

**MİKROBİYOLOJİK DİSK DİFÜZYON YÖNTEMİ
İLE ELDE EDİLEN GÖRÜNTÜLERİN GERÇEK
ZAMANLI GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurgül ÖZMEN SÜZME

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

Haziran, 2016

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS

MİKROBİYOLOJİK DİSK DİFÜZYON YÖNTEMİ İLE ELDE EDİLEN
GÖRÜNTÜLERİN GERÇEK ZAMANLI GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ
İLE ANALİZİ

Nurgül ÖZMEN SÜZME

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ

Haziran, 2016

TEZ ONAY SAYFASI

Nurgül ÖZMEN SÜZME tarafından hazırlanan “Mikrobiyolojik Disk Difüzyon Yöntemi ile Elde Edilen Görüntülerin Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme Teknikleri ile Analizi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 17/06/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Fecir DURAN
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Uçman ERGÜN
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Hüseyin ENGİNAR
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

24/06/2016

Nurgül ÖZMEN SÜZME

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİKROBİYOLOJİK DİSK DİFÜZYON YÖNTEMİ İLE ELDE EDİLEN GÖRÜNTÜLERİN GERÇEK ZAMANLI GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE ANALİZİ

Nurgül ÖZMEN SÜZME

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

Klinikte antimikrobiyal tedavi, duyarlılık testlerinin sonuçlarına göre belirlenmektedir. Antimikrobiyal duyarlılık testleri, antimikrobiyal ajanın belli bir bakteri türüne karşı in-vitro etkinliğini saptamak amacıyla uygulanan testlerdir. Bu çalışmada görüntü işleme teknikleri kullanılarak test aşamasında meydana gelebilecek kontaminasyonların ortadan kaldırılması ve test sonuçlarının okunmasında uzmanlara destek verebilecek bir sistemin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Tasarlanan sistemde, plakalar üzerinden görüntülerin alınıp kaydedilebilmesiyle; testlerin doğruluk ve güvenilirliğinin artırılması, testlerde okuyucuya bağlı anlık hataların minimum düzeye indirilmesi, hastalıkların belirlenmesinde daha hızlı ve güvenilir sonuçların alınması hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında bakterilerin üreyebileceği şartlara sahip kabin gerekli donanımlarla desteklenerek görüntü alımına uygun hale getirilmiştir. Mikrobiyolojik disk difüzyon yöntemi ve Potato Dextrose Agar (PDA) kullanılarak yapılan ekimler kabin içerisinde gerçek zamanlı olarak izlenerek kullanıcının belirlediği aralıklarla görüntüler alınarak dokümanite edilmiştir. Escherichia coli (ATCC 25922), Pseudomonas aeruginosa (ATCC 27853) ve Salmonella suşları bu çalışmada kullanılmıştır. Revize edilen inkübatör kabınının ışık dağılımının homojenliği plexiglass ve vinil malzeme kullanılarak sağlanmıştır. Görüntülerin alınması, kaydedilmesi ve işlenmesi kısmında Matlab yazılımından faydalanılmıştır. Bir yazılım ara yüzü oluşturularak kullanıcıdan alınacak seçimlere bağlı olarak testler yapılmıştır.

Geliştirilen sistem ile inkübasyon süresince sıcaklık ve nem gibi çevresel parametreler ile inkübasyon süresince meydana gelen değişimler belli zaman aralıkları ile kayıt altına alınmıştır. Bu sayede ilaç ile bakteri arasında oluşan etkileşim zamana bağlı olarak incelenmiştir. Elde edilen görüntülerden tasarlanan program aracılığıyla bakterilerin gelişim evreleri ve belli antibiyotiklere karşı duyarlılık-dirençlilik durumları belirlenmiştir.

2016, xii + 48 sayfa

Anahtar Kelimeler: Görüntü İşleme, Mikrobiyoloji, Disk Difüzyon Testi, Kontaminasyon

ABSTRACT
M.Sc Thesis

**ANALYSIS OF THE IMAGES THAT OBTAINED WITH THE
MICROBIOLOGICAL DISK DIFFUSION METHOD BY USING REAL-TIME
IMAGE PROCESSING TECHNIQUES**

Nurgül ÖZMEN SÜZME

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electric-Electronic Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Uğur FİDAN

Antimicrobial treatment in the clinic is determined according to the results of susceptibility testing. Antimicrobial susceptibility testing, tests are performed to determine the in vitro activity of an antimicrobial agent against a particular bacterial species. In this study, using image processing techniques intended elimination of contamination may occur during the test step and aimed to realize a system that can support the expert in reading the test results. The images taken over the plate in the designed system is aimed to be saved by increasing the accuracy and reliability testing; to minimize the instantaneous error in the tests depends on the reader, the identification of disease has been targeted to be the faster and more reliable results. In this study, the bacteria reproduce cabin conditions that have been made to conform to the image acquisition supported by the necessary equipment. Using microbiological disk diffusion method and Potato Dextrose Agar (PDA) cultivations images were documented at intervals that set by the user. Escherichia coli (ATCC 25922) and Salmonella strains used in this study. The homogeneity of light distribution of the incubator cabinet is provided using plexiglass and vinyl. In the part of taking, saving and processing of the image the Matlab software is used. Creating a software interface based on the selections from the user to test it has been made.

With this system, the changes that occur during the incubation with environmental parameters such as temperature and humidity during incubation have been recorded by certain time intervals. Thus it was examined depending on the time of the interaction

between drug and bacteria. From the resulting images through programs designed development phase of bacteria and against certain antibiotic susceptibility-resistance state is determined.

2016, xii + 48 pages

Keywords: Image Processing, Microbiology, Disk Diffusion Test, Contamination

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel alışmaların ynlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında; büyük ilgi ve anlayış gstererek beni destekleyen, değerli bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren ok değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Araştırma sırasında laboratuvar imkanları sağlayan Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanlığına, laboratuvar kullanımı sırasında yardımını esirgemeyen gıda mühendisliği bölümü Arş. Grv. Teslime EKİZ' e yardımları için teşekkür ederim.

Tez çalışmam içerisinde yer alan mikrobiyolojik analizler kısmında sundukları imkanlardan dolayı AFYON HALK SAğLIğI LABORATUVARI'na ve Biyolog Cemil BAŐAK'a teőekkürü borç bilirim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı eşim Kadir SÜZME' ye ve aileme teşekkür ederim.

Nurgül ÖZMEN SÜZME
AFYONKARAHİSAR, 2016

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	3
2.1 Antibiyotik Duyarlılık Testleri	3
2.1.1 Disk Difüzyon Yöntemi	3
2.1.2 Dilüsyon Testi	4
2.1.3 E Test.....	5
2.1.4 Otomatize Yöntemler	5
2.1.5 Moleküler Yöntemler	6
2.2 Potato Dekstroz Agar(PDA)	6
2.3 Görüntü İşleme	7
2.3.1 Görüntü İşleme Sisteminin Bileşenleri.....	7
2.3.2 Sayısal Görüntü İşlemenin Temel Adımları.....	9
2.3.3 Görüntü İşlemede Kullanılan Yöntemler	12
2.4 Görüntü İşleme ve Mikrobiyolojik Görüntüler Hakkında Yapılan Çalışmalar .	19
3. MATERYAL ve METOT	22
3.1 İnkübatör Kabin Tasarımı	22
3.2 Mikrobiyolojik Disk Difüzyon Testi	23
3.3 Görüntü İşleme Programı Algoritması	28
3.3.1 Kullanılan Görüntü İşleme Metodları.....	29
4. BULGULAR	31
4.1 Görüntü Kaydının Alınması.....	31
4.1.1 İnkübasyon Kabini Aydınlatma Sistemi ve Aydınlik Dağılımının Belirlenmesi.....	31
4.1.2 İnkübasyon Kabininin Isıl Dağılımının Belirlenmesi.....	33

4.2 Görüntü Alma Modülü.....	35
4.3 Alanların Analizi.....	35
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	41
6. KAYNAKLAR.....	43
6.1 İnternet Kaynakları	46
ÖZGEÇMİŞ.....	47

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C	Celsius
Mm	Milimetre
ml	Mikrolitre
µm	Mikrometre
Cm	Santimetre
G	Gram
ml	Mililitre

Kısaltmalar

ADT	Antibiyotik Duyarlılık Testi
ALU	Aritmetik Lojik İşlem Birimi
Am	Ampicillin
BDT	Bilgisayar Destekli Tespit
C	Cephalexin
CE	Conformite European
Cl	Chloramphenicol
CPU	Merkezi İşlem Birimi
DDM	Disk Difüzyon Metodu
DDT	Disk Difüzyon Testi
E	Erythromycin
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
HD	High Defination
LoG	Gauss Laplace
İYE	İdrar yolu enfeksiyonları
MHA	MUELLER-HINTON Agar
MİK	Minimal İnhibitör Konsantrasyonu
PC	Kişisel Bilgisayar
PDA	Potato Dextrose Agar
PID	Oransal İntegral Türevsel
PFGE	Darbeli Alan Jel Elektroforezi
RGB	Red Green Blue
TSA	Tryptic Soy Agar
USB	Universal Serial Bus
YBMD	Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Zox	Ceftizoxime

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Elektromanyetik spektrum Test	7
Şekil 2.2 Genel amaçlı bir görüntü işleme sisteminin bileşenleri	8
Şekil 2.3 Sayısal görüntü işlemenin temel adımları	10
Şekil 2.4 Görüntü İşleme Metodolojisi	12
Şekil 2.5 Yapılan yayınların yıllara göre sayısı	19
Şekil 3.1 Tasarlanan kabin	22
Şekil 3.2 Algoritma	29
Şekil 4.1 Plexiglass kullanılarak elde edilen histogram	32
Şekil 4.2 Plexiglass ve vinil kullanılarak elde edilen histogram	32
Şekil 4.3 E. coli bakterisinin antibiyotiğe karşı oluşturduğu zon çaplarının zamana göre dağılımı	39

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Kenar belirleme oparetörleri	17
Çizelge 2.2 Y.Gauss Laplacian	17
Çizelge 3.1 Kullanılan etüvün teknik özellikleri.....	23
Çizelge 3.2 Kullanılan hassas terazinin teknik özellikleri	24
Çizelge 3.3 Kullanılan manyetik karıştırıcının teknik özellikleri	25
Çizelge 3.4 Nüve SteamArt OT 90L otoklav teknik özellikleri.....	26
Çizelge 4.1 Işık dağılımı	33
Çizelge 4.2 E. Coli bakterisinin zamana göre üreme görüntüleri ve zon çapları	40
Çizelge 4.3 Salmonella bakterisinin zamana göre üreme görüntüleri ve zon çapları	40

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 2.1 (a) Disk difüzyon testi, (b) Zon çapının ölçülmesi.....	4
Resim 2.2 Kapakla kapatılmış steril pleyt.....	4
Resim 2.3 E-Test.....	5
Resim 2.4 PDA yöntemi.....	6
Resim 2.5 (a) Orijinal Resim, (b) Genleşme Uygulanmış Resim.....	14
Resim 2.6 (a) Orijinal Resim, (b) Aşınma Uygulanmış Resim.....	14
Resim 2.7 (a) Orjinal Resim, (b) Açma Uygulanmış Resim.....	15
Resim 2.8 (a) Orjinal Resim, (b) Kapama Uygulanmış Resim.....	15
Resim 2.9 (a) Orijinal Resim, (b) Gri Seviye Resim, (c) Robert resim, (d) Prewitt Resim, (e) Sobel resim, (f) Log resim, (g) Canny resim	18
Resim 3.1 Tartım.....	25
Resim 3. 2 Manyetik karıştırıcı ile karıştırılması.....	25
Resim 3. 3 Besiyerinin steril hale getirilmesi	26
Resim 3. 4 Besiyerinin petrilere boşaltılması	27
Resim 3. 5 Ekim yapılması	27
Resim 3. 6 Antibiyotik disklerin yerleştirilmesi	28
Resim 4. 1 Kabin içerisinden görüntü alınması	31
Resim 4. 2 Keithley 2700 data logger	34
Resim 4. 3 Data logger yazılımı arayüzü	35
Resim 4.4 Kabin içi sıcaklık dağılımı	35
Resim 4. 5 Görüntü alım sıklığının belirlenmesi ve görüntü alımı başlangıcı	36

Resim 4. 6 Alanların belirlenmesi ve hesaplanması	37
Resim 4. 7 Manuel PDA analizi.....	37
Resim 4. 8 DDM analizi ile alanların hesaplanması	38
Resim 4. 9 Manuel DDM analizi	38

1. GİRİŞ

Enfeksiyona bağlı ateşli (çiçek, tüberküloz, veba, frengi, difteri vb) hastalıkların toplu ölümlere neden olması tarihte önemli yer tutmuştur. 1941 yılında Sir Alexander Fleming'in penisilini (antibiyotik) bulmasıyla bu hastalıklar kolayca tedavi edilebilir hale gelmiştir. Günümüzde antibiyotiklerin gereksiz kullanımı önemli bir sağlık sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Gereksiz ve uygunsuz antibiyotik kullanımı toplumda antibiyotik direncine sebep olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) antibiyotiklerin gereksiz yere kullanıldığını işaret etmektedir (İnt. Kyn 1). Antibiyotik direnci, antibiyotiğin belli bir bakteriyi öldürme ve/veya üremesini durdurma özelliğini kaybetmesidir. Bu hem toplum kaynaklı hem de hastane enfeksiyonlarında hasta oranlarının artmasına, tedavinin başarısızlığına hatta ölümlerle sonuçlanan vakalara yol açmaktadır.

Antimikrobiyal duyarlılık testleri, bir antimikrobiyal ajanın belli bir bakteri türüne karşı in-vitro etkinliğini saptamak amacıyla uygulanan testlerdir. Klinikte antimikrobiyal tedavinin, duyarlılık testlerinin sonuçlarına göre belirlenmesi esastır. Antibiyotik kullanımına bağlı olarak giderek artan direnç oranları nedeniyle duyarlılık testi yapılmadan tedaviye başlanmamalı ve bu yolla tedavinin başarısız olmasına ve direnç gelişiminin artmasına engel olunmalıdır (Bozkurt *et al.* 2005). Enfeksiyon sırasında canlıdan alınan örneklerden üretilen bakterinin, hangi ilaçlara ve bunların hangi yoğunluklarına duyarlı olduğunu saptamak amacıyla yapılan testlere Antibiyotik Duyarlılık Testi (ADT) denir. ADT ; Disk Difüzyon Testi (DDT), Dilüsyon, E-Test, Otomatize Yöntemler ve Moleküler Yöntemler olmak üzere beş farklı test grubundan oluşmaktadır. Uygulama yönteminin diğer yöntemlere göre daha kolay olmasından dolayı mikrobiyoloji laboratuvarlarında DDT'yi tercih edilmektedir. Bu yöntemde belirli yoğunluktaki bakteri besi yerine yayılır ve antibiyotik emdirilmiş diskler bunun üzerine yerleştirilir. Disk difüzyon yönteminde, disk çevresinde bakterilerin üremediği dairesel bir inhibisyon alanı oluşur. Diskin etrafında oluşan inhibisyon zonlarının ölçülmesi ile mikroorganizmanın duyarlılığı hakkında yargıya varılır. İnhibisyon zon çapları cetvel, kumpas gibi aletlerle ölçülür. Dilüsyon metodu ise Minimal İnhibitör Konsantrasyonu değerinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır (Jorgensen 2015). Cetvel yada kumpas ile yapılan ölçümler sırasında ölçme hataları ve kontaminasyonlar oluşabilmektedir. Bu da

iş güvenliği açısından meslek hastalıklarına neden olmaktadır. Ancak zamana bağlı görüntüler kayıt altına alınıp bu ölçümler elektronik ortamda yapılarak kontaminasyon ve meslek hastalıkları ortadan kaldırılabılır.

