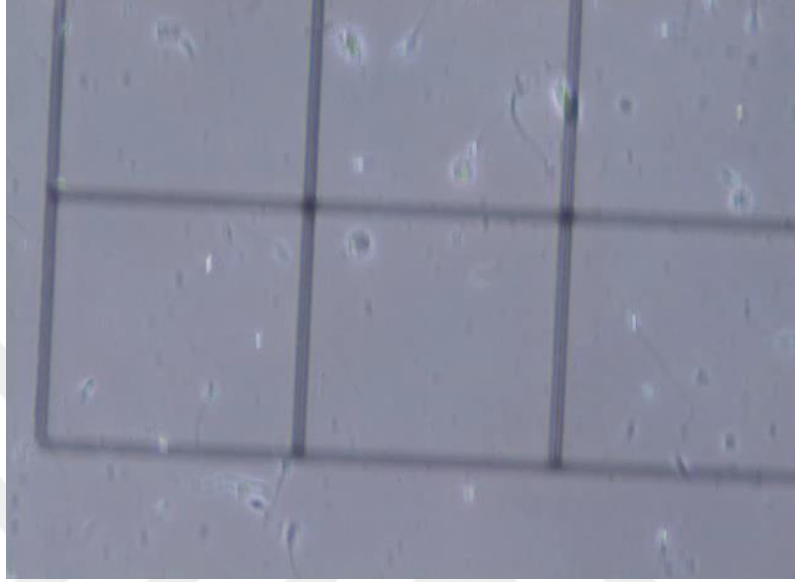
$f: R^2 \rightarrow R^2$   $f: R^2 \rightarrow R^2$ , görüntüdeki her bir nokta.

Genlik,

$$M(x,y)=||f(x,y)||_2=\sqrt{f_x(x,y)^2+f_y(x,y)^2}$$

RGB görüntüler iki boyutlu görüntüye dönüştürülmüştür. İlk görüntü referans tutularak görüntülerin her bir köşesi ve orta bölgesi olmak üzere toplam 5 alanda gradient uygulanmıştır. Bu alanlar içinde köşelere ait bulanık değerlerinin ortalamaları alınarak öncelikli olarak merkez nokta ile kıyaslanmıştır. Daha sonra ise referans değere sahip görüntü ile kıyaslanmıştır. Bulanık görüntülerin gradient değerleri ile normal

görüntülerin gradient değerleri kıyaslanarak eşik değeri hesaplanmıştır. Projeye ait eşik değeri olan 0,80 değerine göre bulanık görüntüler elimine edilmiştir. Bulanık görüntülere ait liste ise hareketlilik bilgisinde kullanılmak üzere kayıt altına alınmıştır.



Şekil 3. Bulanık Görüntü

#### 2.2.1.2 Ortalama

Ortalama filtreleri NxN penceresi içerisinde bir ortalama değeri bulmaya çalışır. Görüntü üzerinde kayan pencere yöntemi kullanılır. Bu filtrelerin en basitlerinden birisi aritmetik ortalama filtresidir. Bu filtre ile pencere içerisindeki değerlerin aritmetik ortalaması bulunur.

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i;$$

Görüntüler RGB olduğu için görüntülerin ortalaması üç defada alınmıştır. Tüm görüntülerin ortalaması alınarak eşik değerin altında kalan görüntüler durağan listesine alınıp elimine edilmiştir.

Görüntü ön yükleme aşamasında toplam görüntü sayısının ~%35 i bulanık ve durağanlıktan dolayı silinmiştir. Böylece hem gereksiz datalar işlemeye tabii tutulmamış hem de yazılım hızlandırılmıştır.

### 2.2.2. Histogram

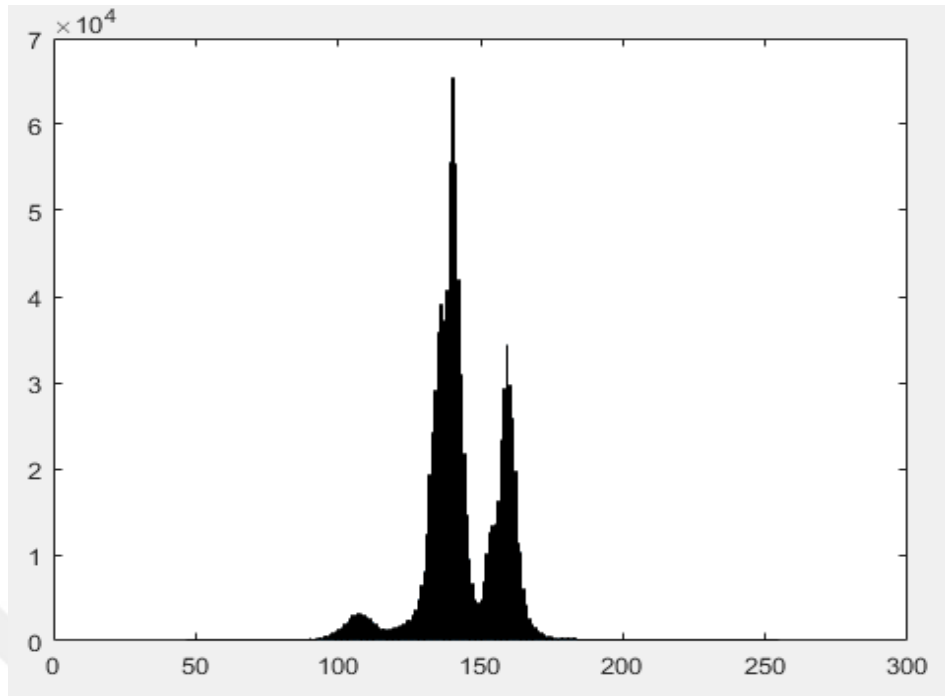
Histogram, sayısal bir resim içerisinde her renk değerinden kaç adet olduğunu gösteren grafik olup grafiğe bakılarak resmin parlaklık durumu ya da tonları hakkında bilgi sahibi olunabilir. Yatay eksen gri değer aralığını gösterirken dikey eksen her bir aralıkta piksel sayısını vermektedir. Böylece görüntüye ait kontrast bilgisine de ulaşılır. Bu bilgiler ışığında kontrast çeşitli yöntemlerle zenginleştirilebilir,

- Kontrast Germe: Görüntü içindeki maksimum ve minimum piksel değerleri bulunur. Germe işleminin uygulanacağı maksimum ve minimum değerler belirlenip eşitliğe tabii tutulur.

$$g_2(x, y) = (g_1(x, y) + t_1)t_2$$

- Histogram Eşitleme: Parlaklığın maksimum olduğu alana en büyük kontrast zenginleştirilmesi yapılır. Bu işlem için öncelikle histogramda her sütunda tekrarlanan piksel sayısının yüzdeliği birikimli olarak hesaplanır. Bu yüzdeliklerin gri değer aralıklarına oranı bulunur. Daha sonra birikimli yüzdelikler ile gri değer aralıklarına ait oranlar karşılaştırılır.

Çalışmada kullanılan görüntülerin histogram dağılımı incelenmiş ve aşağıdaki sonuca ulaşılmıştır.



Şekil 4. Semen görüntüsünün histogramı

### 2.2.3. Kayan Pencereleme (Sliding Window)

Objeye sınıflandırmada rol oynayan sliding window işlemi bir objenin tam olarak görüntü içinde nerede konumlandığını tespit etmeyi sağlar.

Yükseklik ve genişliği olan dikdörtgensel bir alan belirlenip bu alan resim boyunca kaydırılır. Normal pencere bölgesi alınıp resim sınıflandırıcısı ile bu bölgeye giren görüntü olup olmadığı kontrol edilir.

Görüntülere sırayla 1, 2, 3 ve 4 piksel aralıklarla pencereleme uygulanmıştır. Bunlardan en iyi sonuç veren değer 3 olup “adım sayısı” 3 alınarak devam edilmiştir. Aynı şekilde pencere yüksekliği ve genişliği için sırasıyla 4, 7, 13 ve 16 piksel değerleri denenmiştir. En uygun olan 7 değeri tespit edilerek adıma devam edilmiştir. Görüntülerin tamamı komşuluk ilişkili uzaysal filtreleme ile yamalara ayrılmıştır.



Şekil 5. Sliding Window uygulanmış yama görüntüler

#### 2.2.4. Görüntü Ön Seçimi

Tüm görüntüler içinden sperm, lökosit ve arka plan olmak üzere üç grupta data seçimi yapılmıştır. Manuel yapılan bu datalar toplam 13048 adet olup bunlardan %30'u test için %70'i eğitim için ayrılmıştır.

#### 2.2.5. K Ortalama Algoritması (K Means)

Kümeleme, küme adı verilen homojen grupların, iç içe durumların veya objelerin sınıflandırılması için kullanılan tekniklerin tamamıdır. Kümeleme analizinde amaç birbirine çok benzeyen nesneleri aynı grupta toplamaktır. Benzemekten amaç geometrik anlamda uzaklık olarak birbirine en yakın nesnelerin seçilmesidir. Bu yüzden nesnelerin sayısal değerleri, yani metrik veri olması gerekir. [40]

K means algoritması temel anlamda üç aşamadan meydana gelir,

- Küme merkezinin belirlenmesi
- Merkez dışında kalan örneklerin mesafelerinin saptanıp bu mesafelere göre sınıflara ayrılması

- Sınıflandırma sonrası yeni merkezlerin belirlenmesi ve kararlı hale gelene kadar işlemin devam etmesi

İterasyonlar sonucu sapmaların minimum olduğu yer bulunurken kullanılan fonksiyon şu şekildedir,

$$J = \sum_{Noktalar} uzaklık(C, \text{örnek noktaları})$$

K sayıdaki iterasyon sayısının formülü ise

$$J = \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} \|x_j - \mu_i\|^2$$

şeklindedir.

