

AKÜ FEMÜBİD 15(2015) 035203 (13-21)  
DOI: 10.5578/fmbd.10334

AKU J. Sci. Eng. 15 (2015) 035203 (13-21)

Araştırma Makalesi / Research Article

## Küf Gelişiminin Görüntü İşleme Teknikleri ile Analizi

Uğur Fidan, Nurgül Özmen Süzme

<sup>1,2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.  
e-posta: ufidan@aku.edu.tr, nozmen@aku.edu.tr

Geliş Tarihi:03.08.2015; Kabul Tarihi:09.10.2015

### Özet

Gıda endüstrisi, fabrika çıkışından son kullanma tarihine kadarki ürünlerin ticari kalitesinin belirlenmesi için Kritik Kontrol Noktalarının Tehlike Analizi(HACCP,Hazard Analysis and Critical Control Point) standartlarına uygun olarak hammaddeden bitmiş ürüne kadar tüm üretim işleminin mikrobiyolojik yükünü gösteren mikrobiyal florayı saymaktadır. Rutin olarak kullanılan kalite indikatörler; toplam bakteri, toplam koliform, enterobacteriaceae, e.coli, s.aureus, maya ve küflerdir. Mevcut uygulamada küf ve maya gelişiminin analizi, inkübasyon süresinin sonunda besi yeri üzerinden kumpas veya cetvel gibi araçlar kullanılarak yapılmaktadır. İnsan algılaması ağırlıklı olarak görsel duyu becerisi ile sağlanmaktadır. İnsan, objeleri sadece sınıflandırmak ya da tanımlamak için değil, belli bir sahneyi tarayıp onun hakkında bir duygu veya izlenim edinmek için bakar. İnsan bu becerisi sayesinde elde ettiği görüntüleri çok hızlı ve büyük miktarda işleyebilme kapasitesine sahiptir. Bu çalışmada küf gelişiminin zamana bağlı gelişim hızlarının görüntü işleme teknikleri ile belirlenerek mikrobiyolojik çalışmalar için alternatif değerlendirme metodunun geliştirilmesi hedeflenmektedir. Yapılan çalışma sonucunda PID kontrollü Elektromag M3025p model etüv, küf gelişimi için gerekli ortam şartlarının sağlanması için revize edilerek çalışmaya uygun hale getirilmiştir. Revize edilen inkübatör kabininin sıcaklık ve ışık dağılımının homojenliği plexiglass ve vinil malzeme kullanılarak sağlanmıştır. Sonuç olarak donanım ve yazılım bileşenlerinin uyumlu çalışması sağlanarak mevcut değerlendirme kriterlerine alternatif metod geliştirilmiştir. Geliştirilen metod sayesinde hem nicel veriler elde edilmiş hem de kontaminasyon problemlerinin önüne geçilmiştir.

### Anahtar kelimeler

Görüntü İşleme;  
Filtreler; Küf; PDA.

## Image Processing Techniques for the Analysis of Mold Growth

### Abstract

The food industry, in accordance with HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) standards by factory default until the expiration date for the determination of the commercial quality of the products up to the finished product shows the number of all microbial flora it is assumed. Quality indicators are used routinely; total bacteria, total coliforms, Enterobacteriaceae, E. coli, Staphylococcus aureus, yeast and molds. In practice, the analysis of mold and yeast growth is done through the media using tools like caliper at the end of the incubation period. Human perception is mainly provided by the visual sensory skills. Human beings do not see objects to classify or define just scan a particular scene or look to get an impression about his feelings. Human, with images obtained through this ability that has a very fast and be able to handle a large amount of capacity. In this study, determined by image processing techniques of mold growth rate of time-bound development aims to develop alternative assessment methods for microbiological studies. As a result of the study, PID controlled models Elektromag M3025p oven, environmental conditions necessary for the development of moulds have been made available for the provision of the revised study. In the revised incubator cabinet, temperature and light distribution uniformity is ensured by plexiglass and vinyl material. As a result, ensuring consistent operation of hardware and software components developed an alternative method to the current evaluation criteria.

### Keywords

Image Processing;  
Filters; Mold; PDA

## 1. Giriş

Gıda endüstrisi rutin olarak, hammaddeden bitmiş ürüne kadar tüm üretim işleminin mikrobiyolojik yükünü gösteren mikrobiyal florayı saymaktadır. Bu kalite indikatörü HACCP yaklaşımının kurularak ürünlerin fabrika çıkışından son kullanma tarihine kadarki ticari kalitesinin belirlenmesi için gereklidir. Rutin olarak kullanılan kalite indikatörleri; toplam bakteri, toplam koliform, enterobacteriaceae, e.coli, s.aureus, maya ve küflerdir. Küf ve maya gelişimin analizi inkübasyon süresinin sonunda besi yeri üzerinden kumpas veya cetvel gibi araçlar kullanılarak yapılmaktadır. (int Kyn.1)

İnsan algılaması ağırlıklı olarak görsel duyu becerisi ile sağlanmaktadır. İnsan, objeleri sadece sınıflandırmak ya da tanımlamak için değil, belli bir sahneyi tarayıp onun hakkında bir duygu veya izlenim edinmek için bakar. İnsan bu becerisi sayesinde elde ettiği görüntüleri çok hızlı ve büyük miktarda işleyebilme kapasitesine sahiptir.