Bilimin başlangıcından beri görsel gözlemler önemli bir rol oynamıştır. Günümüzde kişisel bilgisayarlar ve iş istasyonları görüntü işlemek için yeterli hale gelmiştir. Görüntü işleme artık neredeyse tüm doğa bilimleri ve teknik disiplinlerin uygulama alanı olmuştur (Jahne 2002). Biyolojik ortamlardaki objelerin sayımı yapılırken stereoloji biliminden faydalanılabilmektedir. Stereoloji, yapıların iki boyutlu görüntülerinden, onların üç boyutlu özelliklerinin anlaşılmasıyla ilgilenen bir bilim dalıdır. Yeni geliştirilen stereolojik sayım metotlarından biri olan "disektör" sayım metodu, gerçekte üç boyutlu olan yani uzunluk, genişlik ve yüksekliğe sahip biyolojik materyalleri, sahip oldukları bu özelliklerini göz ardı etmeden saymaktadır (Sterio 1984, Howard 1998).

Bu çalışma kapsamında E.coli ve Salmonella bakterilerinin DDT metodu ile testi sırasında görüntü işleme metotları uygulanmıştır. E. coli üriner sistem enfeksiyonlarının %90'ına neden olmaktadır. İdrar Yolu Enfeksiyonları (İYE), dünya çapında en sık görülen toplum kökenli enfeksiyonlar arasında yer almaktadır. İYE enfeksiyonlarının tedavisinde bölgeye özgü bakterilerin antimikrobiyal duyarlılığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu belirlemeler genel geçer olmayıp ülke, bölge ve hastanelere göre değişiklik göstermektedir (Yılmaz 2016). E.coli ve Salmonella insan ve hayvanlarda mide enfeksiyonları, kan zehirlenmelerine yol açan, hayvanlarda ikincil durum solunum yolları enfeksiyonlarına neden olan önemli patojenlerdir (Hopkins *et al.* 2005).

Bu çalışmanın amacı gerçek zamanlı görüntü işleme teknikleri kullanarak meydana gelen riskleri ortadan kaldırmak, testlerin güvenilirliğini üst düzeye çıkarabilmek ve daha sistemli çalışmayı sağlayabilmektir. Bu sayede değerlerinin okunmasında ihtiyaç duyulan uzman görüşü otomasyon sistemine entegre edilerek laborantlar için bir karar destek sistemi geliştirmektir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

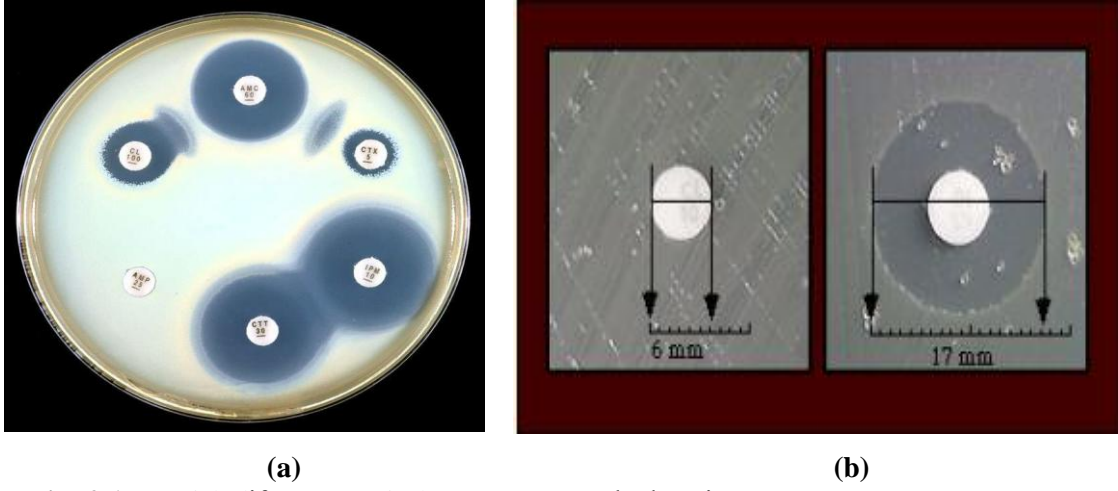
2.1 Antibiyotik Duyarlılık Testleri

Enfeksiyona bağlı ateşli (çiçek, tüberküloz, veba, frengi, difteri vb) hastalıkların toplu ölümlere neden olması tarihte hastalıklarla mücadelede önemli yer tutmuştur. Sir Alexander Fleming'in 1941 yılında penisilini bulması ile enfeksiyon hastalıkları tedavi edilebilir hale gelmiştir. Günümüzde antibiyotiklerin gereksiz kullanımı önemli bir sağlık sorunu haline gelmiştir. WHO antibiyotiklerin yaklaşık yarısının gereksiz yere kullanıldığını işaret etmektedir (Int. Kyn. 1). Gereksiz ve uygunsuz antibiyotik kullanımı toplumda antibiyotik direncine sebep olmaktadır. Antibiyotik direnci, antibiyotiğin belli bir bakteriyi öldürme ve/veya üremesini durdurma özelliğini kaybetmesidir. Bu hem toplum kaynaklı hem de hastane enfeksiyonlarında ciddi seyirli hasta oranlarının artmasına, tedavinin başarısızlığına, hatta ölümlerle sonuçlanan vakalara yol açmaktadır. Dirençli bakteri, antibiyotik karşısında hayatta kalarak çoğalmaya devam ederken, hastalığın daha uzun sürmesine yol açmaktadır. Bu tedavinin uzamasına ve maliyetinin artmasına sebep olmaktadır. Bu durumun önüne geçmek için uygun antibiyotik uygun dozda kişiye özel verilmelidir. Bu amaçla enfeksiyon sırasında canlıdan alınan örneklerden üretilen bakterinin, hangi ilaçlara ve bunların hangi yoğunluklarına duyarlı olduğunu saptamak amacıyla yapılan testlere ADT denir. ADT; Disk Difüzyon, Dilüsyon, E-Test, Otomatize Yöntemler ve Moleküler Yöntemler olmak üzere en sık kullanılan beş farklı test grubundan oluşmaktadır.

2.1.1 Disk Difüzyon Yöntemi

Rutin laboratuvarlarda, antibiyotik duyarlılığının saptanması kağıt disklerle emdirilen antibiyotiğin duyarlılığı araştırılan organizmanın bulunduğu besiyerine difüze olması temeline dayanmaktadır (Resim 2.1a). Bu amaçla; belli miktarlarda antibiyotik emdirilmiş kağıt diskler, test edilecek olan mikroorganizmanın yoğun bir şekilde bulunduğu katı besiyerlerine steril bir pens yardımıyla yerleştirilir. Bu işlem yapılırken, oluşacak zonların birbiri üzerine gelmemesi için diskler arasında 22 mm, petri kenarından ise 14 mm uzaklık olmasına dikkat edilmelidir. Besiyerleri 18-24 saat süreyle 35°C'de inkübe edilir. Diskler bir süre sonra çözünüp agara doğru difüze olurken, inoküle edilen mikroorganizma da çoğalmaya başlar. Belirli bir inkübasyon süresinden sonra ilacın inhibitör konsantrasyonlarının sağlandığı diskin çevresinde

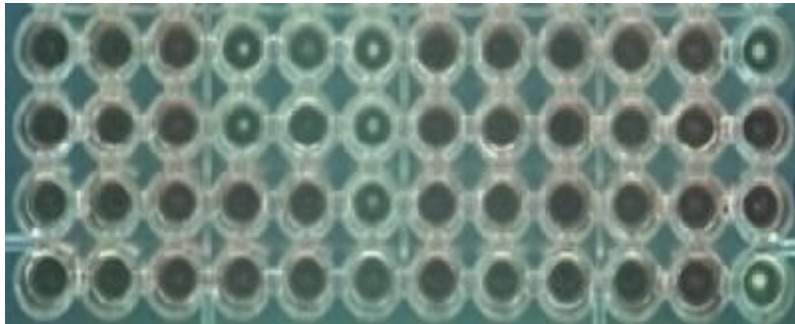
üreme görülmez. Mikroorganizma ilaca ne kadar duyarlı ise, diskin etrafında oluşan inhibisyon bölgesi o kadar geniş olacaktır. İnhibisyon zonunun çapı mm şeklinde ölçülerek (Resim 2.1b), standart tablolara göre değerlendirmeler yapılır ve mikroorganizmanın kullanılan antimikrobik ajanlara karşı duyarlılık durumu belirlenir (Int. Kyn.2).



Resim 2.1 (a) Disk difüzyon testi, (b) Zon çapının ölçülmesi.

2.1.2 Dilüsyon Testi

Dilüsyon testi, antimikrobiyal ajanın bir mikroorganizmanın üremesini inhibe etmek veya öldürmek için gerekli olan minimum konsantrasyonunu belirlemek için uygulanır. Her bir antibiyotik konsantrasyonundan 100'er µl otomatik pipetle mikrop plakada bulunan kuyucuklara dağıtılır. Her kuyucuğa 0.5 McFarland bulanıklıktaki bakteri süspansiyonları steril serum fizyolojik veya buyyonla 1/10 oranında seyreltilerek 5'er µl inoküle edilir. Pleytlerin üzeri steril bir kapakla kapatılıp 35°C'de bir gecelik inkübasyon sonrasında kuyucuklarda bulanıklık değerlendirilmesi yapılır (Resim 2.2).



Resim 2.2 Kapakla kapatılmış steril pleyt.

Kuyucuklarda gözle görülebilir bulanıklığın olmadığı en küçük konsantrasyon belli bir bakteri suşuna karşı etkinliği araştırılan antibiyotığın Minimal İnhibitör Konsantrasyonu (MİK) değeri olarak belirlenir (Güven 2010).

2.1.3 E-Test

E-test yavaş üreyen bakterilerin ve anaerobların duyarlılıklarının belirlenmesinde en güvenilir yöntem olarak kabul edilmektedir. E-testin yönteminde standardize bir bakteri süspansiyonu (0.5 McFarland bulanıklıkta) MUELLER-HINTON Agar (MHA) (4mm kalınlığında) plağına yayılır. Dereceli antibiyotik konsantrasyonları emdirilmiş E-test fleritleri agar yüzeyine yerleştirilir. Bir gecelik inkübasyon sonrası, antibiyotığın üremeyi inhibe etmesiyle elips şeklinde bir inhibisyon zonu oluşur. MİK değeri, E-test kağıdı üremenin bittiği yerdeki kesişme noktasından okunur (Resim 2.3) (Güven 2010).



Resim 2.3 E-Test (Güven 2010).

2.1.4 Otomatize Yöntemler

Sonuçların tekrarlanabilirliği, tür düzeyinde tanının yapılabilmesi ve epidemiyolojik verilere kolay ulaşılabilmesi otomatize tanımlama ve duyarlılık saptama yöntemlerinin tercih edilmesine neden olmaktadır. Mikrobiyolojide otomatize sistemler iş yükünü azaltmaları ve kısa sürede sonuç vermelerinden dolayı klinik mikrobiyoloji laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Çekin 2013).

2.1.5 Moleküler Yöntemler

Moleküler yöntem, laktik asit bakterileri tanımlanması çalışmalarında daha kesin ve hassas sonuçlar verdiği için tercih edilen bir yöntemdir (Kıran 2011). Türkiye’de yapılan araştırmalarda en çok kullanılan moleküler tanımlama yöntemlerinin başında PFGE (Darbeli Alan Jel Elektrofrez) gelmektedir. Geleneksel jel elektrofrez yöntemleri, DNA örneklerinin katı matrikse (agaroz ya da poliakrilamit) yerleştirilmesi ve jel içindeki moleküllerin statik elektrik alanında göç ettirilmesidir (Çetinkaya 2012).

2.2 PDA

PDA, maya ve küfler için bakteriyel büyümeyi inhibe etmek amacıyla asit ya da antibiyotikler ile takviye edilebilen genel amaçlı besi yeridir (Resim 2.4). PDA yönteminde yiyecekler, süt ve kozmetik ürünler için plaka yöntemiyle sayım yapılması tavsiye edilmektedir.

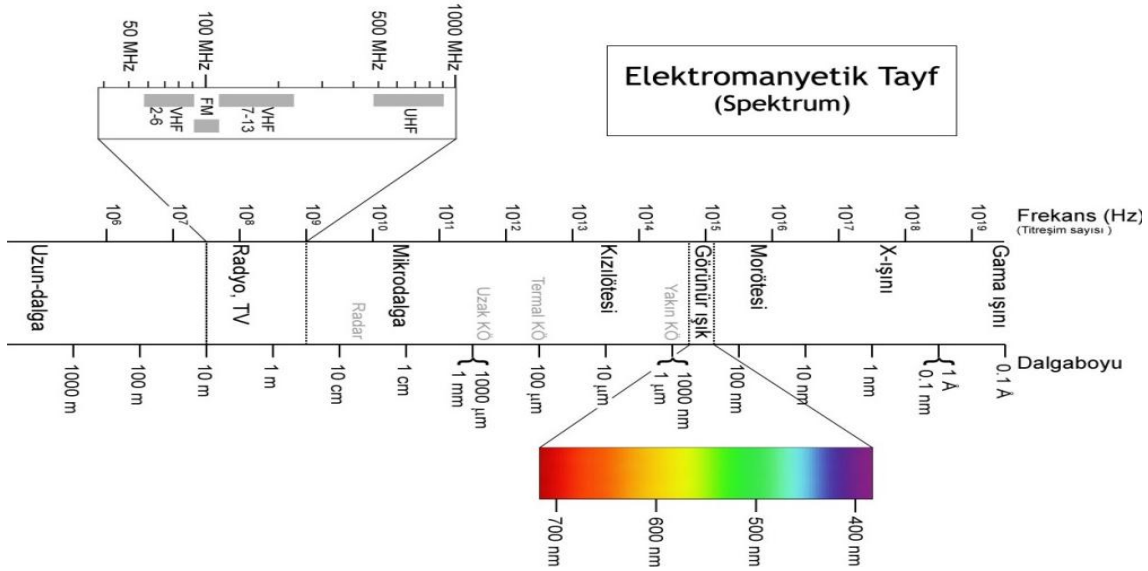


Resim 2.4 PDA yöntemi.

Beslenme açısından zengin taban (patates infüzyon), bazı dermatofitlerde kalıp halinde sporlaşmayı ve pigment üretimini teşvik etmektedir. PDA mantar büyümesini arttıran patates infüzyon ve dekstros içermektedir. Özel sıcaklık ve inkübasyon sürelerinde üreme durumu kontrol edilmektedir. PDA'da mayalar krem benzeri beyaz koloniler oluştururken küfler çeşitli renklerde ipliksi koloniler halinde büyümektedirler.

2.3 Görüntü İşleme

Işık, insan gözüyle algılanabilen elektromanyetik radyasyon tipidir. Elektromanyetik spektrumun görünür bandı yaklaşık olarak $0,43\mu\text{m}$ (mor) ve $0,79\mu\text{m}$ (kırmızı) aralığını kapsamaktadır (Şekil 2.1).