K means algoritmasının en büyük avantajı hızlı ve öğrenmesinin kolay olmasıdır. Veri setleri belirgin bir şekilde ayrıldıysa sonucu çok iyi bir şekilde verir. Küme merkez sayısının ön özelliklerinin gerekli olması dezavantajıdır. Ayrıca algoritması doğrusal olmayan dönüşümlerde sabit değildir. Yani verilerin farklı gösterimlerinde farklı sonuç elde edilir.

Bu metotta veriler iki gruba ayrılmıştır. Sperm görüntüsü ve gürültü görüntüler olmak üzere. Alınan sonuç çok başarılı olmadığı için alternatif metod denenmiştir.

#### 2.2.6. Gabor Filtre

Kenar algılama ve özellik çıkarma için kullanılan Gabor filtresi basit ve karmaşık hücreleri simüle edebilir, belirli görsel algılamamanın etkilerini açıklayabilir, objenin şeklini algılayabilir, dış etkileri yani çevreyi bastırabilir. Görüntü işlemede kullanılan önemli yöntemlerden biri olup özellikle tanıma sistemlerinde tercih edilmektedir. Fonksiyon formüle edilecek olunursa,

$$g(x, y; \lambda, \theta, \varphi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + y'^2 \gamma^2}{2\sigma^2}\right) \exp\left(i\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \varphi\right)\right)$$

Burada  $x$  ve  $y$  olarak verilen giriş değerleri  $n \times n$  boyutundaki bir matrise  $\left[-\frac{n-1}{2}, \frac{n-1}{2}\right]$  kapalı değerlerin verilmesiyle elde edilir.  $x'$  ve  $y'$  ifadelerine ise koordinat dönüşümü kullanılarak ulaşılır.

$$x' = x \cos \theta + y \sin \theta$$

$$y' = x \sin \theta + y \cos \theta$$

$\theta$  yönelim açısını verirken  $\sigma$  2. Çarpan bir gaussian fonksiyondur.  $\lambda$  cosinüs çarpanının dalga boyunu belirlerken birimi pikseldir.

Filtre sonucu elde edilen doğruluk değeri %63,13 olduğu ve filtre yavaş çalıştığı için alternatif filtreleme yapılmıştır.

#### 2.2.7. Temel Bileşenler Analizi (PCA)

Ham verinin temel bileşen analizinin yapılmasını sağlar. Veri madenciliği temelli olup girilen değerlerin belirli özelliklerinden yararlanarak tahmin etme konusunda avantaj sağlamaktadır. Katsayıları, skoru,  $x$  matriks kovaryansının eigen değerlerini, standardize edilmiş skor değerlerin karelerinin toplamı değerini, toplam varyansın oranını ve  $x$ 'teki değişkenlerin hesaplanmış ortalarını göstermeyi sağlayan PCA analizi özünde bir boyut değiştirme bileşenidir.

#### 2.2.8. Gaussian Farkı (DoG)

Kenar algılama metodu olarak kullanılır. Laplace dönüşümüne benzer bir dönüşüm olan DoG ile resim ilk önce Gaussian kernel konvolüsyonu ile düzeltilir. DoG fonksiyonu iki gaussian fonksiyon ile farklı uzaysal sabitler bu farklılıktan doğan farklı amplitüdlerin farklarının alınmasından elde edilir. [41] Giriş görüntüsündeki parlak değerler DoG filtresine giriş olarak verildiğinde kenarı olan görüntüler elde edilir. Süzgeç kullanmadan kenar tespiti yapan DoG metodunun formülü aşağıdaki gibidir,

$$G_{\sigma_1}(x, y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_1^2}} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma_1^2}\right)$$

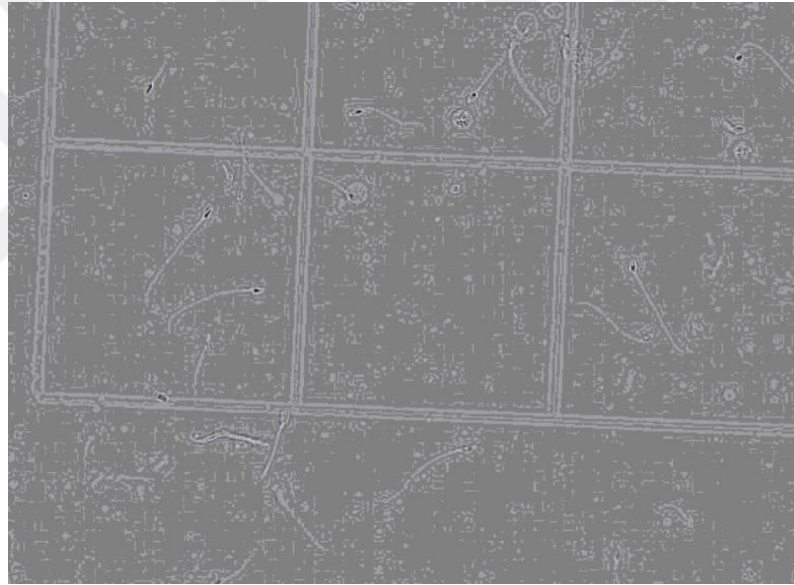
DoG fonksiyonuna ait giriş parametreleri şu şekildedir,

- X: İstenilen boyutta gri değerli görüntü.
- Sigma1: Filtreye ait en küçük gaussianın standart sapması. Ön tanımlı değeri 1.
- Sigma2: Filtreye ait en büyük gaussianın standart sapması. Ön tanımlı değeri 2.

DoG fonksiyonuna ait çıkış parametreleri şu şekildedir,

- Y: DoG filteleli gri değerli işlenmiş çıkış görüntüsü.

Giriş verisi olarak verilen sigma değerlerinde optimum olan seçilir. Bu çalışmada gama için 0.3 sigma için 0.5 değerleri seçilmiştir. Şekil-5 te verilmiştir.



Şekil 6. Optimum DoG Görüntüsü

### 2.2.9. LBP Renk Uzayı

Bölgesel ikili desen olarak adlandırılan LBP renk uzayı gri seviyeli özellik operatörüdür. Görüntü üzerinde LBP kodu, piksel ve komşuluk karşılaştırması yapıp hesaplama yapar. Formülü ise şu şekildedir,

$$LBP_{P,R} = \sum_{i=0}^{P-1} s(g_i - g_c) 2^i, s(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

$g_c$  ifadesi merkez pikselin gri değeri iken  $g_i$  bu değer komşuluğunun gri değeridir. P komşu piksel sayısı, R ise komşuluğun derecesini veren değerdir.[42]

Çalışmada LBP tek başına çalıştırıldığında %54,49 doğruluk ile çalışırken DoG ile birlikte çalıştığında anlamlı sonuç üretememiştir. Bu nedenle farklı renk uzayları denenmiştir.

### 2.2.10. LAB Renk Uzayı

LAB renk uzayı Munsell renk sistemi üzerine kuruludur. Üç eksenli LAB renk uzayında L ‘açıklık’ bilgisi içerirken a ve b renk boyutlarıdır. Lab modeli aygıttan bağımsız bir renk modeli olarak kabul edilir.

- L: 0-100 arası değişen açıklık parametresidir.
- A: Yeşil kırmızı ekseninde yer alıp +127 ile -128 arasında değişebilir.
- B: Mavi sarı ekseninde yer alıp +127 ile -128 arasında değişebilir.

XYZ renk sistemindeki kolorimetrik uzaklık ile bireysel renkler algılanan uzaklığa karşılık gelmemektedir. LAB renk uzayında bu sorun çözülmüştür. Bu nedenle RGB renk uzayında alınan görüntüler üzerinde LAB renk uzayının kombinasyonları denenmiş optimum olan seçilmiştir. Bu çalışmada ‘l+a+b’ değerleri kullanılmıştır.

### 2.2.11. Destek Vektör Makinesi (Support Vector Machine SVM)

Sınıflandırma veya regresyon zorlukları için kullanılan bir makine öğrenme algoritmasıdır. İstatistiksel öğrenme teorisi ve yapısal risk minimizasyonuna dayanan bu algoritma daha çok sınıflandırma problemleri için kullanılıp n boyutlu bir uzayda her bir nokta ve bu noktaların koordinat bilgilerini gösterir. Ardından iki sınıftan oldukça farklılaşan hiper düzlem bulunarak sınıflandırma gerçekleştirilir. SVM iki sınıfı en iyi ayıran sınırdır. Düzlemde bulunan her bir nokta şu şekilde tanımlanabilir,

$$D = \{(x_i, c_i) | x_i \in R^p, c_i \in \{-1, 1\}\}_{i=1}^n$$

Svm uygulamalarında ayrılan gruplara yakın ve paralel sınır çizgileri çizilip bu sınır çizgileri birbirlerine yaklaştırılarak ortak bir sınır çizgisi üretilir.