Görüntü işleme, karmaşık ve gürültülü imgeden ilgili bölgedeki şekillerin çıkarılmasıdır. İnsan algısı açısından görüntünün keskin, açık ve detaylı olması tercih edilirken, makine algısı için görüntünün düzenli ve sade olması tercih edilirMcAndrew (2004).Görüntü işleme imgenin doğasını iki amaç için değiştirmektedir;

- Görüntü işleme, insan algısı için yapılıyor ise resmin görselliğinin artırılması hedeflenir.
- Görüntü işleme, makine algısı için yapılıyor ise resmi makine algısına uygun hale getirilmesi hedeflenir.

Konu ile ilgili yapılmış olan literatür çalışmaları incelendiğinde;

Shanmugavadivu ve Balasubramanian (2014) yaptıkları çalışmada giriş resmindeki temel detayları koruyarak kontrastı arttırmak için optimize histogram eşitleme yöntemini kullanmışlardır. Önerilen yöntem ile histogram eşitleme yapıldığında resmin parlaklık dağılımına ait homojenliğin arttığı tespit edilmiştir. Zhang ve ark. (2015) Hamburg havzasında buz bloklarına ait

resimlerin görüntü işleme metotları ile mesafeye dayalı olarak alanlarını ve kütlelerini belirlemeye çalışmışlardır. Piotr ve ark.(2014) yılında arpayı sınıflara ayırmak için görüntü işleme metotlarından olan sınıflandırma ve alan bulmayı kullanmışlardır. Arpa çeşitlerinin belirlenmesinde kırıksık olan alanlar tespit edilerek bu alanların ürün açısından değerlendirilmesini yapmıştır.Comin ve ark. (2014) yılında yaptıkları çalışmada mikroskobik analizleri yapılan kas lif çekirdeklerinin kantitatif olarak değerlendirilebilmesi için görüntü işleme metodolojisi geliştirerek görüntü yaklaşımında sağlamlık ve doğruluğu sağlamışlardır.Javier ve ark.(2015) yaptıkları çalışmada astronomik nesnelerin tespiti için bu nesnelere öncelikle tespit edilip sonrasında alanlarının hesaplanmasını sağlayan bir görüntü işleme algoritması geliştirmişlerdir. YAO ve ark.(2014) yılında pirinç tarlasından aldıkları görüntülerle pirinç üzerindeki böcekleri görüntü işleme teknikleriyle tespit edip bunların sayımını gerçekleştirmişlerdir. Perret ve Collet(2014) yaptıkları çalışmada Geleneksel Max-Tree düğümlerini sınıflandırmak için hiyerarşik Markov denetimsiz algoritmasına kullanarak görüntü işleme ve görüntü analizi için yeni bir yaklaşım getirmişlerdir. Lygin ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada resveratrol ve pterostilbene'in üç soya patojeni üzerine in vitro etkinliğinin araştırılması ve stilbenik bileşiklerinin potansiyel Transgen soya fasulyesi bitkilerinde doğal direnci artırma potansiyelinin olup olmadığının araştırmışlardır. Macrophomina phaseolina, Rhizoctonia solani, ve Sclerotinia sclerotiorum'un katı ve sıvı ortamda resveratrol ve pterostilbene ölçümleri yapılmıştır (konsantrasyon resveratrol 100 µg/ml ve pterostilbene 25 µg/ml). Üç bakteri türünde pterostilben'e potato dextrose agar (PDA) ortamında üç günlük inkübasyon süresi sonucunda her bir patojenin alanında azalma olmuştur. Üç mantar patojeni karşılaştırıldığında pterostilbene olan duyarlılığının resveratrol'a olan duyarlılığına göre daha fazla olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada PDA (Patates Dekstroz Agar) yöntemi için küf gelişiminin zamana bağlı zone çaplarının tespiti yapılacaktır. Bu sayede hem nicel veriler elde edilmiş hem de kontaminasyon problemlerinin önüne geçilmiş olacaktır. Bu sayede küfgelişiminin

zamana bağlı gelişim hızlarının görüntü işleme teknikleri ile belirlenerek mikrobiyolojik çalışmalar için alternatif değerlendirme metodunun geliştirilmesi hedeflenmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

Potato Dekstroz Agar (PDA), maya ve küfler için bakteriyel büyümeyi inhibe etmek amacıyla asit ya da antibiyotikler ile takviye edilebilen genel amaçlı besi yeridir (Şekil 1). PDA yönteminde yiyecekler, süt ve kozmetik ürünleri için plaka yöntemiyle sayım yapılması tavsiye edilmektedir.