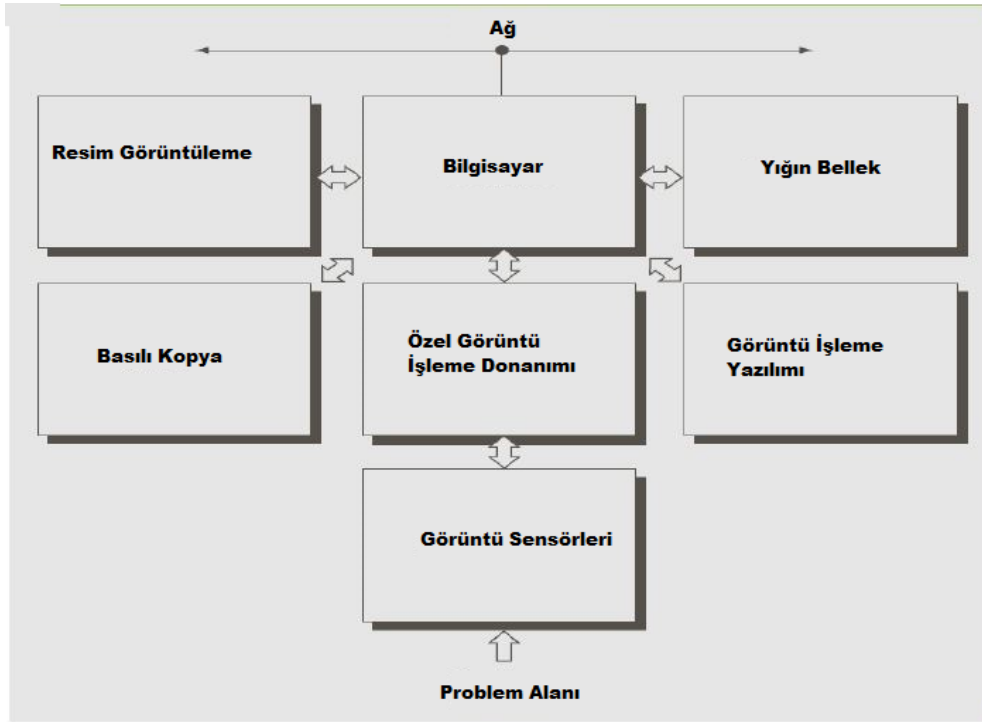
Şekil 2.1 Elektromanyetik spektrum (Louis E. Keiner, Coastal Carolina University) (İnt.Kyn.3).

Yansıyan ışığın özellikleri insan gözünün bir nesneden algıladığı renkleri belirler. Görüntüler genellikle aydınlatma kaynağı ve kaynaktan gelen enerjinin nesnelere üzerinde soğrulma ve yansımaları ile oluşur. Görüntü işleme dijital hale getirilmiş olan gerçek yaşama ilişkin görüntülerden ilgilenen bölgeleri ön plana çıkarma veya görüntüye ait özellikleri belirlemek için yapılır (İnt.Kyn.4). İnsan ve makine algılamaları farklı olduğundan, amaca uygun olarak, görüntü işleme biçimi de değişmektedir. İnsan algısı resimde açıklık, keskinlik ve detay ararken; makine algısı resimde düzen ve sadelik arar (Mc. Andrew 2004).

2.3.1 Görüntü İşleme Sisteminin Bileşenleri

Görüntü işleme taleplerinin artmasıyla endüstriyel veri yolu standartlarına uyumlu, mühendislik iş istasyonlarının ve kişisel bilgisayarların kasalarına sığabilecek biçimde tasarlanan görüntü işleme kartları görüntü işleme donanımı haline gelmiştir. Bu şekilde maliyetler düşmüş ve bu konuda yazılım geliştiren şirketlerin sayıları artmıştır.

Görüntü işleme bileşenlerinden olan sensörler ile ilgili sayısal görüntülerin elde edilmesinde iki elemana ihtiyaç duyulmaktadır. İlk olarak görüntülemek istenen nesneden yayılan enerjiye duyarlı bir cihaz ve ikinci olarak algılama cihazından alınan çıktıyı sayısal hale getiren bir sayısallaştırıcı cihaz kullanılmaktadır. Alınan bir görüntüde ışık şiddetine bağlı olarak bir çıktı oluşur. Sayısal dönüştürücüler bu elektriksel sinyalleri sayısal sinyale dönüştürürler (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Genel amaçlı bir görüntü işleme sisteminin bileşenleri.

Görüntü işleme donanımı, sayısallaştırıcılar ve basit işlemler yapan donanımdan oluşmaktadır. Aritmetik lojik işlem birimi (ALU) , görüntüler üzerinde paralel olarak aritmetik ve lojik işlemler yapar. Ayrıca ALU gürültü azaltılması amacıyla görüntülerin ortalamasını almaktadır. Bu tip sisteme ön alt sistem denilmektedir. Görüntü işleme için genel amaçlı bilgisayar kullanılmakla beraber yüksek performans gerektiren uygulamalar için özel bilgisayarlar kullanılmaktadır. Kişisel bilgisayarda (PC) görüntü işleme yazılımlarının çalışabilmesi için minimum gereksinimleri karşılayacak bir alt yapı olması gerekmektedir. Bu bilgisayarlar ile işletilen yazılım görüntü işlemede belirli görevleri yapabilmek için tasarlanmış özel modüllerden oluşmaktadır. İyi tasarlanmış bir görüntü işleme modülü ile kullanıcıya komut yazma imkanı da sağlanmaktadır.

Depolama kabiliyeti, görüntü işleme uygulamaları için büyük öneme sahiptir. Belirli bir piksel boyutunda ve her bir piksel değeri 8 bit ile gösterilen bir görüntü sıkıştırılmamışsa megabayt mertebesinde yer tutmaktadır. Eğer böyle bir görüntü sıkıştırılmamışsa saklama alanına ihtiyaç duymaktadır. Görüntü işleme uygulamaları için sayısal depolama üç ana başlığa ayrılmaktadır. Bunlar;

- İşlem sırasında kullanılmak için geçici süre depolama (Bilgisayar belleği ve ya çerçeve ara belleği denilen özel kartlar).
- Hızlı geri çağırım için çevrim içi depolama (Manyetik diskler ve optik depolama araçları).
- Seyrek erişim için arşivde saklama (Manyetik şeritler ve optik diskler).

Resim görüntüleme ağırlıklı olarak monitörler kullanılmaktadır. Monitörler bilgisayar sisteminin tamamlayıcı parçası olarak kullanılmakta ve görüntü ve grafik ekran kartlarının çıktıları sayesinde çalıştırılmaktadır. Yoğun görüntü işlemleri için yeterli olmayan uygulamalar karşısında stereo ekranlar kullanılmaktadır. Görüntü kaydı için; basılı kopya cihazları, lazer yazıcılar, kameralar, mürekkep püskürtmeli birimler ve optik /CD-ROM diskler kullanılır. Sayısal ortamda görüntüleme görüntü sunumları için standart olarak kabul edilmektedir.

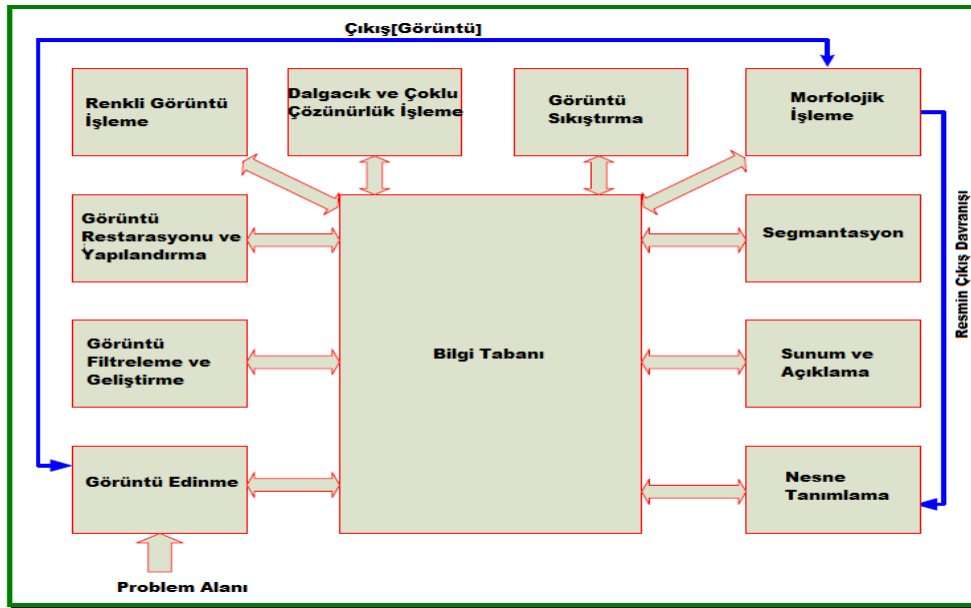
Görüntü işleme uygulamalarında büyük miktarda veriden dolayı görüntü iletimindeki ana etmen bant genişliğidir. Özel ağlarda bu sorun oluşturmazken uzaktan erişim için önemli bir problem olmaktadır. Optik fiber ve geniş bantlı iletişim teknolojileri sayesinde iletim hızı gittikçe artmaktadır (Gonzales 2007).

2.3.2 Sayısal Görüntü İşlemenin Temel Adımları

Sayısal görüntü işlemenin temel adımları sırası ile görüntü edinme, görüntü filtreleme ve geliştirme, görüntü restorasyonu ve yapılandırma, renkli görüntü işleme, dalgacık ve çoklu çözünürlük işleme, görüntü sıkıştırma, morfolojik işleme, bölütleme yöntemleri, sunum ve açıklama ve nesne tanımlamadır (Şekil 2.3).

Görüntü edinme adımında sensör ile elde edilen görüntüler sayısallaştırılır. Eğer sensör ya da kamera çıkışı dijital değilse analog dijital çevirici ile sayısallaştırma işlemi

gerçekleştirilir. Görüntü filtreleme ve geliştirme görüntü işleme adımlarından biridir. İşleme sonucunda özel bir amaç için elde edilen görüntü, giriş görüntüsünden farklı olmaktadır. Buradaki amaç uygulamaya yönelik olarak görüntünün zenginleştirilmesidir. Görüntü zenginleştirme için genel bir kuram yoktur. Yorumlama için işlenen görüntüde, görüntü zenginleştirme işleminin ne kadar iyi çalıştığını belirleyen kişi görüntüyü son olarak gören kişidir. Görüntü zenginleştirme; görüntüyü görsel açıdan cazip, ilgi çekici ve anlaşılması kolay hale getirmektir (Gonzalez 2007).



Şekil 2.3 Sayısal görüntü işleminin temel adımları (Gonzalez 2007).

Görüntü restorasyonu ve yapılandırma işlemi görüntü zenginleştirme işlemine benzer olarak görüntü iyileştirmeye yönelik bir işlemdir. Ancak görüntü zenginleştirme görüntüye bakanın yorumuna dayalı öznel bir yöntem olmasına rağmen görüntü onarma, onarma tekniklerinin matematiksel ve olasılıksal modellere dayalı olması bakımından nesnel bir yöntemdir. Bunun sonucunda yapılandırma işlemi gerçekleştirilmiş olur (Gonzalez 2007).

Renkli görüntü işleme ile resim içerisinde ilgilenilen bölgenin özniteliklerin çıkarılması temel olarak kullanılmaktadır. Renkli görüntü işleme iki sınıfta değerlendirilir. Aynı ayrı işlenmiş bileşenlerden bileşik işlenmiş renkli görüntü oluşturulur veya doğrudan renk pikselleri ile çalışılır. Eşitlik 2.1'de "C" Red Green Blue (RGB) renk uzayında bir

vektörü temsil etmektedir. RGB sisteminde her bir piksel RGB koordinat sisteminin merkezden o noktaya olan uzaklığını gösteren bir vektör şeklinde değerlendirilir.

$$c = \begin{bmatrix} c_R \\ c_G \\ c_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

Dalgacık ve çoklu çözünürlük işleme, farklı çözünürlük derecelerindeki görüntülerin gösterilmesinin temelidir. Veri sıkıştırması işleminde ve görüntülerin daha küçük bölgelere art arda parçalandığında piramit şeklinde gösterimlerinde kullanılmaktadır. Görüntü sıkıştırma teknikleri, görüntüyü saklamak için gerekli olan depolama alanını ve görüntüyü iletmek için gerek duyulan bant genişliğini azaltmak için uygulanan tekniklerdir. Depolama teknolojisinin son yıllarda önemli ölçüde gelişmesiyle birlikte depolama sorununun çözülmesine rağmen iletim işlemlerinde gerekli band genişliğinin sağlanması için bu teknik önem taşımaktadır.

Morfolojik işleme, görüntü şeklinin gösterilmesi ve tanınması için gerekli olan görüntü bileşenlerinin ortaya çıkarılması için kullanılan yöntem ve araçları içermektedir. Morfolojik işleme, sayısal görüntü işleminin temel adımlarında belirtildiği gibi görüntü olarak çıktı veren işlemlerden görüntü özniteliklerini sağlayan işlemlere geçiş yapılmakta kullanılmaktadır.

Bölütleme, görüntüyü kendisini oluşturan parçalara ve nesnelere ayıran işlemdir. Bölütleme işlemi sayısal görüntü işleminin en güç işlemlerinden biridir. Bölütleme bireysel olarak tanımlama gerektiren görüntü problemlerine yardımcı olan bir yöntemdir. Bu işlemin başarısı genel olarak doğrudan tanıma işleminin başarısını oluşturur. Sunum ve açıklama aşaması çoğunlukla bölütleme aşamasının çıktısında yer alır. Çıktı, bölgenin sınırlarını ya da bölgenin kendi içindeki tüm noktalarından oluşan piksel verisinden oluşmaktadır. Sunum ve açıklamada verinin işlenmek için uygun bir formata dönüştürülmesi gereklidir. Bu aşamada belirlenmesi gereken nokta verinin sınır olarak mı yoksa bölge olarak mı gösterileceğidir. Köşe, bükülmeler ve şekil çıkarma için sınır gösterimi uygun olurken, desen ve iskelet oluşturulması gereken durumlarda bölgesel gösterim uygun olmaktadır. Öznitelik seçme olarak da isimlendirilen

tanımlama nicel bilgileri ve nesnelerin sınıflandırılmasında kullanılan özneliklerin ayrıştırılmasıdır.

Nesne tanımlama aşaması yapılan bu aşamalar sonrasında elde edilmek istenen nesnenin özneliklerine bağlı olarak nesnenin etiketlenmesi işlemidir. Nesne tanıma teknikleri ile görüntü işleme sonuca bağlanmış olur. Nesne tanımlama temel olarak karar teorisi ve yapısal teoriye dayanmaktadır. Karar teorisi uzunluk, alan ve doku gibi nicel tanımlayıcılar kullanılarak nesneyi tanımlar. Yapısal teoride ilişkisel tanımlayıcılar gibi nitel kavramlara yer verilmektedir (Gonzales 2007).

2.3.3 Görüntü İşlemede Kullanılan Yöntemler

Yaptığımız çalışmanın basitçe metodolojisi Şekil 2.4'de verilmiştir. Bu metodoloji görüntü işlemenin temel adımlarını içermektedir. Tasarlanan sistemden hazırlanan donanım aracılığıyla görüntü alınmakta ve bu donanım yazılıma aktarılabilir. Sistemden alınan görüntüler başarılı bir şekilde işlenmeye hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.4 Görüntü işleme metodolojisi.