Bu algoritmaya toplam 1466 veri girişı yapılmıştır. Bu veriler sperm ve lökosit, arka plan olarak ayrılmıştır. Eğitime tabii tutulan verilerin sonucunda çıkan model ile verilerin %70'i ile test yapılmıştır. %84,74 doğru sonuç elde edilmiştir.

### 2.2.12. K Katlamalı Çapraz Doğrulama

Başarının test edilmesinde kullanılan bu metot sınıflandırma işleminin tutarlılığını test eder. 'K-Fold' olarak geçen bu ifadede k parametresi veri kümesinin toplam kaç parçaya bölüneceğini belirtir. Verilen bu parametreye göre k-1 tanesi eğitim için kullanılırken 1 tanesi test için kullanılır. Ayrılan parçaların her biri ayrı ayrı teste tabii tutulur ve hepsinin ortalaması alınarak nihai ortalama belirlenir. Formülü řu şekildedir,

$$t_i \in VK; T_{ort} = \frac{\sum_{i=0}^k SF(t_i, VK - t_i)}{k}$$

Formülde geçen SF ifadesi test ve eğitim ifadesini, VK veri kümesini, k parça sayısını, ifadelerini karşılarken  $T_{ort}$  test ortalaması şeklindedir.

SVM sonrası elde edilen başarı oranının test edilmesi için çapraz doğrulama metodu uygulanmıştır. Çapraz doğrulama sonucu elde edilen başarı oranı %73,78'e düşmüştür.

### 2.2.13. Etiketleme

Bağılantılı bileşen etiketleme işlemi olarak adlandırılan bu metot ikili görüntüye uygulanır. Sezgisel algoritmaya dayanan bu yöntem ile her bir bileşene ait etiket atanır.[43]

Etiketleme sonucu 22 alt özellik bazlı nesnelere incelenmiştir. Bu alt özellikler řu şekilde sıralanabilir,

- Alan: Skalar büyüklük olup bölgede bulunan gerçek piksel sayısını verir.
- Sınırlayıcı Kutu: Bölgeyi içeren en küçük dikdörtgensel bölge olup  $1*(Q*2)$  lik alan döndürür. Q ise görüntünün ölçüsünün sayısıdır.
- Merkez: kümelenmiş bölgenin merkezidir.  $1*Q$  vektörüdür. Birinci eleman horizontal koordinatı (x koordinat) verirken ikinci eleman vertikal koordinatı (y koordinat) verir.

- Konveks Bölge: Konveks görüntüdeki piksel sayısını skalar büyüklük olarak döndürür.
- Konveks Örtü: Bölge içeren en küçük konveks poligondur. P\*2 matriksini döndürür.
- Konveks Görüntü: Gövde içindeki tüm piksellerin bulunduğu konveks örtüsü olan görüntüdür. Görüntü ölçüleri bölgenin sınırlayıcı kutusudur. Binary görüntü olup lojik değer döndürür.
- Eksantriklik: Bölge ile aynı benzer ikini ana sahip elipsin eksantrikliği olup büyüklük skalardır. Eksantriklik, elipsin odakları ile major eksen uzunluğu arasında kalan uzunluğun oranıdır. 0-1 arasında değerdedir. Yuvarlaklık oranı 0 ile, düzlük oranı 1 ile gösterilir.
- Denklik Çapı: Bölgenin benzer alana sahip çemberin çapı olup skalar büyüklük döndürür. Formülü;

$$\sqrt{(4 * Alan)/\pi} \text{ şeklindedir.}$$

- Euler Sayısı: Bölgedeki nesne sayısından bu nesnedeki deliklerin sayısının çıkarılmasıyla elde edilen değer olup skalar büyüklüktür.
- Derece: Bölgedeki piksellerin Toplam sınırlayıcı alandaki pikseli oranı olup skalar büyüklüktedir.
- Maksimum Minimum Noktalar: Bölgedeki ekstrem noktaları gösterir. 8\*2 boyutlarında matris döndürür.
- Dolu Alan: Dolu görüntüdeki piksel sayısını gösterir. Skalar büyüklüktür.
- Dolu Görüntü: Bölgedeki sınırlayıcı kutu ile aynı boyuttaki görüntüdür. Binary, lojik alan döndürür. Açık pikseller, tüm deliklerle dolu bölgeye karşılık gelir.
- Görüntü: Bölgedeki sınırlayıcı kutu ile aynı boyuttaki görüntüdür. Binary, lojik alan döndürür. Açık pikseller bölgeye karşılık gelir ve diğer tüm pikseller kapalıdır.

- Büyük Eksen Uzunluğu: Bölge ile aynı normalleştirilmiş ikinci merkezi anlara sahip olan elipsin büyük ekseninin uzunluğu olup skalar büyüklük döndürür.
- Küçük Eksen Uzunluğu: Bölge ile aynı normalleştirilmiş ikinci merkezi anlara sahip olan elipsin küçük ekseninin uzunluğu olup skalar büyüklük döndürür.
- Oryantasyon: Skalar büyüklük döndüren bu değer x eksenini ile elipsin major eksenini arasındaki açıdır. -90 derece ile 90 derece arasında değer alır.
- Çevre: Bölgedeki sınırın uzaklığı olup skalar büyüklük döndürür. Pikseldeki çiftin birleşik noktaları ile bölgenin kenarları arasındaki uzaklığın hesaplanması ile bulunur.
- Piksel Kimlik Listesi: Bölgedeki piksellerin lineer indisleri olup vektör elementi değeri döndürür.
- Piksel Listesi: Bölgedeki piksellerin konumları olup matris döndürür.
- Katılık: Konveks örtüdeki piksellerin oranı olup skalar büyüklük döndürür. Alanın konveks alana bölünmesi ile değer hesaplaması yapılır.
- Alt Dizi Kimliği: Objenin çevresini kapsayan L'nin elementleridir. İndis içeren hücre dizisi döndürür.

Bu çalışmada 4 alt özellik kullanılmıştır. Bu özellikler şu şekilde sıralanabilir,

Solidity, Convex Area, Perimeter, Equiv Diameter. Bu özellikler sonucunda %88,96 doğrulukla çalışan SVM çıktısı elde edilmiştir.

#### 2.2.14. Hareketlilik Tespiti Algoritması

Sperm hücrelerinin hareketli olup olmadığını anlamak için yeni bir script yazılmış olup özel bir kütüphane kullanılmamış olup görüntüler birbirinden çıkarılarak görüntüde oluşan farklılıklar hareketlilik olarak tanımlanmıştır.

Hareket eden spermelerin hareket hızları birbirinden farklı olmasına rağmen saniye başı kat ettikleri piksel oranı üzerine algoritma kurgulanmıştır. Ayrıca görüntüye yeni bir sperm girmiş olması riskine karşılık da sperm hareket kapasitesi piksel olarak

hesaplanmış her bir spermin kapasite olarak komşuluk alanı taranmış ve değişikliklerin olduğu yere etiket atanarak sperm hareketliliği tespit edilmiştir. Bu bölümde tahmin algoritması kullanılmamış ancak çalışma prensibinden yararlanmıştır. Bir spermin maksimum gidebileceği uzaklık ve yer belirlenmiş, her bir spermin etrafında tam çap yeni bir hareketlilik tespit edilmiştir. Görüntüye sonradan giren spermeler ise yeni listeye dahil edilmiş aynı işlemler yeni spermeler için de tekrarlanmıştır. Her bir sperm için hareket etme tolerans değeri atanmış olup bu sınır değerler içinde hareket etmemişse hareketsiz sperm listesine aktarılmıştır.



### 3. BÖLÜM

#### BULGULAR

Tez çalışması boyunca 15 hastaya ait 25.9995 adet görüntü(Şekil-7) kullanılmış ve görüntülere ilk olarak ön yükleme işlemi yapılmıştır. İyileştirme aşamalarında görüntülerin yaklaşık %35 i görüntü işleme için devre dışı kalmıştır.

Görüntüler elde edildikten sonra ön yükleme işlemi yapılmıştır. Bunların ilki olan gradient işlemi bulanık görüntülerin(Şekil-8) silinmesi işlemi sağlamaktadır. Gradient ile bulanık görüntüler tespit edilmiştir. Bu tespit iki önemli durum için önem arz etmektedir. Bunlardan ilki programın hızlı çalışmasını sağlamak, diğeri ise görüntülerin değiştiği yerin öğrenilmesini sağlamaktadır. Görüntülerin değişim sağladığı yer ise mikroskobun manuel değiştiği alanları göstermektedir. Kullanıcı tarafından mikroskop görüntü alanının kaydırılarak kayıt altına alındığı görüntü kaydı sırasında aynı alanın ikinci kere sayılmasını engellemektedir. Bulanık olmayan görüntünün gradient değeri (Şekil-9) bilindiği için ön tanımlı Sobel operatörü kullanılmıştır. Şekil 10'da gradient uygulanmış bulanık görüntü görülmektedir.