**Şekil 1.** PDA yöntemi (int Kyn.2)

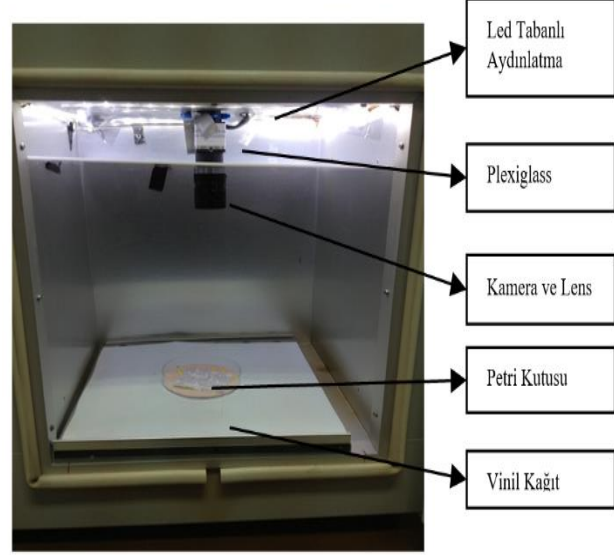
Beslenme açısından zengin taban (patates infüzyon), bazı dermatofitlerde kalıp halinde sporlaşmayı ve pigment üretimini teşvik etmektedir. PDA mantar büyümesini arttıran patates infüzyon ve dekstros içermektedir. Özel sıcaklık ve inkübasyon sürelerinde üreme durumu kontrol edilmektedir. PDA'da mayalar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

### 2.1. İnkübatör Kabininin Geliştirilmesi

Oransal İntegral Türev (PID, A Proportional Integral Derivative) kontrollü Elektromag M3025p model etüv (Şekil 2) küf gelişimi için gerekli uygun ortam şartlarının sağlanması için revize edilerek çalışmaya uygun hale getirilmiştir.

İnkübatör kabini içerisinden görüntülerin alınabilmesi için IDS marka 1280x1024 çözünürlüğe sahip 60 fps hızında USB kamera kabin içerisine yerleştirilmiştir. Görüntü işleme teknikleri ile

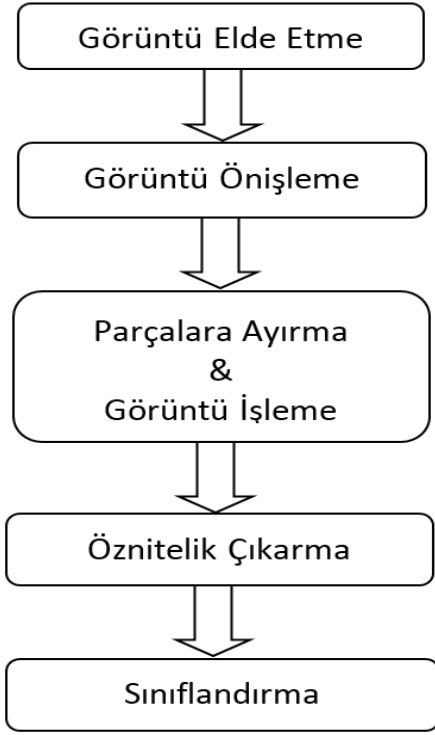
kameradan alınan görüntülerin işlenebilmesi için kabin içerisine aydınlatma sisteminin montajı yapılmıştır. Görüntü işlemenin önemli ön aşamalarından olan aydınlatmanın homojenliği test edilerek inkübasyon kabini kullanıma hazır hale getirilmiştir.



**Şekil 2.** İnkübatör Kabini

### 2.2. Görüntü İşleme

PDA yöntemi ile küfün inkübasyon süresince gelişimine bağlı olarak petri kabı içerisinde kapladığı alanlarının hesaplanabilmesi için Şekil 3'de verilen görüntü işleme mimarisi kullanılmıştır.

