



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**LR-115 NÜKLEER İZ KAZIMA
DEDEKTÖRLERİNDE ALFA İZLERİNİN GÖRÜNTÜ
İŞLEME TEKNİKLERİ İLE MATLAB ORTAMINDA
ANALİZİ**

Mehmet Akif ERSOY

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Coşkun HARMANŞAH

Nükleer Bilimler Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 622.02.01

Sunuş Tarihi : 05.02.2013

Bornova-İZMİR

2013

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**LR-115 NÜKLEER İZ KAZIMA DEDEKTÖRLERİNDE
ALFA İZLERİNİN GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ
İLE MATLAB ORTAMINDA ANALİZİ**

Mehmet Akif ERSOY

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Coşkun HARMANŞAH

Nükleer Bilimler Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 622.02.01

Sunuş Tarihi : 05.02.2013

Bornova - İZMİR

2013

Sayın Mehmet Akif ERSOY tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan **“Nükleer İz Detektörlerinde Alfa İzlerinin Matlab Ortamında Farklı Algoritmalar İle İncelenmesi”** başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 05.02.2013 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı

:

.....

Raportör Üye

:

.....

Üye

:

.....

ÖZET

LR-115 NÜKLEER İZ KAZIMA DEDEKTÖRLERİNDE ALFA İZLERİNİN GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ İLE MATLAB ORTAMINDA ANALİZİ

ERSOY, Mehmet Akif

Yüksek Lisans Tezi, Nükleer Bilimler Anabilim Dalı
Tez Yöneticisi: Yrd.Doç. Dr. Coşkun HARMANŞAH
Şubat, 2013, 45 sayfa

Katıhal nükleer iz kazıma dedektörleri çevresel ve topraklardaki radon gazının izlenmesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Gözle sayımlar sırasında, film dedektörler üzerinde alfa izlerinin fazla olmasından dolayı sayım değerlerinde hatalar oluşmaktadır. Bundan dolayı alfa parçacıklarının LR-115 film dedektörler üzerinde bıraktığı izlerin güvenilir ve hızlı bir şekilde sayılması gerekmektedir. Çalışmanın materyal ve metot kısmında, bazı LR-115 film dedektörler belli sürelerle toprak altında bekletilmiş diğer filmler ise Am-241 kaynağına maruz bırakılmıştır. Alfa parçacıklarının filmler üzerinde bıraktığı izler farklı görüntü işleme teknikleri kullanılarak MatLab ortamında incelenmiş ve sayılmıştır. Aynı zamanda filmler üzerinde üstüste gelen izler belirlenerek sayım değerlerindeki hatalar azaltılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, alfa tanecik izlerinin boyutların 5' den 49 piksele kadar değiştiği görülmüştür. Bu çalışmadaki yazılımla, yoğun ve üstüste gelmiş olan alfa izlerinin sayımı minimum hatayla ölçülmüş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: LR-115, Matlab, Görüntü işleme, Nükleer iz kazıma dedektörü

ABSTRACT**INVESTIGATION OF THE ALPHA TRACKS IN SOLID STATE
NUCLEAR TRACK DETECTORS BY IMAGE PROCESSING
TECHNIQUES ON MATLAB**

ERSOY, Mehmet Akif

MSc in Nuclear Sciences

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Coşkun HARMANŞAH

January 2013, 45 pages

Solid-state nuclear track detectors are widely used for monitoring studies of radon gas in environmental and soils. During manual readout, it is occurred errors in the counting values due to excess traces of alpha in film detectors. Therefore, tracks of the alpha particles in the LR-115 film detectors are counted correctly and quickly. In the material and method section of this study, the other film detectors exposed to Am-241 alpha source while some of the LR-115 film detectors periodically placed in soils. The tracks of alpha particles on the film has investigated and counted at MatLab by using different image processing techniques. At the same time, the errors in the counting values have been reduced by determining overlapped tracks on the films. According to the obtained results, It has been found that the sizes of alpha particle tracks on the films ranged from 5 to 49 pixels. Through the software in this study, it will be that the counts of the excessive and overlapped alpha tracks on the films have been measured by minimum error.

Keywords: LR-115, Matlab, Image processing, Nuclear track detectors

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarım boyunca beni destekleyen, her türlü yardımlarını ve bilgisini esirgemeyen Tez Danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Coşkun HARMANŞAH'a, tez aşamam boyunca bana çok yardımcı olan Sayın Araş. Gör. Caner TAŞKÖPRÜ ve Sayın Araş. Gör. Mutlu İÇHEDEF'e, her zaman beni destekleyen, yanımda olan aileme ve çalışmam boyunca bana yardımcı olup, her an yanımda olan ve beni her zaman destekleyen benim için çok değerli olan Sayın Meltem ÖZKAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Akif ERSOY

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Radon Gazı	4
2.2 Radon Gazının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	5
2.3 Toprakta Radon Gazı Konsantrasyonunun Değişimleri ve Yerkabuğu Hareketleri İlişkisi	7
2.4 Radon Gazı Ölçüm Yöntemleri	7
2.4.1 Lucas hücreleri ile radon gazı ölçümleri	8
2.4.2 Kolektör yöntemi	9
2.5 Katıhal Nükleer İz Kazıma Dedektörleri	9
2.6 Görüntü İşleme	11
3. LİTERATÜR ÖZETİ	14