İkinci işlem ise ortalama almak olup kayıt esnasında oluşan hataların giderilmesi üzerinedir. Görüntüler kayıt altına alınırken yüksek ebatlı olmalarından kaynaklı olarak donma sorunu yaşanmaktadır. Bu sorunu çözmenin yanı sıra yine gereksiz bilgilerin silinmesi sağlanmıştır. Böylece program hızlandırılmıştır. RGB görüntüler kullanıldığı için her bir kanal için ayrı ortalama alınmıştır. Veri kaybı olmaksızın ortalama değerlerine bakılıp eşik değeri altında bulunan görüntüler silinmiştir.

Sonraki yöntem olan kayan pencere yönteminde ise pencere yükseklikleri denenmiş en optimum değeri olan 7 pikselde karar kılınmıştır. Bu değerin seçilmesindeki bazı kriter sperm hücrelerinin baş boyutu olup zoom oranınca görüntüdeki kapladığı yerdir. Pencere adım boyu ise en hassas değeri olarak belirlenmiştir.

Pencereleme işleminden sonra görüntülere Kmeans uygulanmıştır. İki farklı grup belirtilerek fikrin pratik doğrulaması yapılmıştır. Sperm olanlar ve olmayanlar arasında önemli bir fark olup olmadığına bakılmıştır.

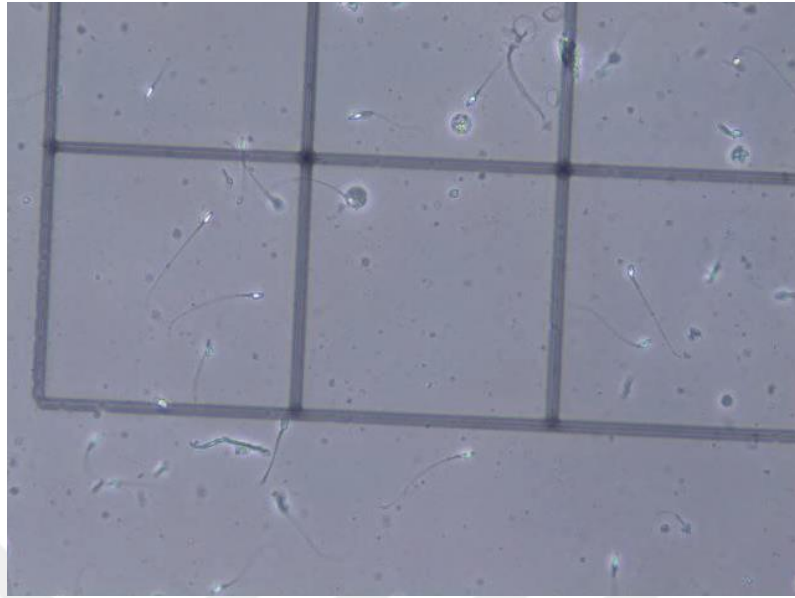
Kmeans işleminden sonra görüntülere pca uygulanıp ilk üç grup alınmıştır. Pencere boyu, yüksekliği, adım sayısı ve nbins değerleri değiştirilerek dağılım gözlenmiştir. Eşik değer deneme yanılma yöntemi ile belirlenmiş en iyi bulunan değer ile elde edilen görüntüler sırasıyla şekil 11 ve 12’de verilmiştir. PCA doğrusunda eksenler x-y olmak üzere dağılım gözlenmektedir.

Pratik doğrulamadan sonra hasta görüntüleri sperm başı, lökosit ve arka plan olmak üzere üç ana gruba ayrılarak manuel seçim uygulanmıştır. Bu noktaların merkez değerleri kayıt altına alınıp sırasıyla DoG, LBP, LAB ve Gabor uygulanıp özellikler çıkarılmıştır. Uygulanan filtreler için sigma, gama, kombinasyon gibi değerler değiştirilip sonuca etkilerine bakılmıştır. DoG – Gabor ve LAB uzaylarının birbirlerine ve görüntü işlemeye olan katkıları arasında değişimler incelenmiştir. Özellikle LAB nin kendi içindeki değişimler kaydedilmiş ve sonuçta kullanılacak ve kullanılmayacak metotlar belirlenmiştir.

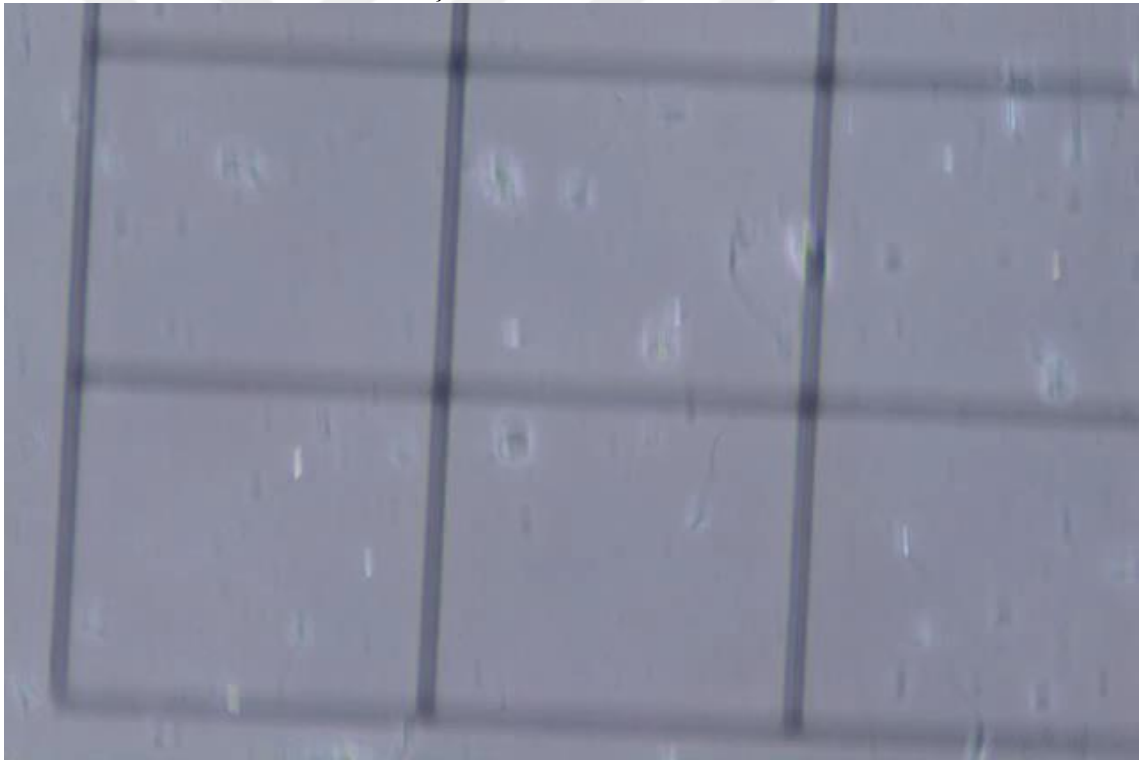
Şekil 13’te pencere boyutu ve yüksekliği 20 piksel olmak üzere adım sayısı 2 olarak PCA dağılımına bakılmıştır.

14. şekilde kayan pencereleme yapılmış hali gösterilmiştir. Şekil 15 ve 16’da DoG uygulanmış pencere ve görüntü yer almaktadır. Şekil 17’de LBP uygulanmış görüntüler yer alırken renk uzayı değiştirilmiş görüntüler Şekil 18’de verilmiştir.

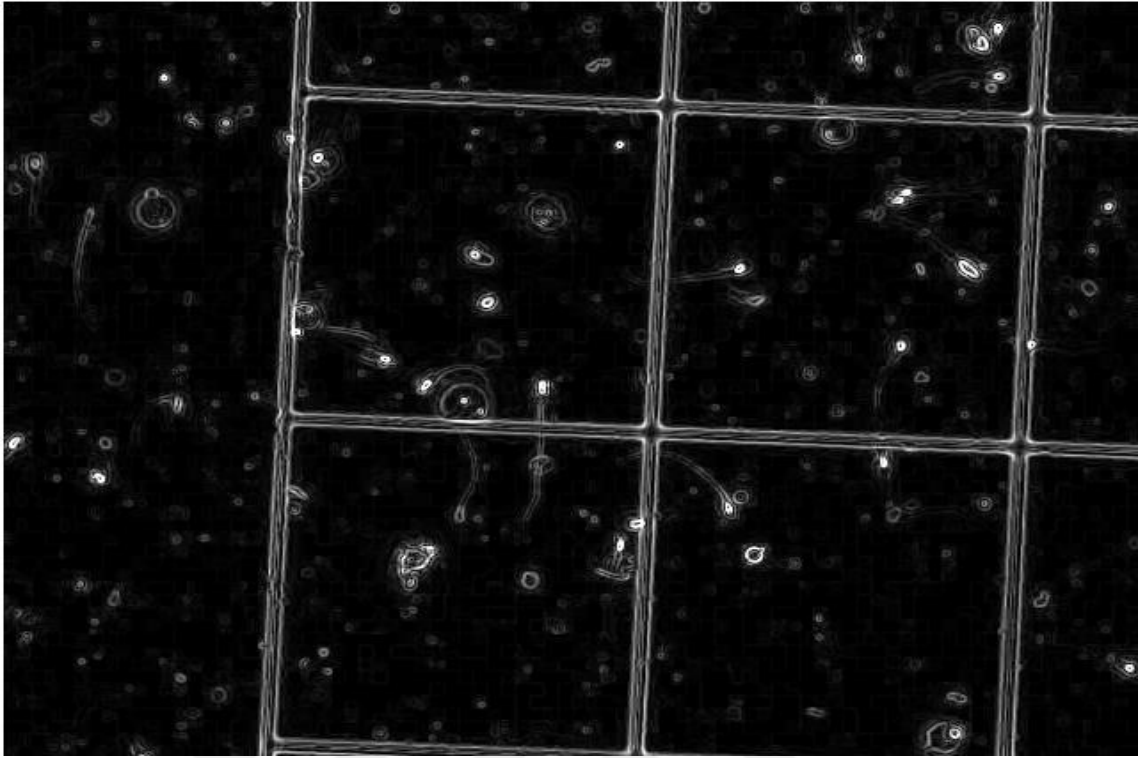
Şekil 19, 20 ve 21’de ise LAB uygulanmış uzayın sırasıyla ‘AB’, ‘LA’ ve ‘LB’ konfigürasyonları verilmiştir.