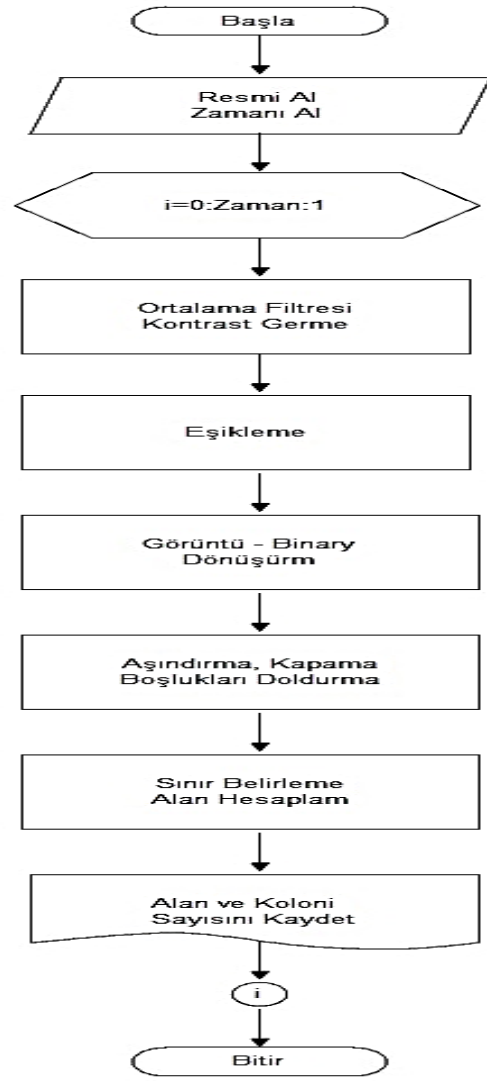


Şekil 3. Görüntü İşleme Mimarisi

Görüntü işleme matematiksel morfoloji temel küme işlemlerine dayanmaktadır. Morfoloji, imgenin sınırlarını ve iskelet yapısını ortaya çıkarmakla birlikte gürültü giderilmesi ve bölütleme yapılması için gerekli bir araçtır. Gri resimler üzerinde uygulanabildiği gibi en sık kullanımı ikili resimler üzerinedir.

### 2.3. Gerçekleştirilen Görüntü İşleme Yazılımı

Küf oluşumuna ait gelişimin analizi için gerçekleştirilen görüntü işleme yazılımına ait programın akış diyagramı Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Akış Diyagramı

Gerçekleştirilen görüntü işleme yazılımı ile öncelikle kamera aracılığıyla resim alınmış ve kullanıcıdan resim alma sıklığını belirlenmesi istenmiştir. Ortalama filtre, görüntüleri iyileştirmek ya da önceki ve sonraki pikseller arasındaki yoğunluk değişim miktarını azaltmak için kullanılan temel ve kolay bir yöntemdir. Genellikle görüntünün içindeki gürültüyü (bozukluk) azaltmak için kullanılmaktadır.

Bir görüntüye ortalama filtre yöntemi uygulanırken, görüntüdeki her bir piksel değerinin, o piksele komşu diğer piksel değerleriyle birlikte ortalaması alınır. Seçilen pikselin değeri, elde edilen yeni değer ile değiştirilir. Örneğin;  $P(x,y)$  fonksiyonu, Şekil 5'de görülen  $x,y$  konumundaki piksel değerini versin. Ortalama Filtre uygulanmış yeni görüntünün  $x,y$  konumundaki piksel değeri ise  $N(x,y)$  olsun.

x-2, y-2	x-1, y-2	x, y-2	x+1, y-2	x+2, y-2
x-2, y-1	x-1, y-1	x, y-1	x+1, y-1	x+2, y-1
x-2, y	x-1, y	x, y	x+1, y	x+2, y
x-2, y+1	x-1, y+1	x, y+1	x+1, y+1	x+2, y+1
x-2, y+2	x-1, y+2	x, y+2	x+1, y+2	x+2, y+2

Şekil 5. Ortalama Filtresi Çekirdek matrisi

Bu durumda, filtrelenecek görüntüdeki her bir piksel için  $N(x,y)$  fonksiyonu Eşitlik 1'deki gibi hesaplanır:

$$N(x,y) = \frac{1}{25} \left( \begin{array}{l} P(x-2,y-2)+P(x-1,y-2)+P(x,y-2)+P(x+1,y-2)+P(x+2,y-2)+ \\ P(x-2,y-1)+P(x-1,y-1)+P(x,y-1)+P(x+1,y-1)+P(x+2,y-1)+ \\ P(x-2,y)+P(x-1,y)+P(x,y)+P(x+1,y)+P(x+2,y)+ \\ P(x-2,y+1)+P(x-1,y+1)+P(x,y+1)+P(x+1,y+1)+P(x+2,y+1)+ \\ P(x-2,y+2)+P(x-1,y+2)+P(x,y+2)+P(x+1,y+2)+P(x+2,y+2) \end{array} \right) \quad (1)$$

Filtreleme işlemi sonucunda, filtre uygulanan bölgedeki düzgün olmayan, bozulmaya uğramış piksel değerleri elenmiş olur.