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4. MATERYAL VE METOD.....	16
4.1 LR-115 Katıhal Nükleer İz Kazıma Dedektörleri.....	16
4.2 LR-115 Film Dedektörlerinin Işınlanması.....	17
4.3 Film Dedektörlerin Banyo Süreci	17
4.4 Görüntülerin Matlab Programında İncelenmesi.....	19
4.4.1 Format dönüşümü ve ön işlemler.....	20
4.4.2 Görüntü iyileştirme.....	22
4.4.3 Segmentasyon.....	23
4.5 İzlerin Etiketlenmesi ve Sayımı.....	27
4.6 Alfa İzi Okuma Programının Arayüzünün Tanıtılması	29
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	35
5.1 Banyo Sürecinin İzler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması Çalışması	35
5.2 90 Dakika Boyunca Banyo Edilen Film Dedektörlerdeki En Büyük ve En Küçük İz Sonuçları	36
5.3 Sayım Sonuçlarının İncelenmesi	37
5.4 Eşik Değerinin Belirlenmesi Çalışmasının Sonuçları	38
5.5 Sayım Sonuçlarının Uzaklığa Göre Değerlendirilmesi Çalışmasının Sonuçları	38

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	41
ÖZGEÇMİŞ	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 U-238 Bozunum şeması	4
2.2 Doğal radyasyon içinde radon miktarı.....	5
2.3 Dyck yöntemi ile radon gazı ölçümü	8
2.4 Statik yöntem ile radon gazı ölçümü	9
2.5 Kollektör yöntemi ile radon gazı ölçümü	9
2.6 Temel düzeyde görüntü işleme örneği.....	13
2.7 İleri düzeyde görüntü işleme örneği	13
4.1 LR-115 film dedektörü ve dozimetresi örnekleri	17
4.2 IKA RCT Basic manyetik karıştırıcı sistemi.....	18
4.3 LEICA dijital mikroskop sistemi.....	18
4.4 Gri ölçekli görüntü örneği	20
4.5 İkili görüntü örneği0.....	21
4.6 İndeksli görüntü örneği.....	21
4.7 Gerçek renkli görüntü örneği.....	22
4.8 OTSU eşikleme yöntemine bir örnek	24
4.9 Görüntünün ikili resim formatına dönüşüm aşaması.....	25

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.10 K-means Orijinal görüntü	25
4.11 K-means Kümelere ayrılmış görüntü.....	25
4.12 Birinci kümeye ait elemanlar	26
4.13 İkinci kümeye ait elemanlar.....	26
4.14 Üçüncü kümeye ait elemanlar.....	26
4.15 LR-115 film dedektörüne uygulanan K-means algoritması örneği	26
4.16 Bwareaopen uygulaması örneği.....	28
4.17 Alfa izleri sayımı “Ana Penceresi”	29
4.18 Tekli sayım ekranı.....	30
4.19 (a) Orijinal resim, (b) Gri-tonlamalı resim ve (c) Siyah-beyaz resim.....	31
4.20 Eşik değeri ve En küçük iz değeri girişi yatay kaydırma çubuğu.....	30
4.21 Tekli sayım için örnek görüntü işleme ve iz sayımı	31
4.22 Çoklu sayım penceresinin görünümü.....	31
4.23 Çoklu sayım kayıt penceresinin görünümü.....	31
5.1 90 dakika boyunca banyo edilen film dedektörlerdeki en büyük iz değerleri	34

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.2 90 dakika boyunca banyo edilen film dedektörlerdeki en küçük iz değerleri	35
5.3 Sayım sonuçlarının Scion sayım programıyla karşılaştırılması	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Ulusal ve uluslararası bazı kuruluşların müsaade ettiği radon dozu miktarı ...	6
2.2 Bazı iz kazıma dedektörleri	10
4.1 Çoklu sayım arayüzü ile alınan sayımlar	32
5.1 60 ve 90 dakika banyo süreleri için sayım sonuçları	33
5.2 Eşik değerine göre elde edilen sayım sonuçları	36
5.3 Farklı uzaklıklardan yapılan ışımalara ait sayım sonuçları.....	37

1.GİRİŞ

Uranyum ailesi elemanı olan Radyum-226 ve ürünleri, canlılar için iç ve dış ışınlamalara neden olan doğal kaynakların en önemlilerindendir. Radyum toprakta, kayalarda, yapı malzemelerinde, su ve gıdalarda bulunmakta ve oldukça geniş bir dağılım göstermektedir. Yapılan araştırmalar radonun yüksek konsantrasyonda inhilasyonunun kanser riskini artırdığını göstermektedir. Radonun, insan ve çevre sağlığına yönelik risklerini azaltmak için maruz kalınan düzeyin farklı yöntemlerle izlenmesi oldukça önemlidir. Radyum uzun yarı ömürlü olması nedeniyle, Rn-222 oluşumunda bir üreteç görevi yapmaktadır. Rn-222'nin yarı ömrü 3,82 gün olup kısa yarı ömürlü bozunma ürünleri ile denge halinde bulunmaktadır. Dolayısıyla radon, az miktarda bile uranyum içeren her toprak ve kaya ortamında mevcuttur. Uranyum içermeyen ortamlarda ise alt katmanlardan çatlak ve kırıklar vasıtası ile yeraltından yayılarak havaya ve sulara karışır (The National Academy of Sciences (NAS), 1998).