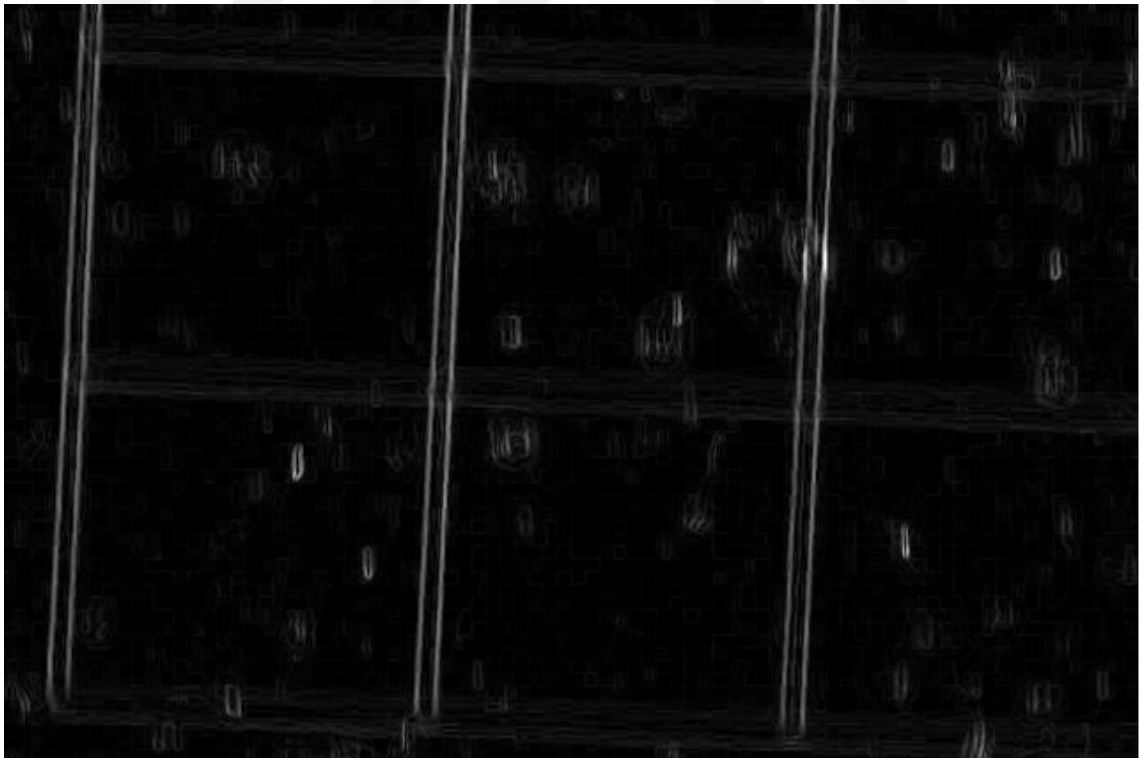
Şekil 7. Ham Görüntü



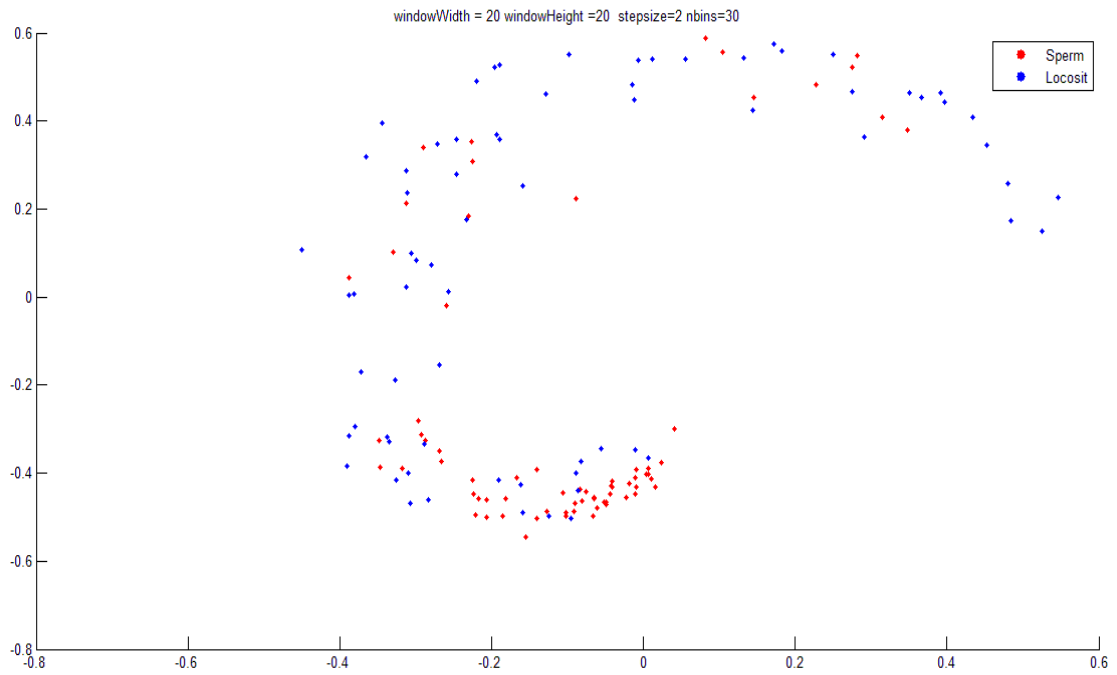
Şekil 8. Bulanık Resim



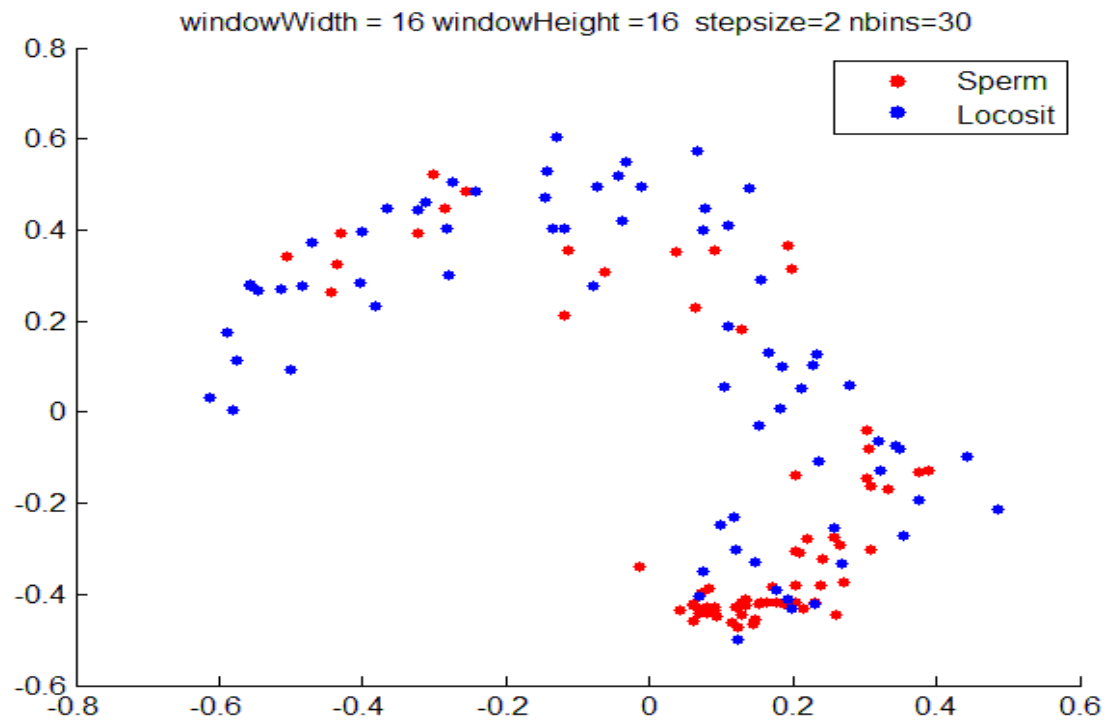
Şekil 9. Gradient Uygulanmış Bulanık Olmayan Görüntü