Gri skala görüntülerde parlaklık seviyesi dönüşümü yapmak için Eşitlik 2'deki denklem kullanılmıştır.

$$g_{çıkkt} = \frac{(g_{girdi} + (g_{çıkktmin} - g_{min}))}{(g_{çıkktmax} - g_{çıkktmin})} * (g_{max} - g_{min}) \quad (2)$$

$g_{min}$  = En küçük piksel değeri

$g_{max}$  = En büyük piksel değeri

$g_{çıkktmin}$  = İstenen en küçük piksel değeri

$g_{çıkktmax}$  = İstenen en büyük piksel değeri

$g_{girdi}$  = Piksel değeri

$g_{çıkkt}$  = Yeni piksel değeri

Eşiklemde gri tonlamadaki resmin belli bir eşik değerinde siyah beyaz görüntüsü elde edilir. Belirli bir eşik değerinden (T) büyük pikseller beyaza küçük pikseller ise siyaha dönüşerek binary resim elde edilir (Eşitlik 3).

$$Piksel\ Değer\ Değişimi \begin{cases} Beyaz, & Gri\ Değer > T \\ Siyah, & Gri\ Değer < T \end{cases} \quad (3)$$

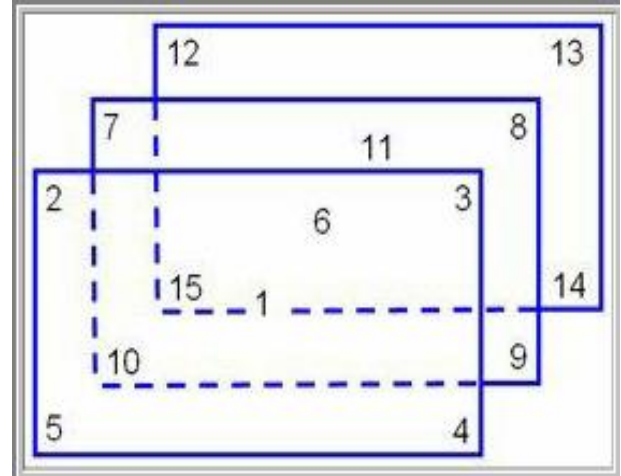
Makine ile görüntü işlemeye uygun hale getirilmiş resim üzerinde aşındırma ve kapama işlemleri yapı matrisi ile işlenmiştir. Elde edilen görüntüler üzerinde morfolojik işlemler uygulanarak

görüntünün sınır, alan ve sayıları belirlemiştir. Görüntü işleme algoritması ile belirlenen zaman aralıkları boyunca küf oluşumunun zamana bağlı gelişiminin incelenmesi sağlanmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1 İnkübatör Kabindeki Isı Dağılımının Belirlenmesi

İnkübatör kabini içerisinde sağlıklı küf gelişiminin sağlanabilmesi için öncelikle kabin içerisinde ısı dağılımının dengeli olup olmadığı belirlenmelidir. Bunun için etüv cihazı 36°C'ye ayarlandı ve ısının dengeye gelmesi için 30 dakika boşa çalıştırılarak bekletilmiştir. İnkübatör kabininin ısı dağılımının belirlenmesi için Keithley 2700 veri kayıt cihazı kullanılmıştır. Kullanılan veri kayıt cihazında -200°C ile +760°C sıcaklık aralığında ölçüm yapabilen 15 adet J tipi termokupl kullanılmıştır. Termokuplların kabin içerisine yerleşimi Şekil 6'daki gibidir.



Şekil 6. Prob dağılım şeması

Veri kayıt cihazından elde edilen sonuçlar Tablo 1'de görülmektedir. Isı dağılım verileri incelendiğinde ısı dağılımının azami 1.977°C sapma değeri olduğu tespit edilmiştir. 1 nolu termokuplda ölçülen sıcaklık değerinin ayarlanan sıcaklık değerinden farklı çıkması termokupl kablolarının kapak içerisinden geçirilirken meydana gelen boşluktan kaynaklanmaktadır.

**Tablo 1.** İnkübatör Kabini Isı Dağılımı

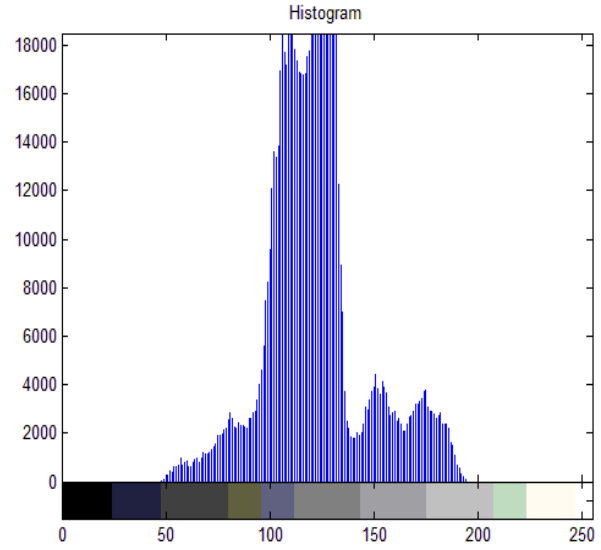
Prop_1	Prop_2	Prop_3	Prop_4	Prop_5
30,434°	37,977°	36,384°	35,441°	37,789°
Prop_6	Prop_7	Prop_8	Prop_9	Prop_10
35,658°	36,259°	35,966°	37,018°	36,346°
Prop_11	Prop_12	Prop_13	Prop_14	Prop_15
36,307°	36,243°	36,239°	37,180°	37,159°