Görüntü iyileştirmede amaç görüntüyü işlemek için, görüntünün en uygun hale getirilmesidir. Odak görüntüsünün keskinleştirilme ve netleştirilmesi, kenarların belirlenmesi, kontrastının artırılması veya parlaklaştırma, görüntülerin giderilmesi

görüntü iyileştirme metodları içerisinde yer almaktadır (Mc. Andrew 2004).

Matematiksel morfoloji imge içerisinden çıkarmak veya ayırt etmek istediğimiz nesnelere, imge içerisindeki diğer bölgelerden veya nesnelere ayırt etmek veya çıkarmak için kullanılmaktadır. Matematiksel morfoloji ikili imgeler için bulunmuş, daha sonra gri seviyeli imgeler için geliştirilmiştir (Serra 1982). Temel ikili morfolojik işlemlerin matematiksel ifadeleri eşitliklerle tanımlanmaktadır. Eşitlik 2.2, 2.3, 2.4, 2.5'e göre bir giriş görüntüsünün belirli bir yapı elemanı ile işleme girmesini anlatılmaktadır. Yapı elemanına girilen işleme bağlı olarak çıkış görüntüsü oluşmaktadır.

$$X \oplus B = \{p \in Z^2 : p = x + b, x \in X, B\} \quad (2.2)$$

$$X \ominus B = \{p \in Z^2 : p + b \in X, \forall b \in B\} \quad (2.3)$$

$$X \circ B = (X \ominus B) \oplus B \quad (2.4)$$

$$X \circ B = (X \ominus B) \oplus B \quad (2.5)$$

İkili imgedeki nesneyi büyötmeye ya da kalınlaştırmaya yarayan morfolojik işlemde biriside genişmedir. Genleşme işlemi Eşitlik 2.6 ve 2.7'de verilmiştir.

$$A \oplus B = \{z \in Z^2 | z = a + b, a \in A \text{ ve } b \in B\} \quad (2.6)$$

$$A \oplus B = \bigcup_{b \in B} (A)_b \quad (2.7)$$

Sayısal bir imgeyi genişletmek imgeyi yapısal elemanla kesiştiği bölümler kadar büyötmek ve işlenecek imgenin her bir pikseli, yapısal elemanın merkez noktasına oturtulması için genişme işlemi yapılmaktadır (Resim 2.5).

İkili imgedeki nesneyi küçölmeye ya da inceltmeye yarayan morfolojik işlem olan Aşınma işlemi bir bakıma genişme işleminin tersidir.



(a)



(b)

Resim 2.5 (a) Orijinal Resim, (b) Genleşme Uygulanmış Resim.

İmge içerisindeki nesnelar küçölür, açıklık varsa genişler ve bağı nesnelar birbirinden ayrılır. Aşınma işlemine ait Eşitlik 2.8 ve 2.9'da verilmiştir.

$$A \ominus B = \{Z | z + b \in A, \forall b \in B\} \quad (2.8)$$

$$A \ominus B = \prod_{b \in B} (A)_{-b} \quad (2.9)$$

Aşınma işlemine tabi tutulmuş olan görüntü Resim 2.6'da verilmiştir.



(a)



(b)

Resim 2.6 (a) Orijinal Resim, (b) Aşınma Uygulanmış Resim.

İmge üzerinde aşınma işleminin hemen ardından genleşme işlemi uygulanması sonucu Eşitlik 2.10 'da açma işlemi elde edilir. İmge içerisindeki nesnelar ve nesnelar arasındaki boşluklar yapısal elemanın büyüklüğüne göre temizlenir.

İmge üzerinde kalan nesnelor orijinal imgedeki Őekillerinden biraz daha kųcųk hale gelir.

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (2.10)$$

Aĉma iŐlemine tabi tutulmuŐ olan gųrųntų Resim 2.7'de verilmiŐtir. Aĉma iŐlemi ile birbirine yakın iki nesne imgede fazla deęiŐime sebebiyet vermeden ayrılmıŐ olurlar.



(a)

(b)

Resim 2.7 (a) Orijinal Resim, (b) Aĉma Uygulanmış Resim.

İmge üzerinde genleşme işleminin hemen ardından aşınma işleminin uygulanması sonucu EŞitlik 2.11'de kapama işlemi elde edilir (Resim 2.8). Dolayısıyla birbirine yakın iki nesne imgede fazla değişiklik yapılmadan birbirine bağlanmış olur .

$$X \bullet B = (X \oplus B) \ominus B \quad (2.11)$$



(a)

(b)

Resim 2.8 (a) Orijinal Resim, (b) Kapama Uygulanmış Resim.

Gri seviye değerlerindeki süreksizliklere göre görüntü bölütleme problemindeki temel yaklaşım, gri seviyelerdeki ani değişiklere dayalı olarak bir görüntüyü blmlemektir. Bu aşama bir görüntüdeki kenar ve ayrıntıların belirlenmesine (edge detection) karşı düşer. Kenar belirleme, görüntü işlemede temel öneme sahip konudur. Bir görüntüdeki kenar, aydınlatma veya yüzey yansımaları gibi bir görüntünün fiziksel görünüşünde oluşan önemli bir değişime karşı düşer, bu değişim kendisini parlaklık, renk ve doku olarak gösterir. Ancak burada kenar anlamında, sadece görüntü parlaklıklarındaki değişikliklerle ilgilenilecektir. Bir görüntünün gri seviyelerinde ani değişikliklerin olduğu bölgelere kenar adı verilir. Cisimlerin fiziksel özellikleri ile kenarları arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Dolayısıyla görüntünün birçok fiziksel özelliği kenar bilgisinden ortaya çıkarılabilir. Bunun için, görüntüye ilişkin ilgilenilen bölgelerin kendi içerisinde yeterince homojen oldukları varsayılacak ve dolayısıyla iki bölge arasındaki geçiş sadece gri seviye süreksizliklerine dayalı olarak tanımlanabilecektir.

İyi bir kenar kestirimci;

- kenarları iyi bir biçimde sezebilmelidir,
- kenarları doğru konumlarda belirleyebilmelidir,
- bir kenar için bir kenar görüntüsü oluşturabilmeli yani yapay kenarlar retmemelidir (İnt.Kyn.5).

Kenar belirleme görüntü işleme uygulamasının ilk adımıdır. Kenar belirleme çok miktarda bilgi arasından filtreleme yaparak gerekli bilgilerin anlamlandırılabilir şekilde sunulmasını sağlamaktadır. Bu yöntem görüntü işlemede obje belirlenmesinde kullanılmaktadır. Gürültüler ve düşük kontrast değerleri yanlış kenar belirlenmesine neden olabilmektedir. Bir gradient görüntü oluşturmak için izelge 2.1'de belirtildiği gibi gradyan tabanlı dedektörler Sobel, Robert, Prewitt, kendi konvolüsyon maskesi ile giriş resimi değiştirilir. Eşik değerleri kenarlarını saptamak için kullanılır (Bhardwaja.et al. 2012).

LoG (Gauss Laplace) kenar dedektörü kenarları bulmak için piksel yoğunluğunun ikinci dereceden türevlerini kullanır.

Çizelge 2.1 Kenar Belirleme Operatörleri.

Kenar belirleme Operatörü	Konvolüsyon Maskesi G _x	Konvolüsyon Maskesi G _y
Roberts	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$
Sobel	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$
Prewitt	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$

Laplace L(x,y) için giriş resmi I(x,y) kabul edilir ve Çizelge 2.2'de belirtildiği gibi konvolüsyon maskenin herhangi bir görüntü konvolüsyon toplamı Eşitlik 2.12 ile hesaplanmıştır.

$$L(x, y) = \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2} \quad (2.12)$$

Bu operatör gürültüye duyarlı olduğundan ve Gauss yumuşatma filtresi ile düzeltildikten sonra görüntüye uygulanmıştır. G₀ olarak tanımlanan Gauss yumuşatma filtresi Eşitlik 2.13'de belirtilmiştir.

$$LoG(x, y) = -\frac{1}{\pi\sigma^4} \left[1 - \frac{x^2+y^2}{2\sigma^2} \right] e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2.13)$$

Çizelge 2.2 Y. Gauss laplacian.

LoG	$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
-----	---	---

Canny kenar belirlemesi için gereken adımlar;

Adım 1. Kenar belirlenmesi öncesinde görüntü gürültüden arındırılmalıdır.

Adım 2. Kenar keskinliği için görüntünün gradyenti alınır. Gradiyentin büyüklüğünün formülü Eşitlik 2.14;

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \approx |G_x| + |G_y| \quad (2.14)$$

Adım 3. x ve y yönünde gradyenti kullanarak kenar yönü bulunur. Bunun için kullanılan formül Eşitlik 2.15;

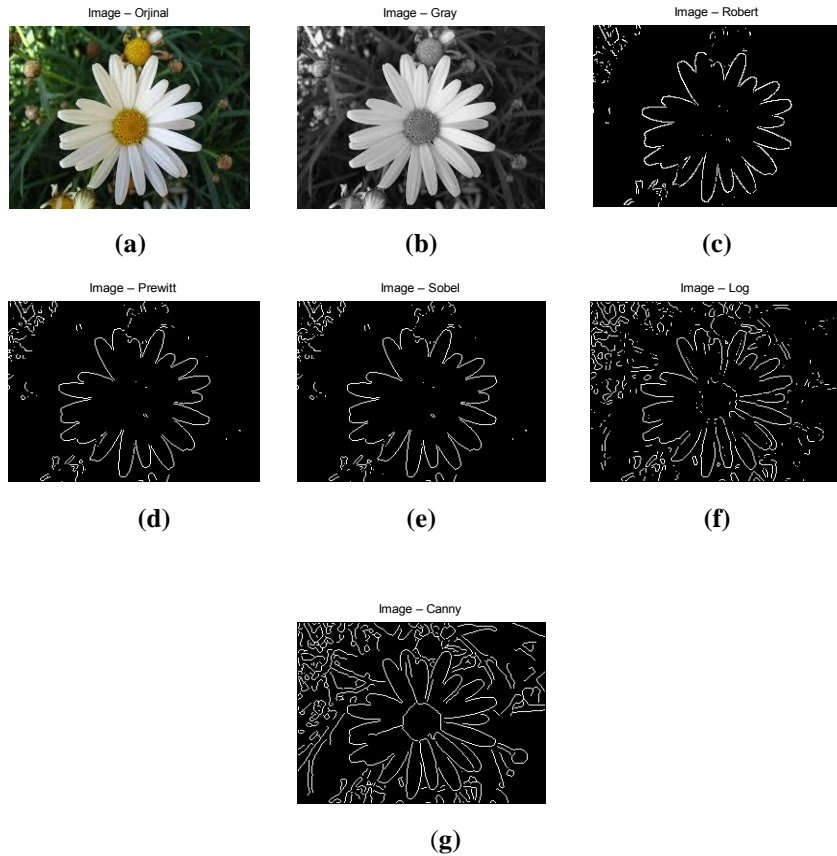
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{G_y}{G_x} \right) \quad (2.15)$$

Adım 4. Bulunan kenar yönü için özel açı değeri belirlenir. Kenar yönü için yatay, pozitif, dikey ve negatif diagonal olarak tekrar çözüm yapılır.

Adım 5. Kenar olamayacak piksel değerleri bastırılır. Böylece kenar boyunca ince bir çizgi oluşturulur.

Adım 6. Çizgiler ortadan kaldırmak için çift / histerezis eşikleme kullanılır (Canny J. F, 1983).

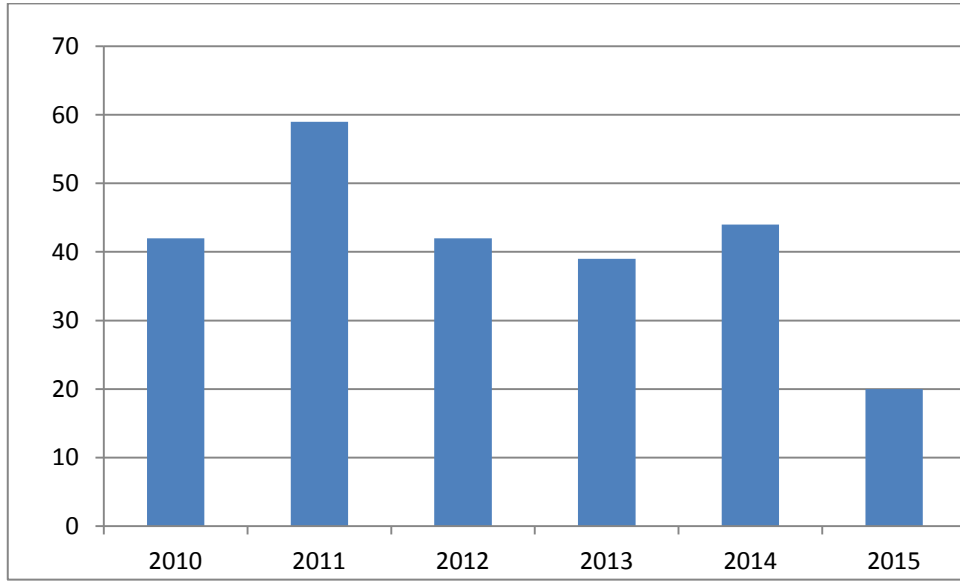
Resim 2.9'da çeşitli kenar belirleme yöntemleri uygulanmış görüntüler verilmiştir. a'da orjinal resim ve b'de orjinal resmin gri seviyeye dönüştürülmüş hali bulunmaktadır. c,d,e,f,g de ise filtreler uygulanmış resimler görülmektedir. Görüntü işlemede kullanılan yöntemler tek başlarına yetersizdir. Sadece kenar belirleme yöntemleri kullanılarak alınan görüntülerden istenen başarılar elde edilememiştir.



Resim 2.9 (a) Orijinal Resim, (b) Gri Seviye Resim, (c) Robert resim, (d) Prewitt Resim, (e) Sobel resim, (f) Log resim, (g) Canny resim

2.4 Görüntü İşleme ve Mikrobiyolojik Görüntüler Hakkında Yapılan Çalışmalar

Scopus veri tabanında 2010 ile 2015 yılları arasında 'image processing in microbiology' kelime grubu ile yapılan literatür taramasında 246 adet konu ile ilgili çalışma bulunmuştur. Yapılan literatür taramasının yıllara göre dağılımı Şekil 2.5'de görülmektedir.



Şekil 2. 5 Yapılan yayınların yıllara göre sayısı.

Yapılan literatür araştırması sonucunda;

Le Page vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada 25 adet iyi karakterize edilmiş gram negatif bakteri serisi için gerçek zamanlı ve yüksek çözünürlüklü kamera içeren özel inkubatör Advencis Bio-System'i kullanarak disk difüzyon metodu sonucunda oluşan zonların çaplarını ölçmüşlerdir. Gram negatif bakterinin imipeneme olan duyarlılığının 3,5 saat içerisinde belirlenebildiğini, karbapenemazın üreten gram negatif bakterilerin ise 3 saat gibi kısa bir sürede duyarlılıklarının belirlenebildiğini ortaya koymuşlardır. Bu sistem sayesinde hastalara hızlı bir şekilde dönüş yapılabilineceği ve hastaneler içinde maddi açıdan büyük kazanımlar sağlanabileceği ortaya konulmuştur.