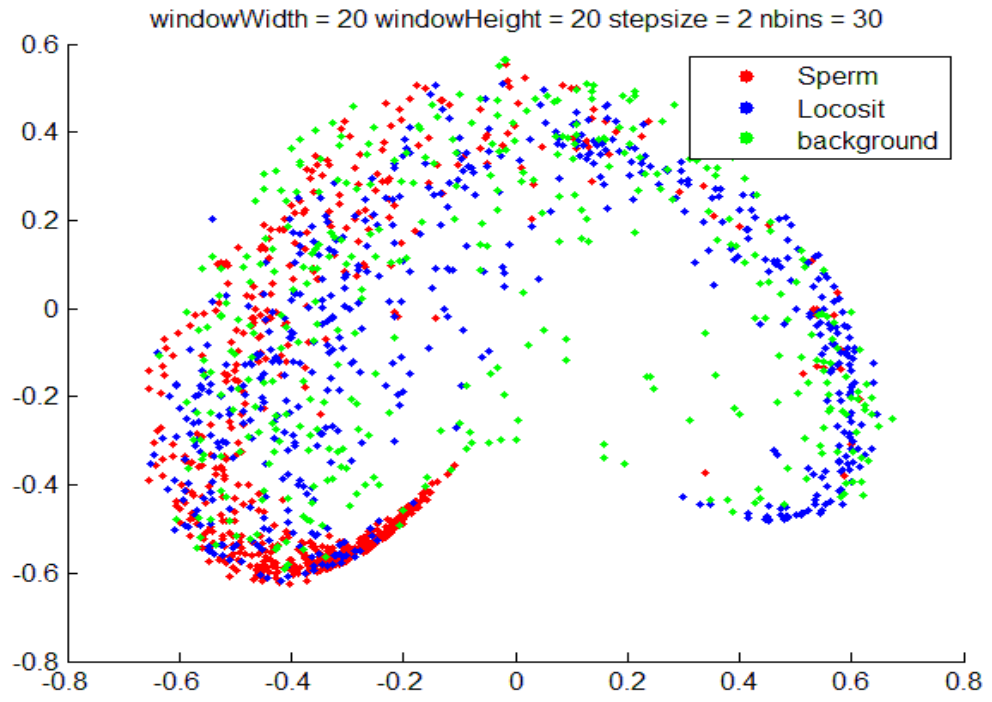
Şekil 10. Gradient Uygulanmış Bulanık Görüntü