### 3.2 Homojen Aydınlatmanın Belirlenmesi

Görüntülerin elde edilmesinde aydınlatmadan kaynaklanan problemler oluşmaktadır. Çeşitli aydınlatma yöntemleri denenerek görüntülerde parlama yada bozulmaya sebep olabilecek etkenler ortadan kaldırılarak homojen kabin içi aydınlatma gerçekleştirilmiştir. Bu çözüm sürecinde Lutron YK-10LX ışık ölçer ile boyu 29cm, eni 31 cm ve derinliği 27 cm olan kabin içerisinden 5 farklı noktadan (Tablo 2) ölçümler yapılmıştır.

**Tablo2:**Kabin içi Aydınlatma (Lüks) Değerleri

kullanılarak yapılan aydınlatma sonucunda elde edilen histogram grafiği görülmektedir.



**Şekil 7.**Pleksiglass kullanılarak elde edilen histogram

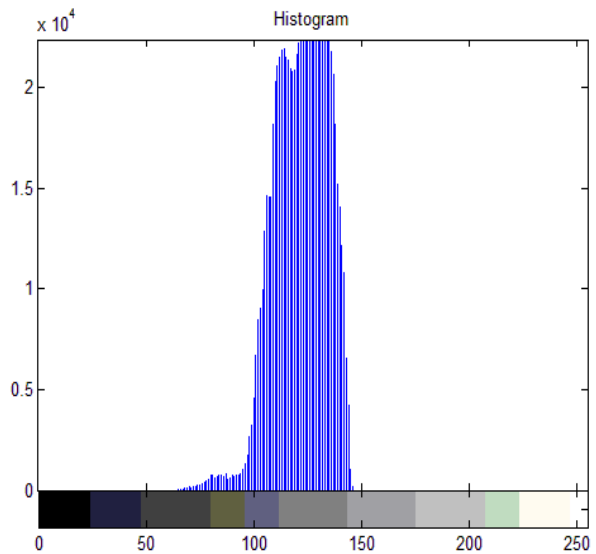
Şekil 8'de pleksiglass ve vinil malzeme beraber kullanılarak yapılan aydınlatma sonucunda elde

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

edile  
n  
histo  
gram  
grafiğ  
i  
görül  
mekt  
edir.

Kabin içerisinin yansımali yüzeyleri nedeniyle doğrudan led aydınlatma ile test kabı üzerinde homojen bir aydınlatma sağlanamadığı gözlemlenmiştir. İkinci aşamada led aydınlatma ile test kabı arasına pleksiglass malzemedan bir yüzey oluşturulmuştur. İstenen homojen aydınlatma sağlanamaması nedeniyle tabana vinil malzeme yerleştirilerek kabin içi aydınlatmada yeterli homojenliğe ulaşılmıştır. Yapılan bu ölçümler sonucunda homojenliği en yüksek aydınlatmanın inkübasyon kabini içerisine pleksiglass ve vinil malzeme yerleştirilmesiyle elde edilmiştir.

Farklı yüzey kaplamanın görüntü histogramına etkisini belirlemek için alınan görüntüler Matlab Programı ile analiz edilmiştir. Şekil 7'de pleksiglass



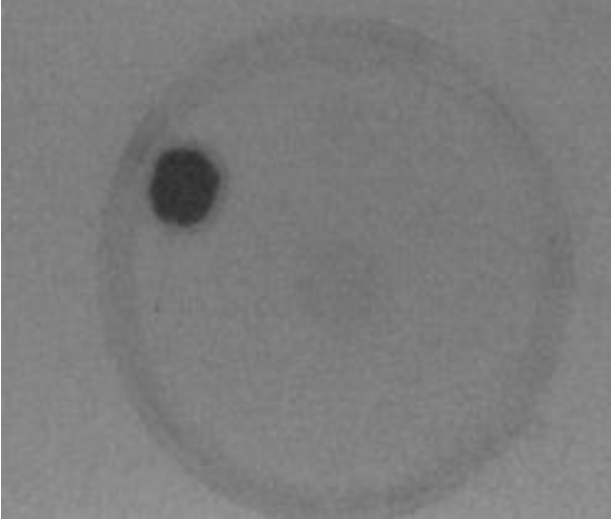
**Şekil 8.**Pleksiglass ve Vinil kullanılarak elde edilen histogram



Şekil 7 ve 8 incelendiğinde pleksiglass ve vinil birlikte kullanılarak ışığın homejen bir şekilde dağılarak, parlama ve yansıma olmadan görüntü kalitesinin iyileştiği histogram sonuçları ile de tespit edilmiştir.