Yoon vd. (2015) yapmış oldukları çalışmada agar pleytleri üzerinden alınan RGB renk uzayında hiperspektral görüntülerde, gıda kaynaklı patojenler üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada k en yakın komşuluk algoritması ile doğruluk oranı % 92 olarak

belirlenmiştir. Sonuç olarak renkli hiperspektral görüntülemenin gerçek hiperspektral görüntüleme karşısında az bir doğruluk kaybıyla gerçekleştirilebileceğini göstermişlerdir.

Catalbaş vd. (2015) yaptıkları çalışmada geleneksel histogram eşitleme, uyarlamalı histogram eşitleme ve yerel histogram eşitleme yöntemlerinin morfolojik tabanlı öznelik ayrıştırma başarımına etkisini irdelemiştir. Bu çalışma sonucunda, yerel histogram eşitleme yönteminin yapısal elementlere ait parametre seçilmesinde ve imgelerden öznelik ayrıştırılmasını en yüksek başarıyı sağladığı gözlemlenmiştir.

Çalık vd. (2015) yaptıkları çalışmada retina görüntüleri üzerinde Yaşa Bağlı Makula Dejenerasyonu (YBMD) hastalığının Bilgisayar Destekli Tespit (BDT) işleminin gerçekleştirilmesini amaçlamıştır. BDT sisteminin ön işleme aşamasında morfolojik görüntü işleme, bölütleme aşamasında sobel kenar algılama filtresi, ilgi bölgelerinin belirlenmesi aşamasında çıkarılan özelliklere göre ilgi bölgesi olabilecek bölgelerin tespiti ve karar verme aşamasında optik diskin eliminasyonu yapılarak, ilgili bölge olarak etiketlenmiş yapının belirlenmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Tuncer vd. (2015) yaptıkları çalışmada bir resim içerisinde birden fazla nesne bulunması ve bunların tespit edilmesi amaçlanan durumlar için yeni bir algoritma sunmuşlardır. Resimlerde ilgi bölgelerin koordinat noktaları tespit edilerek bu noktalar yardımıyla gerekli kısımların çıkartılması hedeflenmiştir.

Przytulka vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada bölütlenmiş kemik görüntülerinde Sobel, Roberts ve Laplace yüksek geçiren filtrelerinin görüntünün geliştirilmesi üzerine etkilerini istatistiksel olarak karşılaştırmışlardır.

Ferrari vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada yaygın olarak yapılmakta olan bakteriyel testler için düşük maliyetli bir otomasyon sistemi gerçekleştirmişlerdir. Sistemin amacı görüntü kayıtlarını alabilmesi ve plaka okuma işini görüntü işleme sayesinde geliştirebilmesidir.

Ahmed vd. (2013) yapmış oldukları çalışmada bakteriyel kontaminasyonu görüntü işleme ve dağıtık hesaplama kullanarak sınıflandırmıştır. On farklı bakteri türünü temsil eden 1000 görüntü ile çalışılmıştır. Zernike ve Chebyshev momentin yanı sıra Haralick doku özellikleri mevcut ışık dağılım desenleri üzerinden hesaplanmıştır. Otomatik tanıma ve bakteri sınıflandırması sayesinde gıda güvenliği ve salgın hastalıkların yayılımının tespitinde yardımcı bir sistem olabileceği belirtilmiştir.

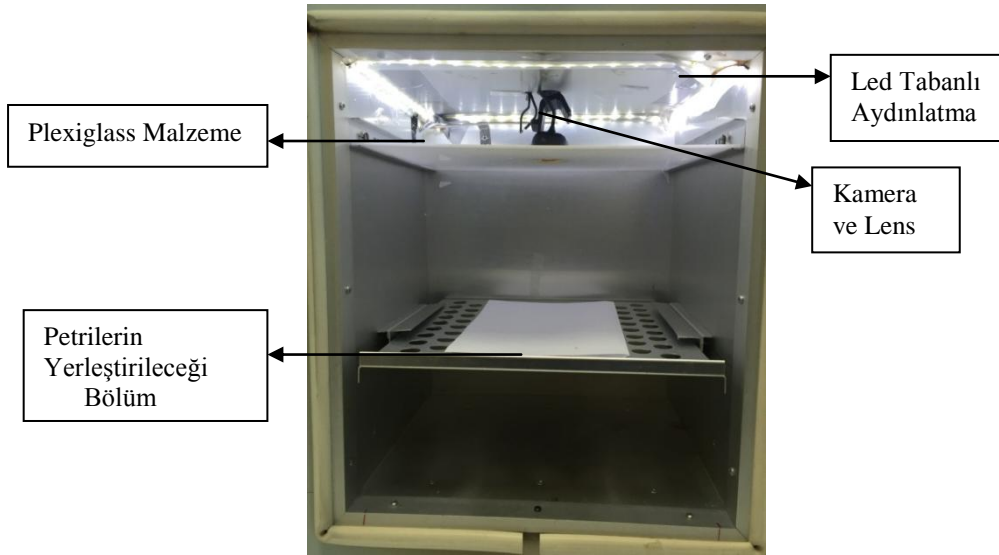
Komanduri (2012) yapmış olduğu çalışmada kanserli dokuların histopatolojik incelemesinin kritik hastaların tanı ve prognozunda önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Mikro damar yoğunluğu kanser hastalığının seyrinde önemli bir göstergedir. Yüksek çözünürlüklü görüntülemenin gelişmesine rağmen analizlerin elle yapılıyor olması zaman kaybına neden olmaktadır. Bu çalışmada Merkezi İşlem Birimi (CPU)' ya göre yüksek çözünürlüklü görüntüler üzerinde daha hızlı işlem yapan grafiksel işlem birimleri üzerinden bir platform önermektedir. Uygulanan görüntü işleme yöntemleri; komşuluk arama, piksellerin renk sınıflandırması, 3x3'lük pencerede konvolüsyon, 3x3' lük pencere içerisinde maksimum minimum piksel değeri, mikrodamar içerisindeki tümörün özellikleri kullanılmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

Mikrobiyolojik disk difüzyon yöntemi ile görüntülerin alınması için tasarlanan inkübasyon kabini, aydınlatma sistemi, kamera sistemi, mikrobiyolojik disk difüzyon testi, görüntülerin işlenmesi için programa ait algoritma, görüntü işlemede kullanılan yöntemler ayrıntılı olarak bu bölümde verilmektedir.

3.1. İnkubator Kabin Tasarımı

Bakteri gelişiminin sağlanabilmesi için Oransal İntegral Türevsel (PID) kontrollü Elektromag M3025p model etüv cihazı revize edilerek çalışmaya uygun hale getirilmiştir (Şekil 3.1). Kabine ait teknik özellikler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Görüntülerin alınabilmesi için 1280x720 çözünürlüklü Microsoft 720p HD USB kamera kabin içerisine yerleştirilmiştir. Görüntünün elde edilebilmesi için gerekli olan aydınlatma sistemi led ışık kaynakları ile sağlanmıştır. Petri kaplarının yerleştirilmesi için gerekli olan taşıma platformu kabin ısı dağılımını etkilememesi ve görüntü odağını sağlayacak şekilde kabin zemininden 10 cm yukarıda olacak şekilde konumlandırılmıştır.



Şekil 3.1 Tasarlanan kabin.

Çizelge 3.1 Kullanılan etüvün teknik özellikleri.

İnkübasyon Kabini	Marka	:Elektro-mag
	Model	:M3025P
	Kategori	:Analog Labratuar Fırını
	Marka Menşei	:Türkiye
	Sıcaklık Çalışma Sınırları	:30 °C - 250 °C
	Sıcaklık Hissedici	:Lineer Sıcaklık Kontrolü
	Termometre	:Dijital Kontrollü Elektronik Termometre Mikroprosesör Kontrollü Elektrikli
	Isı Kontrolü	:Termostat
	Termostat Ayar Hassasiyeti	:1 °C
	Termostat Çalışma Hassasiyeti	:± 1 °C
	Termometre Okuma Hassasiyeti	:1 °C
	Isı Sıcaklık Farkları	:± 2 °C
	Zaman Ayarı	:1-9999 Dakika
	Zamanlama Başlangıcı	:Ayar Sıcaklığına Ulaşıldığında Sıvı Genleşmeli Emniyet Termostatu
	Emniyet Sistemi	:(50°C - 300°C)
	Güç Değerleri	:220 V 50 Hz.
	İç Kabin Malzemesi	:Eloksallı Alüminyum
	Dış Kabin Malzemesi	:Fırın Boyalı Çelik (DKP) sac
	Raflar (Delikli Alüminyumdan)	:3
	Akım Emniyet Sigorta Gücü	:6 Amper
	Kurulu Güç	:850 W
	Kullanılabilir Hacim	:22 lt.
	İç Ölçüler (gen.xyük.xder.) (cm)	:29x31x27
	Dış Ölçüler (gen.x yük.x der.) (cm)	:58x50x41
	Net Ağırlık (kg.)	:23

3.2 Mikrobiyolojik Disk Difüzyon Testi

Çalışmada 5 ayrı antibiyotik diskin Cefprozil (Zox) , Cephalexin (C), Erythromycin (E), Ampicillin (Am), Chloramphenicol (Cl) antimikrobiyal aktivitesi 3 ayrı mikroorganizma üzerinde disk difüzyon yöntemi ile denenmiştir. Çalışmada kullanılan Escherichia coli (ATCC 25922), Pseudomonas aeruginosa (ATCC 27853) ve Salmonella suşları AFYON HALK SAĞLIĞI LABORATUVARI'ndan temin edilmiştir.

Stoklardan alınan mikroorganizmalar Tryptic Soy Agar (TSA) besiyeri içerisinde 37 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. 10^{-2} dilüsyonu yapılan aktif kültürden steril swaplar ile

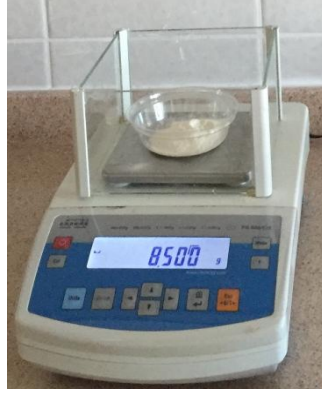
önceden hazırlanan MHA (Merck 1.05437) CE (Conformite European) besiyeri üzerine sürümleri yapılmıştır. Kısa bir süre beklenerek agarın bakteri solüsyonunu emmesi sağlanmıştır. Her Petri kutusuna kullanılan 5 farklı disk farklı kombinasyonlarla yerleştirilmiş ve 37 °C’de inkübasyonları takip edilmiş ve sonuçlar görüntü işleme yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Besi yeri hazırlayabilmek için MHA yönteminde MHA'ın suda çözünmesi gerekmektedir. Bunun için çözünmesi gereken suyun ve MHA'nın değerleri hassas olduğu için Radwag PS/R2 hassas terazi kullanılmıştır. Radwag PS/R2 hassas teraziye ait teknik özellikler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Kullanılan hassas terazinin teknik özellikleri (İnt.Kyn. 6).

	PS 200/2000.R2	PS 210.R2	PS 360.R2	PS 600.R2	PS 750.R2	PS 1000.R2
Maksimum Kapasite	200/2000 g	210 g	360 g	600 g	750 g	1000 g
Minimum Yük	20 mg	20 mg	20 mg	20 mg	20 mg	20 mg
Okunabilirlik	1/10 mg	1 mg	1 mg	1 mg	1 mg	1 mg
Dara Aralığı	-2000 g	-210 g	-360 g	-600 g	-750 g	-1000 g
Tekrarlanabilirlik	1/10 mg	1 mg	1 mg	1,5 mg	1,5 mg	1,5 mg
Lineerlik	±2/20 mg	±2 mg	±2 mg	±3 mg	±3 mg	±3 mg
Kefe Boyutu	128×128 mm					
Stabilizasyon Süresi	2 s/1,5 s					2 s
Hassasiyet Kayması	2 ppm/°C sıcaklık +15 ° - +35°C					
Çalışma sıcaklığı	+10° - +40° C **					
Güç Kaynağı	12 ÷ 16 V DC / 250 mA (350 mA WiFi bulunan)					
Kalibrasyon Tipi	internal (otomatik)					
Ekran	LCD (backlit)					
Bağlantı Tipi	2×RS 232, USB-A, USB-B, WiFi (opsiyonel)					
Net Yük/Brüt Yük	4,5/6,5 kg	4,2/6,2 kg		4,3/6,3 kg		4,5/6,5 kg
Paket Boyutu	470×380×336 mm					

MHA yönteminde 34 g MHA 100 ml su ile çözülmemektedir. 85 g MHA tartım yapılarak 250 ml distile su ile çözülmüştür. Resim 3.1'de MHA'ın suda çözülmesi için hazırlanan karışımın hassas tartımı görülmektedir.



Resim 3.1 Tartım.

Tartım işlemi bittikten sonra Mtops Ms 300 (Çizelge 3.3) marka analog ısıtıcılı manyetik karıştırıcı ile çözelti hazırlanmıştır.

Çizelge 3.3 Kullanılan manyetik karıştırıcının teknik özellikleri (İnt.Kyn. 7).

Kapasite	20 Litre
Devir	100 - 1500 rpm
Maksimum Sıcaklık	380 C
Hız Ayarı	Analog
Sıcaklık Ayarı	Analog
Tabla Malzemesi	Kimyasallara dayanıklı seramik yapı
Tabla Edatları	180 x 180 mm
Güç Kaynağı	230 V 50 Hz
Güç Tüketimi	600 W
Ebatlar	200 x 240 x 105 mm
Ağırlık	2.9 kg

Çözelti cihazın devir anahtarı 4 konumunda iken karıştırılarak homojen bir çözelti elde edilmiştir (Resim 3.2).



Resim 3.2 Manyetik karıştırıcı ile karıştırılması.

Daha sonra hazırlanan çözeltinin sterilizasyonu için Nüve SteamArt OT 90L (Çizelge 3.4) otoklav kullanılmıştır.

Çizelge 3.4 Nüve SteamArt OT 90L otoklav teknik özellikleri (İnt.Kyn. 8).

Hücre hacmi (litre)	90
Sıcaklık aralığı	105°C - 135°C
Hazır Program Sayısı (adet)	Sıvılar için 2, katılar için 3
Serbest Program Sayısı (adet)	Sıvılar için 1, katılar için 2
Eritme programı sıcaklık aralığı	60°C-100°C
Serbest programlar için zamanlayıcı	1-300 dakika
Eritme programı için zamanlayıcı	1-60 dakika
Ayarlanabilir ön ısıtma	40°C-60°C
Kontrol Ünitesi	Mikroişlemcili
Gösterge	Likit kristal (LCD)
Hafıza	25 sterilizasyon çalışması
Dil seçimi	Türkçe, İngilizce, Fransızca
Hücre malzemesi	316L Paslanmaz çelik
Dış yüzey yapısı	304 Paslanmaz çelik
Hücre ölçüleri (çapxderinlik)mm	Φ396x770
Dış ölçüler (ExDxY) mm	680x645x1055
Standart aksesuarlar	3 adet paslanmaz çelik sepet Φ360x242 mm
Kurulu güç	7000 W
Güç kaynağı	400 V, 50 Hz

Otoklavlanmanın amacı besiyerinin steril hale getirilmesidir. Böylece inkübasyon sürecinde bakterinin oluşması için hazırlanan besi yeri dış etkilerden korunmuş olmaktadır. Besiyeri steril hale getirilmek için 121 derecede 20 dakika otoklavlanmıştır (Resim 3.3).