Şekil 11. Kmeans PCA Sınıflandırma/1



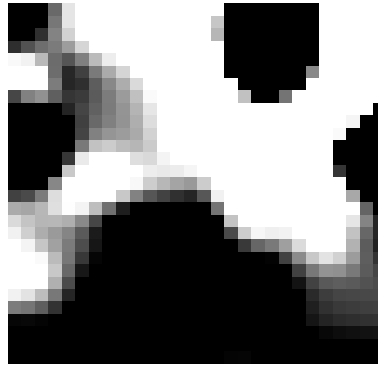
Şekil 12. Kmeans PCA Sınıflandırma/2



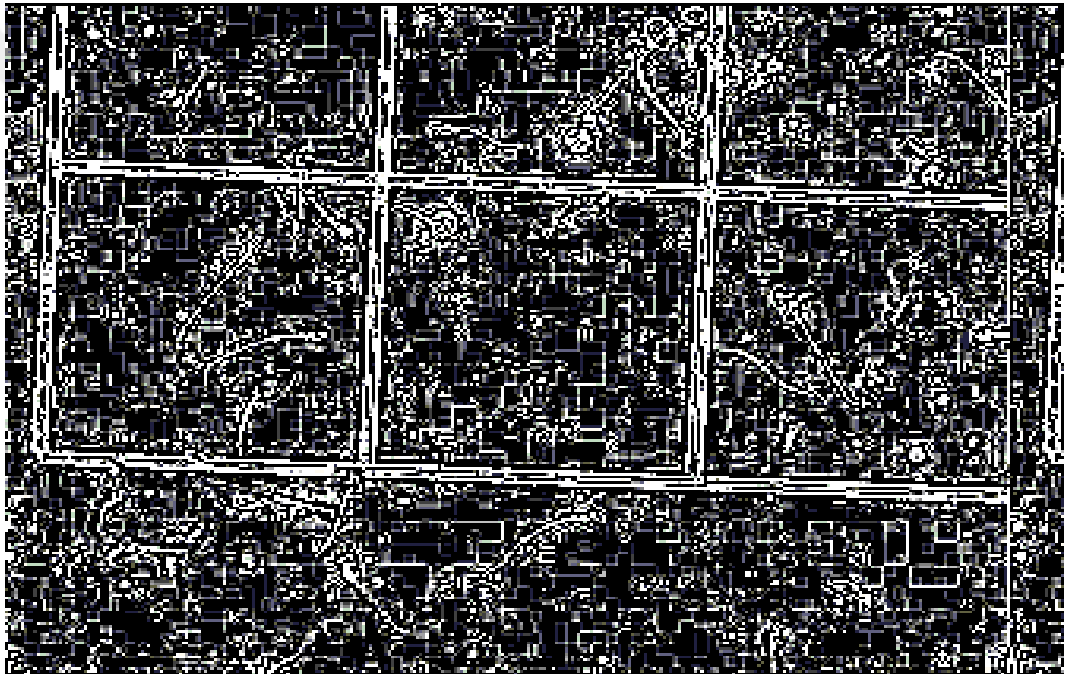
Şekil 13. RGB PCA Dağılımı



Şekil 14. Kayan Pencereleme Yapılmış Ham Görüntü



Şekil 15. DoG Uygulanmış Pencere



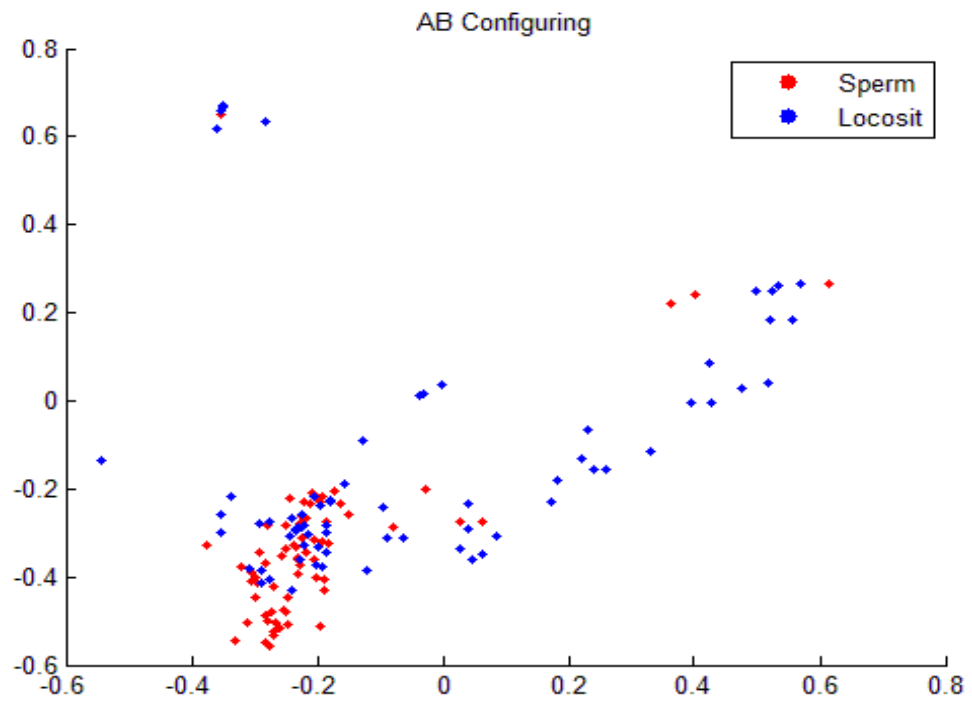
Şekil 16. DoG Uygulanmış Görüntü



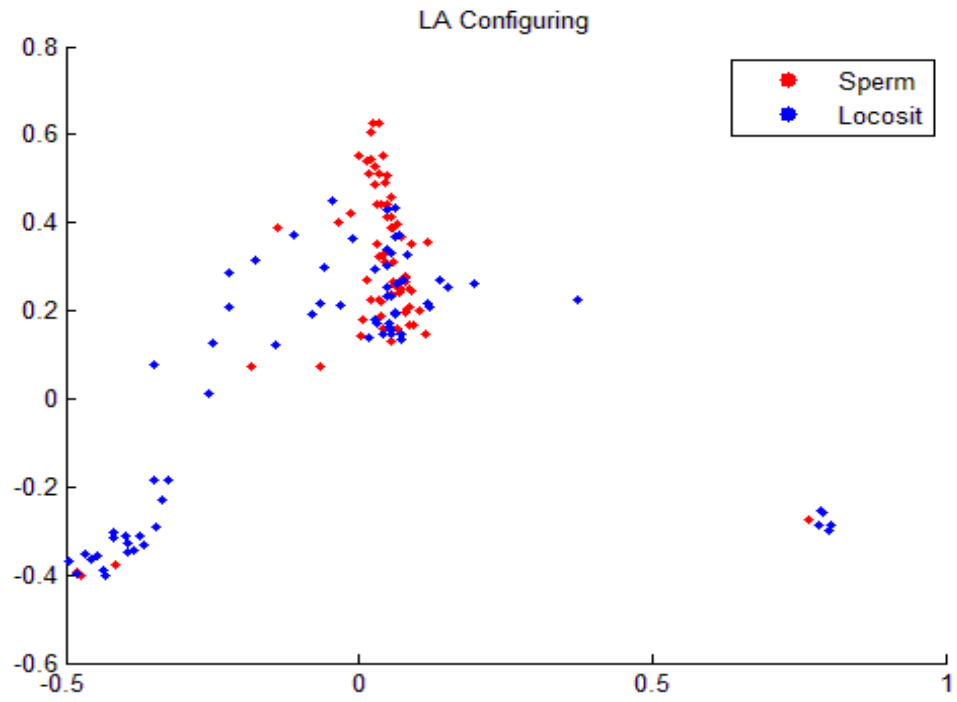
Şekil 17. LBP Uygulanmış Pencere



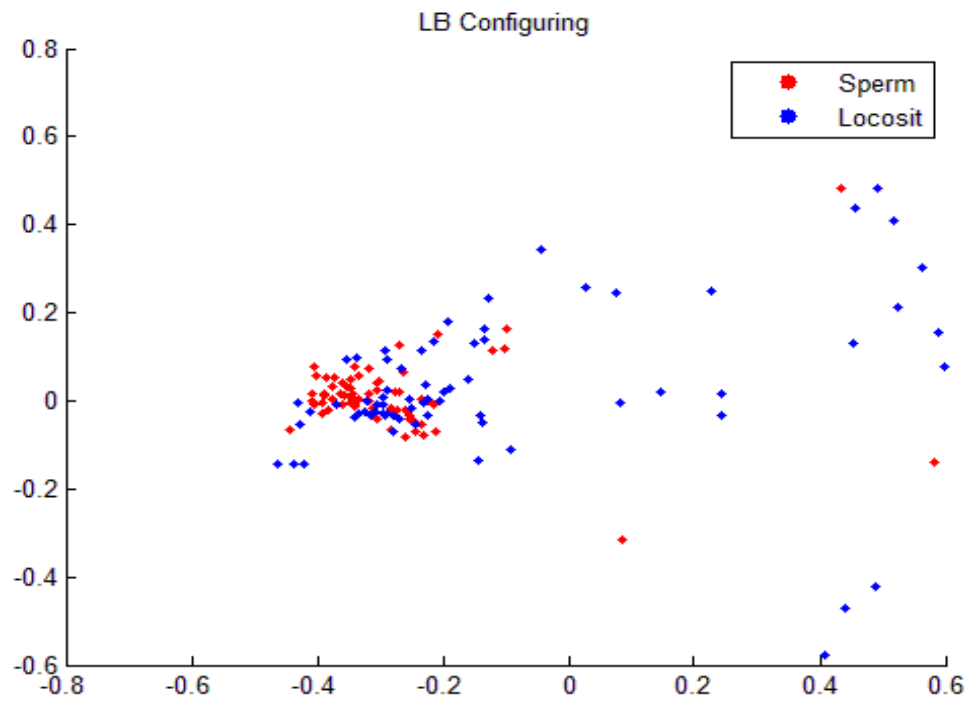
Şekil 18. LAB Uygulanmış Pencere



Şekil 19. AB Konfigürasyonu



Şekil 20. LA Konfigürasyonu



Şekil 21. LB Konfigürasyonu

## 4. BÖLÜM

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan çalışma sonucu DoG ve SVM'nin RGB renk uzayında tek başına anlam ifade etmediği görülmüştür. LAB renk uzayında DoG kombinasyonun çalışma doğruluğunu pozitif anlamda ~%30 etkilediği gözlenmiştir. Çapraz doğrulama yapmadan SVM sonrası %84,74 doğruluk değeri elde edilmiştir. Çapraz doğrulama sonucu doğruluğun %10,96 düşmesi ile etiketleme uygulanmıştır. Alt özellikler kullanılarak eşikleme yapılmış ve yeniden SVM uygulanmıştır. Çapraz doğrulama sonuçları ile birlikte %96,94 doğrulukla çalışan model bulunmuş ve diğer hastalara da uygulanmıştır. Model sonrası uzman görüşü ile birlikte değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada %5 hata payı gözlenmiş olup nihai proje %95 doğruluk ile çalışmaktadır. Çalışma sperm sayısının doğru sayılmasına olanak sağlayan uzman bir sistem olarak son derece ümit vericidir.

Çalışmada gerçekleştirilen otomatik sperm sayma yazılımı gerek kullanıcıya kolaylık sağlaması gerekse hastaya nicel gözleme dayalı sonuç vermesi açısından önem arz etmektedir.

Literatürde yer alan Patolojik Görüntülerin Bilgisayar Analiz Programı ile Değerlendirilmesi adlı çalışmada Gri seviyeleme ve seçili alana göre renk sınıflandırılması yapılmıştır.

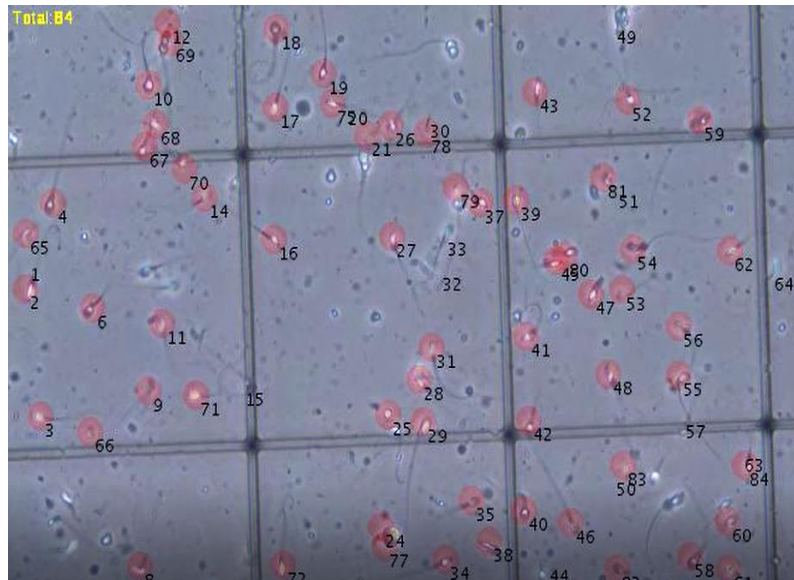
Sperm Analizi için Bilgisayar Görüsü Tabanlı Yeni Bir Yaklaşım ve Uygulaması başlıklı çalışmada ise Kalmann Filtresi ve en efektif olarak Hough Dönüşümü yapılmıştır.

Görüntü İşleme Destekli Sperm Analizi[44] başlıklı çalışmada SVM uygulanmış olup SVM üzerine hareketli sperm analizi algoritması eklenerek çalışmaya devam edilmiştir.

Son olarak CASA: Capabilities and Potential Developments başlıklı çalışmada özellikle spermin hareketliliği ve hareketlilik sınıfının belirlenmesi üzerine standardize edilmiş ve kabul edilmiş yazılım programlanmıştır.

Mevcut sistemler (CASA) içerisinde kendi mikroskobunu bulunduran geniş kapsamlı ve oldukça pahalıdır. Bu sebeplerle hastanelerde yaygın olarak bulunmayan bir sistemdir. Dolayısıyla günümüzde sperm analizi gözle yapılan son derece subjektif bir değerlendirmedir. Bu çalışma ile önerilen tasarım hastane mikroskobu görüntülerini bilgisayara direkt aktararak çalışan, düşük maliyetli ve pratik bir yazılımdır. Böylelikle infertilite hastaları bulundukları her hastanede göreceli bir değerlendirmeye tabi olmayan uzman bir sistem ile teşhis ve takip edilebilecektir.

Çalışma sonucu elde edilen yapay zeka algoritması ile sağlıklı sperm başları başarılı bir şekilde bulunurken iğne başlı spermler yazılım tarafından tespit edilememiştir. Ayrıca spermlerin hareketlilik oranları belirtilmemiş olup bir sonraki çalışmada hedef iğne başlı spermleri bulmak ve spermlerin hareketlilik oranlarını belirlemek üzerine kurgulanacaktır.



Şekil 22. Hareketli Sperm Sayımı Sonuç

## KAYNAKLAR

1. Aboulghar MA, Mansour RT, Serour GI. et al. 'Management of long- standing unexplained infertility: A prospective study' American Journal of Obstetrics Gynecology, 1999
2. Ercan Ü. 'Açıklanamayan İnfertilite Hasta Grubunda Yaşanan IVF Uygulama Başarısızlıklarında Sperm DNA Hasarı ve Anöploidinin Etkisi', Turgut Özal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Genetik Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2015
3. Tekeli A. 'Anormal Semen Parametreleri Olan Erkeklerde Semen Analizi Ve Semende Mast Hücresi İle Lökositin Sperm Hareketliliği Ve Morfolojisi Üzerine Etkileri', 2011
4. Tapırsız Ö., Altınbaş Ş., Abike F., Göktolga Ü. 'Jinekolog Gözü ile Semen Analizi ve Son Gelişmeler', **Türk Jinekoloji ve Obstetrik Derneği Dergisi**, 2012
5. Dohle GR, Diemer T, Giwercman A, Jungwirth A, Kopa Z, Krausz C. 'Guidelines on Male Infertility', European Association of Urology, 2010
6. İnce B., 'Varikosel Ameliyatının Spermiyogram Sonuçlarına Etkisi', Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2012
7. James EG. 'Disorders of The Testes And The Male Reproductive tract. 9th Ed.' Philadelphia: WB Saunders, 1998
8. Akand M. 'Testiküler İniş, Kriptorşidizm ve İnguinal Herni', Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Derleme
9. Lipshultz LI, Caminos-Torres R, Greenspan CS, Snyder PJ. 'Testicular Function After Orchiopexy For Unilaterally Undescended Testis' N Engl J Med 1976;295:15-8.
10. Werder EA, Illig R, Torresani T, et al. 'Gonadal Function İn Young Adults After Surgical Treatment Of Cryptorchidism' **Br Med J** 1976;2:1357-9.