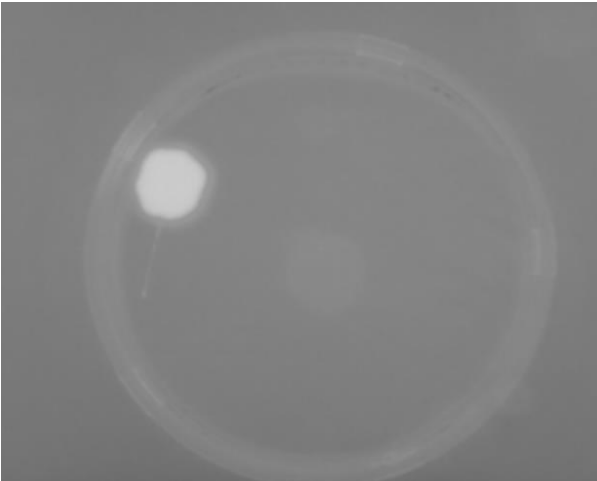
### 3.3 Küf Oluşumunun Görüntü İşleme ile Analizi

Dar açılı lense sahip kamera (UI-3240CP\_M) ile homojen sıcaklık ve aydınlatma şartlarına sahip kabin içerisinde alınan küf oluşumuna ait görüntü Şekil 9'da görülmektedir.



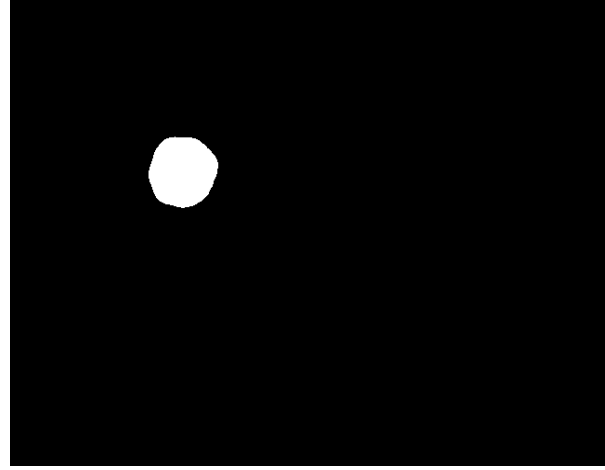
Şekil 9. Orijinal Görüntü

Filtreleme görüntüdeki gürültüleri giderme, netlik sağlama, kenarların keskinleştirilmesi ve bulunması amaçlarıyla yapılmaktadır. Şekil 10'da average filtresi ile resimdeki gri düzeyler arasındaki keskin geçişler ortadan kaldırılarak yumuşak geçişler sağlanmıştır.



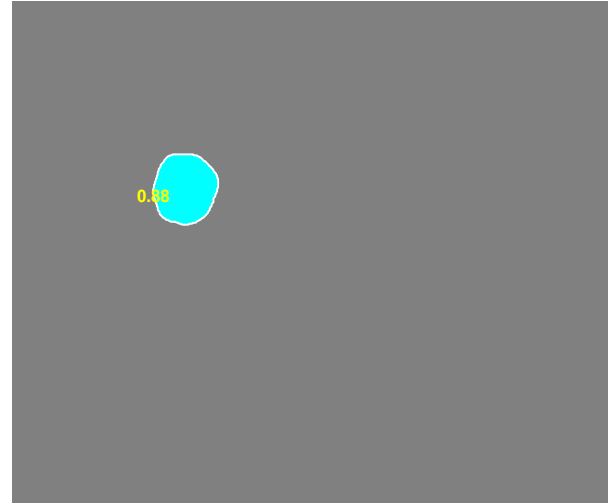
Şekil 10. Filtrelenmiş Görüntü

Morfolojik işlemlerin hangi şekillerde kullanılacağına karar verilmiş ve disk şeklinde ve belli bir çapa sahip nesnelere morfolojik işlemler uygulanmıştır. Morfolojik işlem sonucunda Şekil 11'de görüntünün makine algılamasına uygun hale getirildiği görülmektedir.



Şekil 11. Sınırları Belirlenmiş Görüntü

Yapılan tüm görüntü işleme işlemleri sonucunda hedeflenen görüntünün alanı  $0.88\text{cm}^2$  olarak bulunmuş ve Şekil 12'de gösterilmiştir.