Resim 3.3 Besiyerinin steril hale getirilmesi.

Besiyeri steril hale getirildikten sonra ekim yapılmak için petrilere boşaltılmıştır. Petri kapağı 1/4 oranında açık tutularak bakterilerin dış ortamdan etkilenmemesi için ateş tutularak boşaltım işlemi gerçekleştirilir (Resim 3.4) .



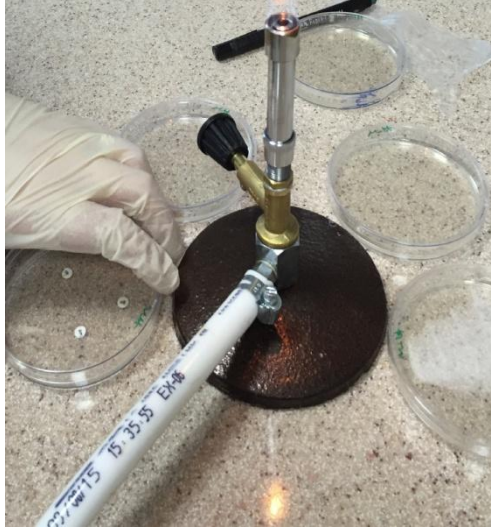
Resim 3.4 Besiyerinin petrilere boşaltılması.

Steril hale getirilip katılaştan besiyerlerine yüzey yayma yöntemi ile ekim gerçekleştirilmiştir (Resim 3.5).



Resim 3.5 Ekim yapılması.

Petri kapağı 1/4 oranında açılarak ısıtma yöntemi ile antibiyotik diskler besi yerine yerleştirilmiştir (Resim 3.6).

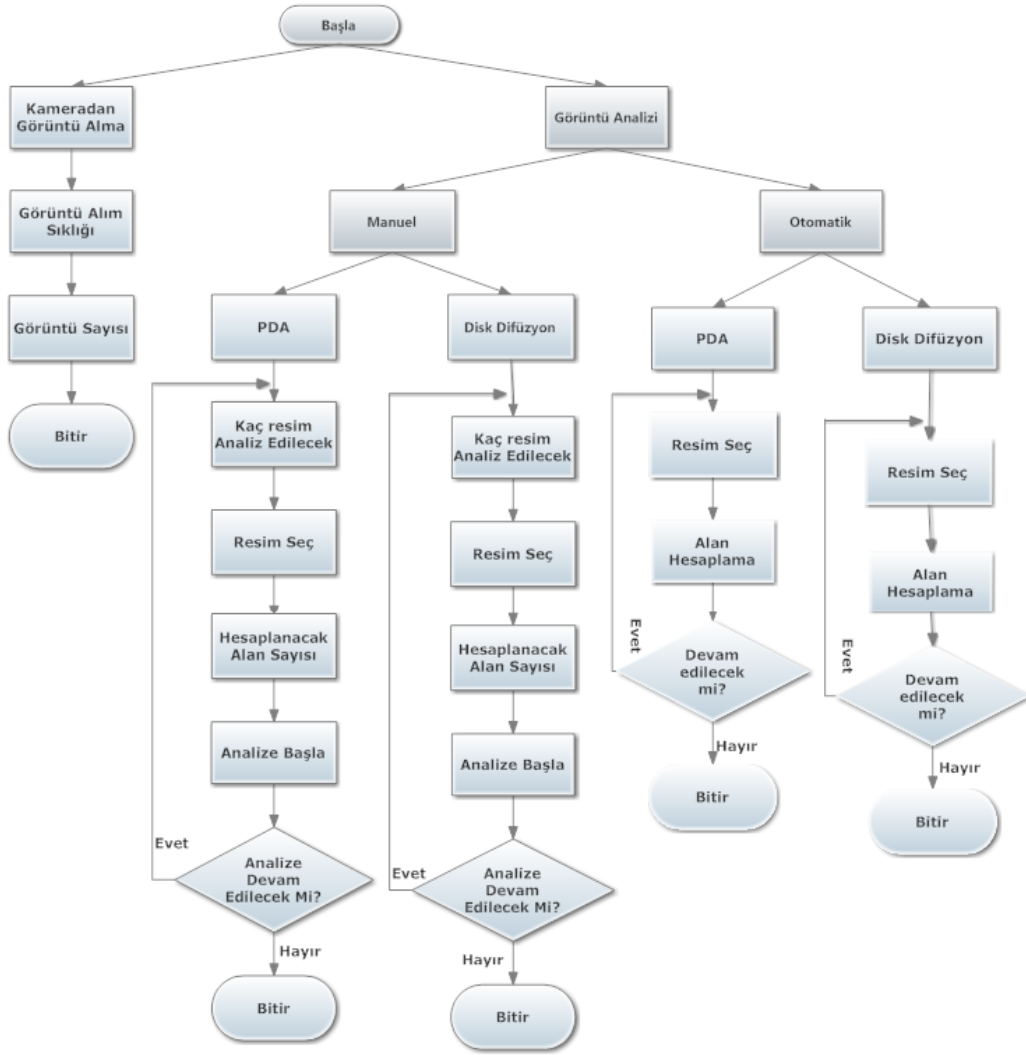


Resim 3.6 Antibiyotik disklerin yerleştirilmesi.

3.3 Görüntü İşleme Programı Algoritması

Tasarlanan sistem içerisinde görüntülerin gerçek zamanlı alınabilmesi ve analiz işlemlerinin yapılabilmesi için yapılan yazılıma ait algoritma Şekil 3.2'de verilmiştir.

Yazılım temel olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Kullanıcı tasarlanan sistem içerisinde görüntüleri belli zaman aralığında almak istediğinde görüntü alma seçeneği seçimini yaparak periyodik zaman aralıklarında kabin içerisine yerleştirilmiş olan kameradan görüntülerin alınması sağlanmış olacaktır. Bu kısımda öncelikle görüntü alma sıklığının belirlenmesi gerekmektedir. Sonrasında yazılım kullanıcının belirlediği zaman aralıklarında görüntüleri alıp kaydetme işlemini gerçekleştirmektedir. Diğer kısımda ise alınan görüntülerin analizi yapılabilmektedir. Kullanıcı tarafından kayıtları yapılan görüntüler seçilerek isteğe bağlı PDA yada Disk Difüzyon Metodu (DDM) olarak seçim yapıldıktan sonra, bu analizler otomatik yada manuel olarak yapılabilmektedir. Kullanıcı PDA görüntülerinin analizini otomatik olarak yapmak istediğinde analizi yapılacak görüntüyü seçerek analizi başlatır ve yazılım otomatik olarak alanları bulup kayıt işlemini gerçekleştirir. DDM ile analizde aynı şekilde otomatik ve manuel seçim yapılabilmektedir. Kullanıcı tarafından manuel analiz yapılmak istenirse kullanıcı görüntü üzerinden işaretleme yaparak inkübasyon süreci sonrasında oluşan zone çaplarının alanları hesaplanmaktadır.



Şekil 3.2 Algoritma.

3.3.1 Kullanılan Görüntü İşleme Metodları

Resimler analog ortamlardan dijital ortamlara geçirildiği için bozukluk (noise) içerir. Bu bozuklukların ortadan kaldırılabilmesi için filtreleme yöntemleri kullanılmaktadır. Filtreleme resmin üzerinde bir filtre varmış gibi düşünüp her piksel değerinin yeniden hesaplanmasıdır. Filtreler sayesinde girdi resminden yeni resim değişik efektler verilerek elde edilir. Yazılımda görüntüler kirliliklerden filtreler sayesinde arındırılmıştır. Robert, Prewitt, Sobel, Log, Canny, Mean, Median filtreleri alınan görüntüler üzerinde denenmiş ve alınan görüntüler için mean ve median filtrelerinin uygun olduğu gözlemlenmiştir. Yazılımda kenar belirleme yöntemlerinin tek başına yetersiz kalmasından dolayı filtreleme işlemi yapılmıştır.

Görüntü segmentasyonu görüntü işlemenin mühendislik, biyomedikal ve diğer görüntü işleme alanlarında kullanılmakta olan önemli bir parçasıdır. Segmentasyon işleminden önce, görüntü ön işleme yöntemleri, gürültü giderilmesi ve yoğunluğunun ayarlanması işlemleri yapılmıştır.

Ön işleme düşük seviyeli görüntülere bozulmaları azaltmak amacı için uygulanır ve daha yararlı görüntü verilerini artırır. Gürültü giderilmesi görüntü bölütlemeye ön işlemede önemli bir rol oynamaktadır. Medyan filtresi gürültü giderilmesinde en basit ve etkili yaklaşımlardandır. Medyan filtresi her bir piksel değerini, onu çevreleyen piksel değerleriyle değiştirmektedir (Yadollahi *et al.* 2011).

Eşikleme, görüntü bölütleme amacı için kullanılan en önemli yaklaşımlardan birisidir. Eşikleme işleminin amacı görüntü içerisindeki nesnelerin görüntü arka planından ayrılmasıdır.

İnclose fonksiyonu yapısal olarak görüntünün kapatılması için kullanılmıştır. Bu işlem gri tonlu veya ikili resimlerde kapalı görüntü halinde yeni bir resim oluşturmaktadır. Bu işlemi morfolojik işlemlerde erosion ve dilation işlemi takip eder. Medyan filtresi en yaygın olarak kullanılan istatistiksel filtredir.

4. BULGULAR

4.1 Görüntü Kaydının Alınması

Tasarlanan kabin içerisinde inkübasyonu takip edilen mikroorganizmaların görüntüleri yazılım aracılığı ile belirli zaman aralıklarıyla alınmış ve kaydedilmiştir (Resim 4. 1). Kayıt için led tabanlı aydınlatılmış inkübasyon kabininden Microsoft kamera ile hd görüntüler alınmıştır. Kamera ile bilgisayar bağlantısı USB ile sağlanmıştır. Kayıt alınması sırasında kullanıcıdan 24 saat boyunca hangi aralıklarla görüntü alacağını girmesi istenmiştir. Bu sayede görüntüler alınıp kullanıcının belirlediği yere kaydedilmiştir.



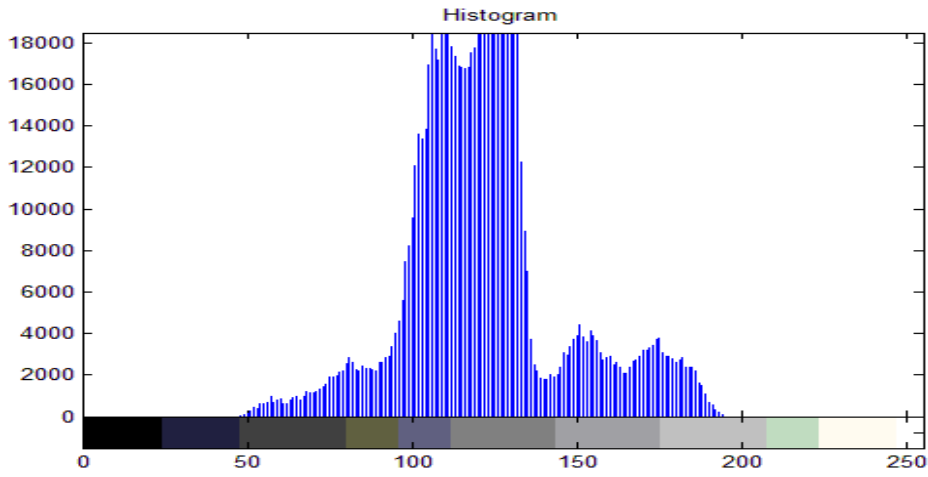
Resim 4.1 Kabin içerisinden görüntü alınması.

4.1.1 İnkübasyon Kabini Aydınlatma Sistemi ve Aydınlık Dağılımının Belirlenmesi

Görüntü işlemenin önemli ön adımlarından biri homojen aydınlatmanın sağlanmasıdır. Homojen aydınlatma yapılarak görüntü ön işleme kısmında karşılaşılabilecek sorunlar büyük ölçüde azaltılabilmektedir. Bu amaçla kabin içerisinde aydınlatmanın

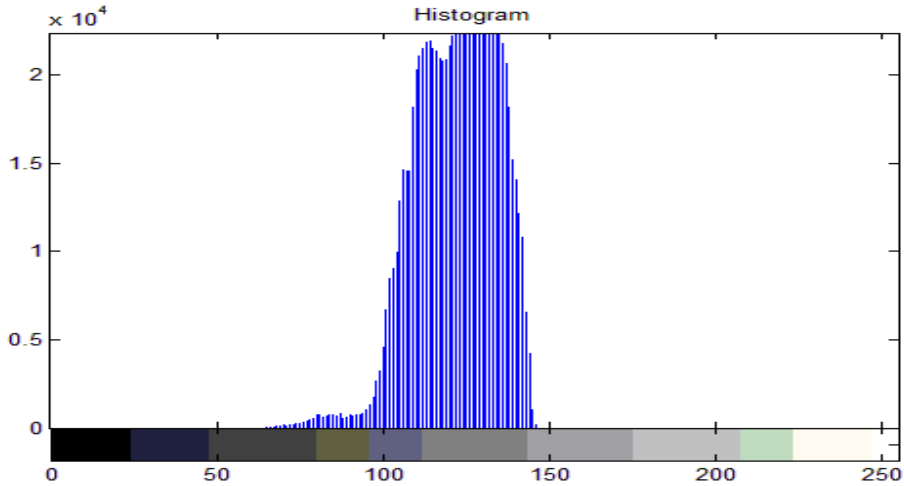
homojenliği araştırılmış ve homojenliğin sağlanması için çalışılmıştır. Işığın homojen dağılımını arttıracak plexiglass ve vinil malzemeler kullanılmıştır. Yapılan alışmalar sonucunda Lutron YK-10LX ışık ölçer ile kabin içerisindeki farklı yüzey kaplamaları için ışık dağılım paternleri saptanmıştır.

Farklı yüzey kaplamanın görüntü histogramına etkisini belirlemek için alınan görüntüler analiz edilmiştir. şekil 4.1'de plexiglass kullanılarak yapılan aydınlatma sonucunda elde edilen histogram görülmektedir.



şekil 4.1.Plexiglass kullanılarak elde edilen histogram.

şekil 4.2'de plexiglass ve vinil malzeme beraber kullanılarak yapılan aydınlatma sonucunda elde edilen histogram grafiği görülmektedir.



şekil 4.2 Plexiglass ve Vinil kullanılarak elde edilen histogram.

Pleksiglass ve vinil birlikte kullanılarak ışığın homejen bir şekilde dağılarak, parlama ve yansıma olmadan görüntü kalitesinin iyileştiği histogram sonuçları ile tespit edilmiştir. Çizelge 4.1'de ışık dağılımı tablosu verilmiştir. Plexiglass ve Vinil malzemelerin bir arada kullanılması ile ışık dağılımı elde edilmiştir.

Çizelge 4.1 Işık dağılımı.