11. Akyol İ. 'İnmemiş Testisin Uzun Dönem Sonuçları: Kanseri ve İnfertilite', Gülhane Askeri Tıp Akademisi Haydarpaşa Eğitim Hastanesi, Üroloji Kliniği, Türk Üroloji Semineri, 2012
12. Özaydın S., Mahmut Z., Çelebi S., Başdaş C., Güvenç Ü., Sander S. 'Çocuklarda Kasık Fıtığı ve Hidrosel: Yirmi Yedi Yıllık Deneyim', Kanuni Sultan Süleyman Eğitim Araştırma Hastanesi, 2016
13. Gomella LG, Spires SM, Burton JM, Ram MD, Flanigan RC. 'The Surgical Implications Of Herniation Of The Urinary Bladder' **Arch Surg** 1985; 120:964-7.
14. Bozkurt İ., Arslan H., Yonguç T., Akdeniz F., Değirmenci T., Nergiz N., Koraş Ö. 'Skrotal Mesane Fıtığı', Tepecik Eğitim Hastanesi, 2014
15. Yener O., Kuşak M., Özçelik A., Aksoy F., Erengül C., Demir M., 'Kasık Fıtığı Onarımında; Ağ Örne Takviye, Lichtenstein Yöntemi Ve Plug - Mesh İle Onarım Yöntemlerinin Testiküler Kan Akımına Olan Etkilerinin Doppler Ultrasonografi İle Karşılaştırılması', Göztepe Eğitim Araştırma Hastanesi, 2. Cerrahi Kliniği, İstanbul, 2010
16. Yerby MS, McCoy GB 'Male Infertility: Possible Association With Valproate Exposure' *Epilepsia*;1999, 40 (4): 520-521.
17. Aldemir E., Akdeniz F., 'Effects of Valproate on Male Reproductive Functions', 2009
18. Sönmez Ç., Kaymak A., Güntaş G., 'Halk Sağlığı Problemi Olan Talasemilerde Laboratuvar', Derleme 2014
19. Perera D., Pizzey A., Campbell A., Katz M., Porter J., Petrou M., Irvine D.S., Chatterjee R. 'Sperm DNA Damage In Potentially Fertile Homozygous B-Thalassaemia Patients With Iron Overload', *Human Reproduction*, Volume 17, Issue 7, 1, Pages 1820–1825, 2002

20. Yiğın A., Gökçe A., 'Y Kromozomu Mikrodelesyonları Ve Erkek İnfertilitesi'İ. Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Tıbbi Genetik AD, Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji AD
21. Beşen M., Kızılkaya Beji N., 'Fertilite ve Bitkiler', Mersin Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu; İstanbul Üniversitesi, Florence Nightingale Hemşirelik Fakültesi, 2014
22. Kim B, Park K, Rhee K. 'Heat Stress Response Of Male Germ Cells' Cellular and Molecular Life Sciences. 2013;70(15):2623–36.
23. Ghasemi N, Babaei H, Azizallahi S, Kheradmand A. 'Effect Of Long- Term Administration Of Zinc After Scrotal Heating On Mice Spermatozoa And Subsequent Offspring Quality' Andrologia, 2009;41(4):222–8.
24. Özgür B.C., Eroğlu M., 'Obezite ve İnfertilite' Ankara Eğitim Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği,2012
25. Demirci N., Potur D., 'Erkek Fertilitesi Ve Riskli Yaşam Biçimi Davranışları' **F.N. Hem. Dergisi, 2014; 22(1): 39-45**
26. Terzioğlu F., Yücel Ç., Karatay G., 'Sigara ve İnfertilite', Hacettepe Üniversitesi - Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü,2008
27. Hviid, A., Rubin, S., & Mühlemann, K. 'Mumps' The Lancet, 371(9616), 2008
28. Qua Q., Fangb C., Zhanga L., Jiaa W., Wengb J., Li Y., 'Infectious Disease Modelling, A Mumps Model With Seasonality', China 2017
29. Özbey İ., Androloji Bülteni, Haziran 2011 Atatürk Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Üroloji AD
30. Schrader M, Heicappell R, Müller M, Straub B, Miller K. 'Impact Of Chemotherapy On Male Fertility' Onkologie 2001;24:326-30.
31. Tekeli A. 'Anormal Semen Parametreleri Olan Erkeklerde Semen Analizi Ve Semende Mast Hücresi İle Lökositin Sperm Hareketliliği Ve Morfolojisi Üzerine Etkileri',2011

32. D. Katz ve H. Dott, 'Methods Of Measuring Swimming Speed Of Spermatozoa', J. Reprod Fertil, 45:1 1975 263-272.
33. G. David, C. Serres ve P. Jouannet, 'Kinematics Of Human Spermatozoa' Gamete Res., 4:1 1981 83-95.
34. T. F. Kruger, T. C. DuToit, D. R. Franken, A. A. Acosta, S. C. Oehninger, R. Menkveld ve C. J. Lombard, 'A New Computerized Method Of Reading Sperm'
35. Tapısız Ö., Altınbaş Ş., Abike F., Göktolga Ü., 'Jinekolog Gözü ile Semen Analizi ve Son Gelişmeler', Türk Jinekoloji ve Obstetrik Derneği Dergisi, 2012
36. Avunduk M.C., Işık H., Sezgin E., 'Patolojik Görüntülerin Bilgisayarlı Analiz Programı İle Değerlendirilmesi' 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, 2009
37. Cooper T., 'İnsan semeninin incelenmesi ve işlemlerden geçirilmesi', Türk Üroloji Derneği, WHO, 2010
38. Okumuş F., 'Sperm Analizi için Bilgisayar Görüsü Tabanlı Yeni Bir Yaklaşım ve Uygulaması', İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016
39. R. Amann ve D. Waberski, 'Computer-Assisted Sperm Analysis (CASA): Capabilities And Potential Developments, Theriogenology' 81:1 2014 5-17.
40. Eset K. 'Akciğer Pet Görüntülerinde Bölütleme Yöntemlerinin İncelenmesi' Erciyes Üniversitesi, 2016
41. Sunayama T. Ikebe M., Asai T., Amemiya Y. 'Cellular vMOS Circuits Performing Edge Detection with Difference-of-Gaussian Filters', Hokkaido University, 2000
42. Wang S., Huang D., Jia H., Liu D., Dickson B., 'Adjacent Local Binary Patterns Based on Color Space Fusion for Color Image Classification', Jilin University, 2015

43. Kaya A.A., Yiğit Y., ve Amasyalı M.F., ‘Otonom Bir Robotla Statik Ortamda Nesne Etiketleme’, Dicle Üniversitesi Kongre Merkezi,2010
44. Başarslan Ş., İçer S., Ekmekçioğlu O., ‘Görüntü İşleme Destekli Sperm Analizi’,Tıptekno,2015



# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Şule Başarslan  
Uyruğu: Türkiye (TC)  
Doğum Tarihi ve Yeri: 17 Eylül 1990, Kayseri  
Medeni Durumu: Bekâr  
email: [sulebasarslan@gmail.com](mailto:sulebasarslan@gmail.com)  
Yazışma Adresi: Yeni Mah. Aşıkveysel Bul. Erciyes Teknopark 67B/43  
Melikgazi/KAYSERİ

## EĞİTİM

| Derece        | Kurum                     | Mezuniyet Tarihi |
|---------------|---------------------------|------------------|
| Yüksek Lisans | EÜ Fen Bilimler Enstitüsü | 2018             |
| Lisans        | EÜ Mühendislik Fakültesi  | 2014             |
| Lise          | Fatma Kemal Timuçin AL    | 2009             |

## İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl         | Kurum                                                  | Görev         |
|-------------|--------------------------------------------------------|---------------|
| 2015- Halen | MIPS Laboratuvar Ar-Ge Yazılım<br>San. ve Tic. Ltd Şti | Kurucu Ortak  |
| 2014–2015   | Turkcell Bölge Müdürlüğü                               | BTK Sorumlusu |

## YABANCI DİL

İngilizce

## YAYINLAR

- Başarslan Ş., İçer S. ve Ekmekçioğlu O. "Image Processing Assisted Sperm Analysis, Medical Technologies National Congress, (2017)
- Başarslan Ş., İçer S. ve Gengeç Ş. "Migren Hastalığının EEG Sinyalleri ile Araştırılması", ELECO, (2014)