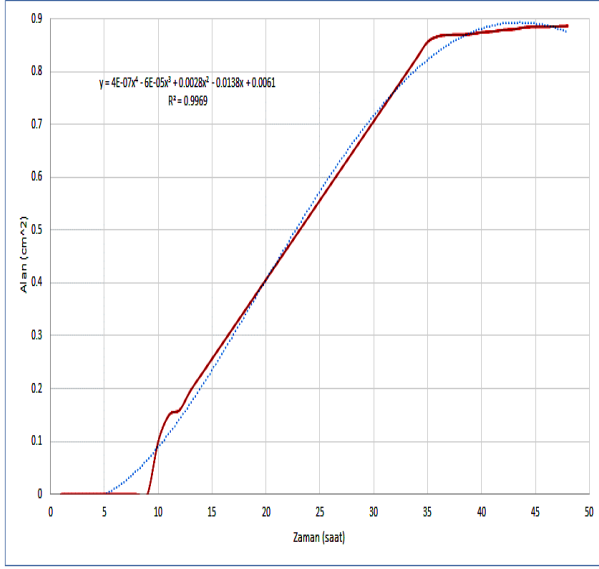


Şekil 12. Alanı Bulunmuş Görüntü

Görüntü işleme teknikleri ile alanının doğru hesaplanabildiğini test etmek için farklı çaplara sahip rondelalar kullanılmıştır. Yapılan ölçümler sayesinde belirlenen düzeltme katsayısı ile alan hesabının doğruluğu test edilmiştir. Ayrıca küf oluşumuna ait alan konvansiyonel yöntemde olduğu gibi kumpas aracılığıyla küf çapı  $0.54\text{cm}$  olarak ölçülmüştür. Elde edilen görüntü yaklaşık daire

kabul edilerek alanı hesaplaması yapıldığında 0.91cm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç görüntü işleme ile bulunan alan ile konvansiyonel yöntem ile bulunan alanın yaklaşık aynı olduğunu göstermektedir.

Küf oluşumunun zamana bağlı gelişimi incelemek için yukarıda anlatılan görüntü işleme teknikleri yazılım sayesinde 1 saat aralıkla tekrarlanmış ve küf oluşumuna ait gelişim grafiği (Şekil 13) çıkarılmıştır.



**Şekil 13.** Zamana Bağlı Küf Oluşumu

Şekil 13’de görülen zamana bağlı küf oluşum grafiği üzerinde eğri uydurma uygulanarak küf oluşumunun zamana bağlı gelişimi r=0.9969 korelasyon katsayısı için Eşitlik 4’deki gibi formüle edilmiştir.

$$y = 4 * 10^{-7} * x^4 - 6 * 10^{-5} * x^3 + 0,0028 * x^2 - 0.0138 * x + 0,0061(4)$$

Gerçekleştirilen çalışma onlarca aynı tür küf üzerinde denenmiştir. Gerçekleştirilen yazılım her bir küf oluşumunu tespit edip alan değerlerini hesaplayarak görüntü üzerine ve Excel dokümanına sayısı ile birlikte kaydetmektedir.

#### 4. Tartışma

Gıda endüstrisi fabrika çıkışından son kullanma tarihine kadarki ürünlerin ticari kalitesinin belirlenmesi için 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 metod 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. Ayrıca, çalışmaya mikrobiyoloji laboratuvarlarında bakteriler üzerinde çalışılan ve kişiye özel antibiyotik duyarlılığın belirlenmesi için kullanılan disk difüzyon yöntemi üzerinde de denenmesi planlanmaktadır.

#### Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için gereken altyapı desteğinden dolayı Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü’ne teşekkür ederiz (13.MUH.09).

#### Kaynaklar

- Comin C. H., Xu X., Wang Y., Costa L. F. and Yang Z., 2014. An image processing approach to analyze morphological features of microscopic images of muscle fibers. *Computerized Medical Imaging and Graphics***38**, 803-814
- Kurz, L., & Benteftifa, M. H., 2006. *Analysis of variance in statistical image processing*, Cambridge University Press.
- Martínez-Alvarez J. J., Garrigós J., Toledo J., Colodro-Conde C., Villó-Pérez I. and Ferrández J. M., 2015. A scalable CNN architecture and its application to short exposure stellar images processing on a HPRC. *Neurocomputing*, **151**, 91-100



- 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.
- Perret B., Collet Ch., 2015. Connected image processing with multivariate attributes: An unsupervised Markovian classification approach. *Computer Vision and Image Understanding*, **133**, 1-14
- Qing Y., Ding-xiang X., Qing-jie L., Bao-jun Y., Guang-qiang D. and Jian T., 2014. Automated Counting of Rice Planthoppers in Paddy Fields Based on ImageProcessing, *Journal of Integrative Agriculture*, **13(8)**, 1736-1745
- Shanmugavadivu P. and Balasubramanian K., 2014. Thresholded and Optimized Histogram Equalization for contrast enhancement of images. *Computers and Electrical Engineering*, **40**, 757-768
- Szczypinski P. M., Klepaczko A. and Zapotoczny P., 2015. Identifying barley varieties by computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, **110**, 1-8
- Zhang Q., Skjetne R., Metrikin I. and Løset S., 2015. Image processing for ice floe analyses in broken-ice model testing. *Cold Regions Science and Technology*, **111**, 27-38

### **İnternet Kaynakları**

1. [http://www.kascert.com/goster.aspx?metin\\_id=27](http://www.kascert.com/goster.aspx?metin_id=27)
2. <http://microbeonline.com/potato-dextrose-agar-pda-principle-composition-colony-characteristics/>