Birim:Lux	Sol Ön	Sol Arka	Merkez	Sağ Ön	Sağ Arka
Led	454	427	475	449	438
Led+ Plexiglass	195	189	198	202	188
Led+Plexiglass+Vinil	165	168	185	165	170

4.1.2 İnkübasyon Kabininin Isıl Dağılımının Belirlenmesi

İnkübatör kabininin ısı dağılımının belirlenmesi için Keithley 2700 data logger kullanılmıştır (Resim 4.2). Bu data loggerda J tipi 15 adet sıcaklık probu bulunmaktadır ve ölçüm aralığı $-200 \sim + 760^{\circ}\text{C}$ dir. Genellikle etüv cihazlarının kalibrasyonunda kullanılmaktadır. Ayrıca datalogger'ın arka kısmına yerleştirilen K tipi problemlerin bulunduğu modül kartı yeri mevcuttur. Data logger manuel ve otomatik olarak verileri alma seçeneğine sahiptir. İstenildiğinde datalogger'ın ön kısmında bulunan fonksiyon tuşları yardımı ile manuel olarak ölçüm yapabileme seçeneğine kullanıcıya sunmaktadır. Datalogger yazılımı ile veriler hem otomatik hem de manuel olarak alınabilmektedir. Yazılımda ölçüm yapılan cihaz bilgisi, cihazın özellikleri, ölçüm alınacak toplam süre ve ne kadar süre aralığında ölçüm verilerinin alınacağı ayarlanarak otomatik yada manuel olarak ölçüm yapılarak problemlerden elde edilen sonuçların verileri dış ortama kolaylıkla aktarılabilir.

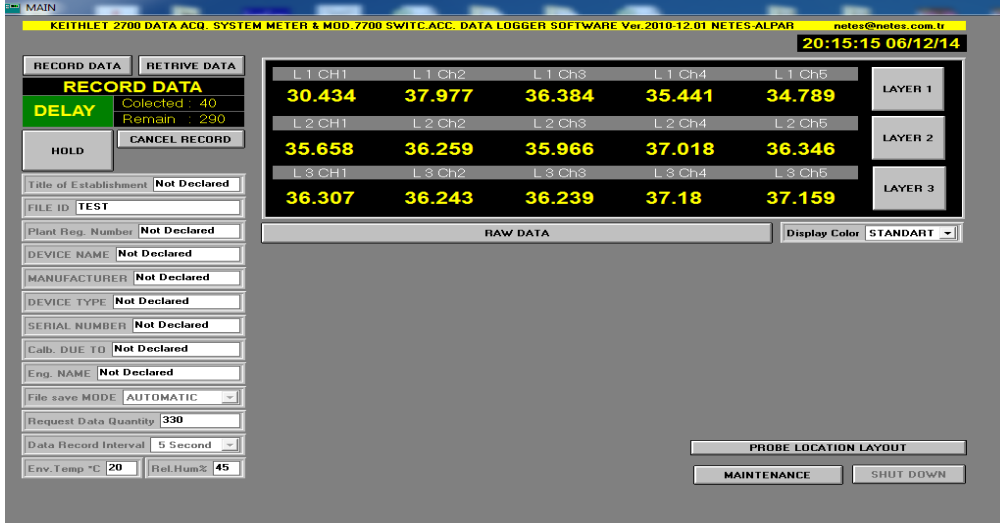
Data loggera bağlı bulunan 15 adet ısı probu inkübatör kabini içerisine prob dağılım şemasına göre yerleştirilmiştir. Bu şemada inkübatör kabininin kapak açıldığında ön tarafta sağ altta 4, sağ üstte 3, sol altta 5 ve sol üstte 2 numaralı problemlerin yerleştiği görülmektedir. 1, 6, 11 numaralı problemler sırası ile kabin kapağının ortasına, kabin orta noktasına ve kabin arka orta noktasına yerleştirilmiştir. 9, 10, 8, 7 numaralı problemlerde

kabin orta kısmının sağ alt, sol alt, sağ üst, sol üst noktalarına yerleştirilmiştir. 14, 15, 13, 12 numaralı probler ise kabinin arka kısmında sağ alt, sol alt, sağ üst, sol üst noktalara yerleştirilmiştir.



Resim 4.2 Keithley 2700 Data Logger.

İnkübatör kabini içerisine probler yerleştirildikten sonra kabin yaklaşık 2 saat 37°C dereceye set edilerek çalıştırılmış ve data logger yazılımı aracılığı ile içerde bulunan problerden kabin içerisinin sıcaklık verileri alınmıştır (Resim 4.3). İnkübatör kabini iç sıcaklığı 37°C ayarlanmış olup dataloggerdan alınan verilerde bunu doğrulamaktadır. Ancak inkübatör kabininin sıcaklığının arttırılması için kabinin kendisine ait bir fan bulunmaktadır ve bu fana yakın olan problerden alınan sıcaklık verileri 37°C den daha fazladır. İnkübatör kabini içerisinde bakterilerin inkübasyon sürecini tamamlayacağı alan olan orta kısımda, inkübasyon için gerekli olan 37°C sıcaklık tespit edilmiştir.



Resim 4.3 Data logger yazılımı arayüzü.

İnkübatör kabini içerisine yerleştirilmiş olan 15 Adet sıcaklık probundan alınan değerler 3 katman olarak ayrılmıştır. Birinci katmanda 1, 2, 3, 4, 5 numaralı problardan alınan veriler, ikinci katmanda 6, 7, 8, 9, 10 numaralı problardan alınan veriler ve son katmanda da 11, 12, 13, 14, 15 numaralı problardan alınan veriler görülmektedir (Resim 4.4).

L 1 CH1	L 1 Ch2	L 1 Ch3	L 1 Ch4	L 1 Ch5	LAYER 1
30.03	37.733	36.298	35.936	34.765	
L 2 CH1	L 2 Ch2	L 2 Ch3	L 2 Ch4	L 2 Ch5	LAYER 2
37.062	36.232	35.995	37.754	37.004	
L 3 CH1	L 3 Ch2	L 3 Ch3	L 3 Ch4	L 3 Ch5	LAYER 3
37.255	36.38	36.414	37.948	37.834	

Resim 4.4 Kabin içi sıcaklık dağılımı.

Bakterilerin inkübasyon sürecini tamamlayacağı orta noktadaki 6 ve 11 numaralı problardan sırası ile 37.062 °C ve 37.255 °C sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Etüv cihazının işleme başlatılmasından önce belli bir süre ısıtılması ısı dağılımının sağlanmasında etkili olacaktır. İç denge sıcaklığına 37 °C ulaşması için iki saat sürenin yeterli olmadığı gözlemlenmiştir.

4.2 Görüntü Alma Modülü

Yapılan yazılım aracılığı ile tasarlanan inkübasyon kabini içerisine yerleştirilmiş olan

kameradan görüntüler anlık olarak alınarak kayıtları tutulmaktadır. Açılış ekranının görüntü alma kısmında başlangıç zamanı otomatik olarak kullanıcı görüntü alım sıklığını belirledikten sonra, istenilen süre için inkübasyon kabini içerisinde görüntü alınarak kayıt işlemi yapılmaktadır. Resim 4.5'de kullanıcı tarafından görüntü alım sıklığı belirlenerek görüntü alımı için "Başla" butonuna basıldıktan sonra süre ilerleyerek istenilen zamanda alınacak görüntü için yapılan işlemler görülmektedir.

İnkübasyon sürecinin başlamasından tamamlanmasına kadar olan süreçte kaydedilen görüntülerin, PDA ve DDM yöntemleri kullanılarak üreme alanlarının hesaplanabilmesi için geliştirilmiş iki modül bulunmaktadır. PDA analiz modülünde otomatik ve manuel analiz seçenekleri bulunmaktadır. Otomatik PDA analizinde "Analiz Et" butonuna basıldıktan sonra kullanıcıdan analiz edilecek görüntüyü seçmesi istenmektedir.



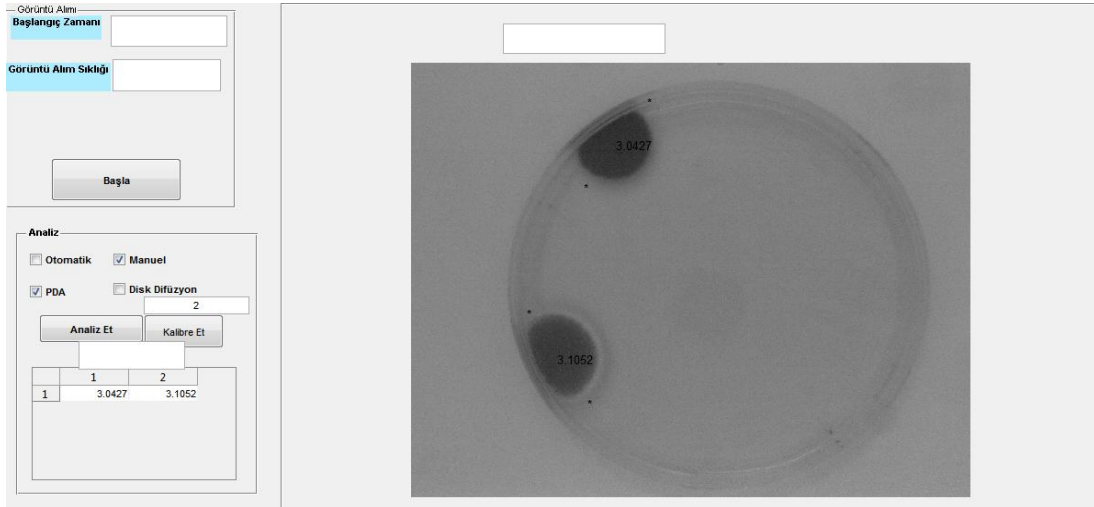
Resim 4.5 Görüntü alım sıklığı belirlenmesi ve görüntü alımı başlangıcı.

Kullanıcı tarafından analizi yapılacak görüntü seçildikten sonra analiz işlemi başlamakta ve ilgi bölgesinin kenarları belirlenmektedir. Analiz işlemi tamamlandığında Resim 4.6'da görüldüğü gibi alanlar belirlenerek alanların boyutları hesaplanır ve bu bilgiler kayıt altına alınır.



Resim 4.6 Alanların belirlenmesi ve hesaplanması.

Kullanıcı tarafından PDA analizi manuel olarak yapılmak istenirse kullanıcıdan analizi yapılacak görüntüyü seçmesi istenmekte ve kullanıcıdan ölçümü yapılacak olan alan kısmını işaretlemesi istenmektedir (Resim 4.7).



Resim 4.7 Manuel PDA analizi.

DDM analiz modülünde otomatik ve manuel analiz seçenekleri bulunmaktadır. Resim 4.8'de otomatik DDM analizi görülmektedir. Otomatik DDM analizinde "Analiz Et" butonuna basıldıktan sonra kullanıcıdan analiz edilecek görüntüyü seçmesi istenmektedir. DDM kullanılarak inkübasyon sonucunda üreme meydana gelmeyen alanlar yazılım içerisinde kullanılan görüntü işleme metodları ile analiz edilip alan bilgileri kayıt altına alınmaktadır. İnkübasyon süreci sonrasında üreme gerçekleşen alanların zon çapları belirlenerek kayıt altına alınmaktadır.



Resim 4.8 DDM Analizi alanların hesaplanması.

Kullanıcı manuel olarak DDM analizi yapmak isterse kaç görüntünün analizinin yapılacağı ve görüntülerden kaç üreme alanının hesaplanacağı bilgisi yazılım tarafından istenmektedir. Bu veriler alındıktan sonra "Analiz Et" butonuna basılarak analiz başlatılır. Kullanıcı analizin yapılacağı görüntü üzerinden zon çaplarını belirleyerek alanların hesaplanması ve kayıt işlemi tamamlanmış olur (Resim 4.9).

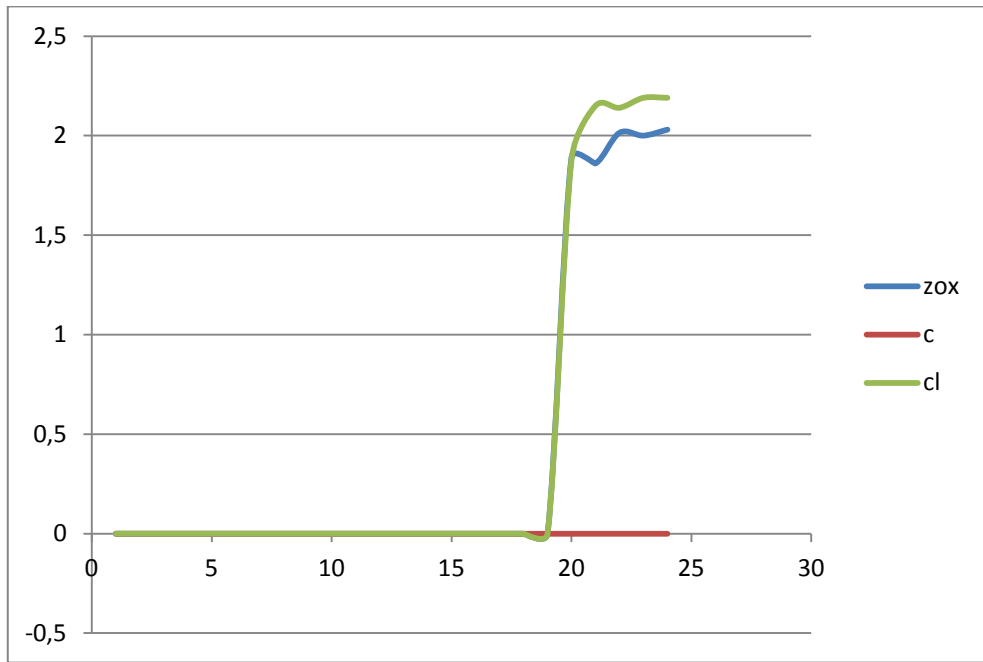


Resim 4.9 Manuel DDM analizi.

Çap ölçümlerinin doğruluğu için standart boyuta sahip antibiyotik diskler kullanılmıştır. Antibiyotik disklerin çapı 6 mm olup çapın belirlenmesinde 55 piksel sayısının 6 mm'ye karşılık geldiği belirlenmiştir. Oluşan inhibisyon zone çapları piksel cinsinden belirlenmiş ve oran orantı ilişkisi kullanılarak mesafe bilgisine dönüştürülmüştür.

4.3 Alanların Analizi

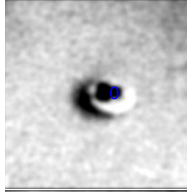
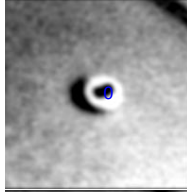
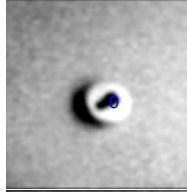
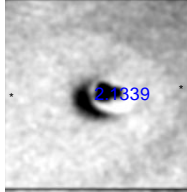
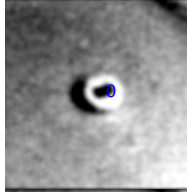
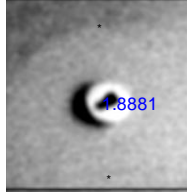
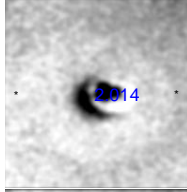
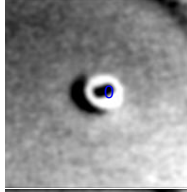
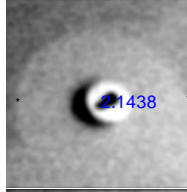
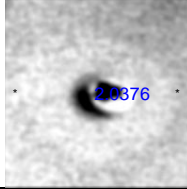
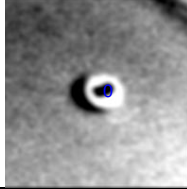
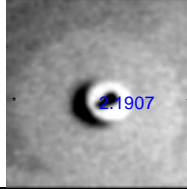
Tasarlanan kabin içerisine yerleştirilmiş olan E. coli bakterisi ve Zox, C, Cl antibiyotiklerinin DDM ile inkübasyonları takip edilmiştir. İnkübasyon kabini içerisine yerleştirilen kamera ile birer saat aralıklarla bakterinin antibiyotik duyarlılığı kayıt altına alınmıştır. Alınan görüntüler üzerinde duyarlığa ait alanlar yazılım aracılığı ile belirlenmiştir. Antibiyotik duyarlılığı olan zon çaplarına ait grafikte üç antibiyotik için E.coli bakterisinin zamana göre değişimi görülmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 E. coli bakterisinin antibiyotiğe karşı oluşturduğu zon çaplarının zamana göre dağılımı

E.coli bakterisinin C antibiyotiğine duyarlılığının olmadığı tespit edilmiştir. E.coli bakterisine en çok duyarlılık gösteren antibiyotik ise Zox olmuştur. İnkübatör kabininden birer saat aralıklarla alınan görüntüler, ikişer saatlik periyodik zaman aralığında Çizelge 4.2'de verilmiştir.

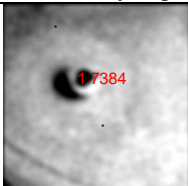
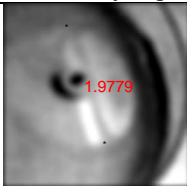
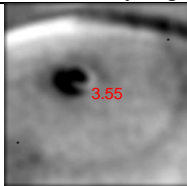
Çizelge 4.2 E. Coli bakterisinin zamana göre üreme görüntüleri ve zon çapları.

18. Saat			
20. Saat			
22. Saat			
24. Saat			

Çizelgede zaman periyodunda bakterinin antibiyotik duyarlılığına karşı oluşan zon çapları da bulunmaktadır.

Salmonella bakterisinin 24 saatlik inkübasyonu sonunda alınan görüntüler Çizelge 4.3' te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Salmonella bakterisinin zamana göre üreme görüntüleri ve zon çapları.

	AM antibiyotiği	CL antibiyotiği	ZOX antibiyotiği
			

Zon çaplarına bakılarak bakterinin Zox antibiyotiğine karşı yüksek duyarlılık gösterdiği görülmektedir. Salmonella bakterisinin bu metotla tespitinde de 18 saat sonrasında bölgeler tespit edilebilir duruma gelmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada mikrobiyolojide yaygın olarak kullanılmakta olan disk difüzyon testinin sonuçlarının otomasyon sistemi ile okunarak, ölçümlerinin sistem sayesinde alınması sağlanmıştır. Sistemden alınan görüntüler değerlendirilmiş ve dökümanite edilmiştir.

Bu sistemin daha kullanılabilir endüstriyel bir sistem olabilmesi için sabit olarak bulundurduğumuz kameranın kontrollü olarak hareket edebilir ve kabin tavanında hareket ederek belirli bölgelerden belli aralıklarla görüntü alması sağlanarak birden çok test sonucu eş zamanlı olarak takip edilebilir.

E. coli suşlarının 24 saat inkübasyonu boyunca görüntüler alınmış ve kaydedilmiştir. E. coli suşlarının üremelerinin gözlemlenmesi 20. saat ve sonrasında gerçekleşmiştir. 20.saat sonrasında ölçüm çaplarında büyüme meydana gelmiş ve 21. saatten sonra üreme oluşumu tamamlanmıştır. Bu yüzden DDM uygulandığı çalışmalarda 24 saat inkübasyon beklenmeksizin bakterinin üreme hızına bağlı olarak duyarlılık-dirençlilik durumları belirlenebilir. Bu sonuç DDT yöntemi için daha kısa sürede test sonuçlarına ulaşabileceğini göstermiştir.

Yapılan bu çalışma ile;

- Mikrobiyolojik testler için otonom bir sistem oluşturuldu
- Testler sırasında meydana gelebilecek riskler ortadan kaldırıldı
- Test sonradan değerlendirilebilek şekilde zamana bağlı olarak kaydedildi
- Bakteri gelişimi zamana bağlı olarak gözlemlendi
- Ölçüm sonuçları için doğruluk değerlendirmesi yapıldı

Gıda endüstrisi fabrika çıkışından son kullanma tarihine kadarki ürünlerin ticari kalitesinin belirlenmesi için Hazard Analysis and Critical Control Point (Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları) (HACCP) standartlarına uygun olarak hammaddeden bitmiş ürüne kadar tüm üretim işleminin mikrobiyolojik yükünü gösteren mikrobiyal florayı saymaktadır. Rutin olarak kullanılan kalite indikatörleri; toplam bakteri, toplam koliform, enterobacteriaceae, e.coli, s.aureus, maya ve küflerdir. Mevcut uygulamada küf gelişimin analizi inkübasyon süresinin sonunda besi yeri üzerinde

kumpas veya cetvel gibi araçlar kullanılarak yapılmaktadır. Bu çalışma sonucunda mevcut değerlendirme kriterlerine alternatif olarak küf gelişiminin zamana bağlı gelişim hızlarının görüntü işleme teknikleri ile belirlenerek mikrobiyolojik çalışmalar için alternatif değerlendirme metodu geliştirilmiştir. Geliştirilen metot sayesinde hem nicel veriler elde edilmiş hem de kontaminasyon problemlerinin önüne geçilmiş olacaktır. Yapılan sınırlı sayıdaki denemelerde gerçekleştirilen çalışma olumlu sonuçlar vermektir. Ancak yapılan çalışmanın farklı türdeki küfler için tekrarlanarak doğruluğunun belirlenmesi çalışmanın devamında araştırılacak konular arasındadır.

6. KAYNAKLAR

- Ahmed, W. M., Bayraktar, B., Bhunia, A. K., Hirleman, E. D., Robinson, J. P. and Rajwa, B. (2013). Classification of bacterial contamination using image processing and distributed computing. *Biomedical and Health Informatics, IEEE Journal of*, **17(1)**: 232-239.
- Amsterdam, D. (2005). Susceptibility Testing of Antimicrobials in Liquid Media. Antibiotics in Laboratory Medicine, Fifth Edition, Lorian.
- Bhardwaj, S. and Mittal, A. (2012). A survey on various edge detector techniques. *Procedia Technology*, **4**: 220-226.
- Bozkurt, H., Güdücüoğlu, H., Gülmez, S., Aygl, K., İzci, H. ve Berktaş, M. (2005). Erişkin yaş grubu idrar kültürlerinden izole edilen Escherichia coli suşlarının antimikrobiyallere duyarlılıkları. *Van Tıp Derg*, **12(4)**: 232-5.
- Bnyami, ., Aslan, H., Canan, S., şahin, B. ve Kaplan, S. (2002). Biyolojik ortamlardaki objelerin sayımı yapılırken kullanılan eski (tarafalı) metodların önemli hata kaynakları ve çözüm önerileri. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, **22(1)**: 1-6.
- Calik, E., Dogan, B. and Ucan, O. N. (2015). Computer Aided Detection of age related macular degeneration in retinal images. 23. In Signal Processing and Communications Applications Conference , SIU, 2015 May, 807-810.
- Canny, J. F. (1983). Finding Edges and Lines in Images. Massachusetts inst of tech cambridge artificial intelligence lab, AI-TR-720.
- Catalbas, M. C., Issever, D. and Gulden, A. (2015). Morphological feature extraction with local histogram equalization. 23. In Signal Processing and Communications Applications Conference, SIU, 2015 May, 435-438.
- Çekin, Y., Baysan, B. ., Mutlu, D., zen, N. S., ngt, G., Dnmez, L. and Çolak, D. (2013). Klinik Enterokok İzolatlarının Tanımlanmasında Phoenix Otomatize Sistemi, API ID 32 Strep Sistemi ve LightCycler Enterococcus MGRADE Sisteminin Karşılaştırılması. *Mikrobiyol Bul*, **47(1)**: 141-146.

- Çetinkaya, E. and Ayhan, K. (2012). Mikrobiyolojide Kullanılan Bazı Moleküler Teknikler, *Karaelmas Fen Ve Mühendislik Dergisi*, **2(1)**: 53-62.
- Gupta, G. (2011). Algorithm for image processing using improved median filter and comparison of mean, median and improved median filter. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE)*, 2231-2307.
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. (2007). Image processing. *Digital image processing*, 2.
- Güven K., *Tıbbi Mikrobiyoloji*, ISBN 978-975-06-0749-3, 2010, Eskişehir
- Ferrari, A. and Signoroni, A. (2014). Multistage classification for bacterial colonies recognition on solid agar images. In *Imaging Systems and Techniques (IST), 2014 IEEE International Conference on*, 101-106.
- Hopkins, K. L., Davies, R. H. and Threlfall, E. J. (2005). Mechanisms of quinolone resistance in *Escherichia coli* and *Salmonella*: recent developments, *International journal of antimicrobial agents*, **25(5)**: 358-373.
- Howard, C. V. and Reed, M. G. (1998). Unbiased stereology: three-dimensional measurement in microscopy. *Microscopy handbooks*, **40(1)**
- Jähne, B. (2002). *Digital image processing*.
- Jorgensen, J. H. and Turnidge, J. D. (2015). Susceptibility test methods: dilution and disk diffusion methods. In *Manual of Clinical Microbiology, Eleventh Edition*, 1253-1273.
- Kiran, F. ve Osmanagaoglu, Ö. (2011). Laktik Asit Bakterilerinin (LAB) İdentifikasyonunda/Tiplendirmesinde Kullanılan Moleküler Yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **27(1)**: 62-74.
- Komanduri, K. K. R. (2012). Accelerated image processing using graphical processing units. Texas A&M University-Commerce.
- Le Page, S., Raoult, D. and Rolain, J. M. (2015). Real-time video imaging as a new and rapid tool for antibiotic susceptibility testing by the disc diffusion method: A paradigm for evaluating resistance to imipenem and identifying extended-spectrum β -lactamases. *International journal of antimicrobial agents*, **45(1)**: 61-65.

- McAndrew, A. (2004). An introduction to digital image processing with matlab notes for scm2511 image processing. School of computer science and Mathematics, Victoria university of technology, 1-264.
- Przytulska, M., Kulikowski, J. L. and Wierzbicka, D. (2015). Biomedical images enhancement based on the properties of morphological spectra. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, **35(3)**: 206-215.
- Serra, J. (1982) Image Analysis and Mathematical Morphology. London, Academic, Vol:1.
- Sterio, D. C. (1984). The unbiased estimation of number and sizes of arbitrary particles using the disector. *Journal of microscopy*, **134(2)**: 127-136.
- Tuncer, T., Avci, E. and Coteli, R. (2015). A new method for object detection from binary images. 23. In Signal Processing and Communications Applications Conference, SIU, 2015May, 1725-1728.
- Turnidge, J.D and Bell, J.M. (2005). Antimicrobial Susceptibility on Solid Media. Lorian, V. (Ed) Antibiotics in Laboratory Medicine, Fifth Edition. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia PA.
- Yadollahi, M. and Procházka, A. (2011). Image Segmentation for Object Detection. In Proceedings of the 19th International Conference Technical Computing Prague, 2011, Vol. 129.
- Yılmaz, N., Ağuş, N., Bayram, A., Şamlıoğlu, P., Şirin, M. C., Derici, Y. K. and Hancı, S. Y. (2016). Antimicrobial susceptibilities of Escherichia coli isolates as agents of community-acquired urinary tract infection (2008–2014). *Turkish journal of urology*, **42(1)**: 32.
- Yoon, S. C., Shin, T. S., Lawrence, K. C., Heitschmidt, G. W., Park, B. and Gamble, G. R. (2015). Hyperspectral imaging using RGB color for foodborne pathogen detection. *Journal of Electronic Imaging*, **24(4)**: 043008-043008.

6.1 İnternet Kaynakları

- 1- <http://bilheal.bilkent.edu.tr/aykonu/ay2012/antibiotik/antibiyotik.htm> /Erişim Tarihi: (15.03.2015)
- 2- <http://www.klimik.org.tr/wp-content/uploads/2012/02/128201112107-49.pdf/>
Erişim Tarihi: (20.05.2015)
- 3- https://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromanyetik_tayf /Erişim Tarihi: (30.12.2015)
- 4- <http://www.zihni.net/sayisal-goruntu-isleme/goruntu-algilama-ve-elde-etme/> Erişim Tarihi: (28.12.2015)
- 5- http://akizilkaya.pamukkale.edu.tr/B%C3%B6l%C3%BCm4_goruntu_isleme.pdf/
Erişim Tarihi: (24.03.2015)
- 6- http://www.radwag-turkey.com/index.php?route=product/product&path=25_29_36&product_id=249/ Erişim Tarihi: (21.12.2015)
- 7- <https://www.balmumcukimya.com/mtops-ms-300-analog-isiticili-manyetik-karistirici> Erişim Tarihi: (20.12.2015)
- 8- http://www.nuve.com.tr/sites/default/files/documents/product_series_brochures/OT_
/ Erişim Tarihi: (20.12.2015)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nurgül ÖZMEN SÜZME
Doğum Yeri ve Tarihi : Kırklareli, 30.07.1985
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : 0543 585 36 64/ nozmen@aku.edu.tr

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kırklareli Anadolu Lisesi,(1999- 2003)
Lisans : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Elektrik
Elektronik Mühendisliği, (2007- 2012)
Yüksek Lisans :Afyon Kocatepe Üniversitesi, Elektrik - Elektronik
Mühendisliği Anabilim Dalı, (2013-2016)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik

Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü
Araştırma Görevlisi, 2012-Devam Ediyor

Yayınları (SCI ve diğer) :

Taşgetiren, S., Süzme, N. Ö., Özkan, N., ve Yuran, A. F. (2015). Biyomedikal Araştırmalarında Sağlık Alanı ve Mühendislik Alanı Arasındaki İşbirliğinin Durumu, *vogue*, 15(18).

Taşgetiren, S., Yuran, A. G. A. F., Özmen, A. G. N., ve Özkan, A. G. N. Biyomedikal Ar-ge 2015.

Taşgetiren, S., Yuran, A. F., Özmen, N., ve Özkan, N. Türkiye'de Biyomedikal Teknolojileri Alanındaki Araştırmalarda Biyomedikal Mühendisliğinin Yeri

Fidan, U., Süzme, N. Ö., (2015). Küf Gelişiminin Görüntü İşleme Teknikleri ile Analizi, *Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, DOI:10.5578/fmbd.10334

Fidan, U., Süzme, N. ., (2016). Escherichia Coli Bakterisinin Antibiyotik Duyarlılığının Görüntü İşleme Teknikleri ile Belirlenmesi, *Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, DOI:10.5578/fmbd.25244

Diğer konular

13FEN.BİL. 56 no'lu 'C# ile Kameradan Optik Form Okuma' isimli BAPK Projesi, Araştırmacı, (2013-2014)

13 MUH 09 Mikrobiyolojik Disk Difüzyon Yöntemiyle Elde Edilen Görüntülerin Gerçek Zamanlı Görüntü İşleme Teknikleri ile Analizi, Araştırmacı, (2013-2016)