Yerkabuğunda bulunan radon gazının, çeşitli jeolojik olaylar ve hareketlilikler nedeniyle yeryüzüne çıkışları değişmektedir. Bu nedenle günümüzde radon gazı çıkışı ile yerkabuğunda gerçekleşen hareketlenmeler arasındaki ilişkileri inceleyen çok sayıda araştırma yapılmaktadır (Seidel et al., 1998, Saç ve Camgöz, 2000; Ereeş vd., 2001, Virk et al., 2001, Negarestani et al., 2002, Zmazek et al., 2002, Negarestani et al., 2003, Zmazek et al., 2003,). Ayrıca radon gazının insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri de araştırmacıları bu konuda araştırma yapmaya yöneltmiştir. Bu araştırmalar, insan ve çevre sağlığı için su ve havadaki radon gazı ölçümleri ve yerkabuğu hareketleri için toprak ve yeraltı sularında radon gazı ölçümleri olmak üzere iki alanda yoğunlaşmıştır.

1966 yılında Sovyetler Birliğinde Özbekistan başkenti olan Taşkent depremi sonrasında, yeraltı sularındaki radon miktarındaki değişimler bir deprem habercisi olarak bilinmeye başlanmıştır. Depremden önceki birkaç yıl içinde derin kuyulardan alınan yeraltı suyu örneklerindeki radon gazı miktarı artış göstermiştir. Depremin hemen öncesinde ise radon miktarı normal seviyenin üç katı büyüklüğünde bir değere ulaşmıştır. Bu anomali depremin ardından normal seviyeye dönüşmüştür (Özmen, 1995).

Radon gazı konsantrasyonundaki değişimlerin izlenmesine yönelik çalışmalarda farklı teknikler ve yöntemler kullanılmaktadır. Statik yöntem, dyck

yöntemi, kolektör yöntemi ve katıhal nükleer iz kazıma dedektörleri ile radon gazı ölçümleri gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler, alfanın bozunumu aşamalarında ortaya çıkan parçacık miktarının ölçülmesi esasına dayanmaktadır.

Katıhal nükleer iz kazıma dedektörleri toprakta radon gazı konsantrasyonunun ölçümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, yerin belli derinliğine gömülen film dedektörleri (selüloz nitrat filmleri) üzerinde oluşan, radon ve ürünlerince yayınlanmış olan alfa izlerinin mikroskop altında sayılması sonucu yapılan radon ölçüm yöntemidir (Nakoman, 1979). Kolbaşı (1997) tarafından yapılan bir çalışmada CR-39 iz kazıma dedektörleri ile radon gazı ölçümlerinde, radon gazı değişimleri ile deprem büyüklükleri arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir

LR-115 nükleer iz kazıma dedektörleri radon gazı ölçümünde sıkça kullanılan film dedektör tipidir. Bu dedektörler alfa parçacıklarına duyarlı olup, diğer radyasyon türlerine karşı duyarsızdır (Dwaikat et. al., 2007). Film dedektör yüzeyine çarpan alfa parçacıkları selüloz nitrat kaplı yüzeyin moleküler yapısını bozmakta başka bir deyişle hasara neden olmaktadır. Oluşan izler film dedektörlerin sodyum hidroksit çözeltisiyle banyo edilmesinden sonra mikroskop altında görülür hale gelmektedir.

İz kazıma yöntemi ile radon gazı ölçümlerinde çalışmaların büyük bir hızla ve doğrulukla ilerlemesi için film dedektörlerde oluşan alfa izlerinin sayım aşaması oldukça önemlidir. Günümüzde bu aşamanın geliştirilmesi için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. D.L.Patiris ve arkadaşları 2006 yılında CR-39 dedektörlerinden elde edilen görüntülerde iz tanıma ve iz parametre ölçümleri için TRIAC adında bir program geliştirmişlerdir. Program, oluşan izleri alfa parçacıklarının spektrometresi için yarıçaplarına göre sınıflandırmaktadır. 2009 yılında Gillmore ve arkadaşları, LEXT' OLS3100 aynı odaklı lazer tarama mikroskopu kullanarak CR-39 filmlerinde oluşan izleri üç boyutlu olarak incelemişlerdir. Bu sayede alfa parçacığının ulaştığı derinlik ve geldiği açı gözlemlenebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında LR-115 nükleer iz kazıma film dedektörlerinde oluşan izlerin daha hızlı ve güvenilir bir şekilde sayılabilmesi için hem toprak altına gömülerek doğal radyasyona maruz bırakılan hem de laboratuvar ortamında Am-241 kaynağıyla ışınlanan film dedektörler Matlab ortamında analiz edilmiştir.

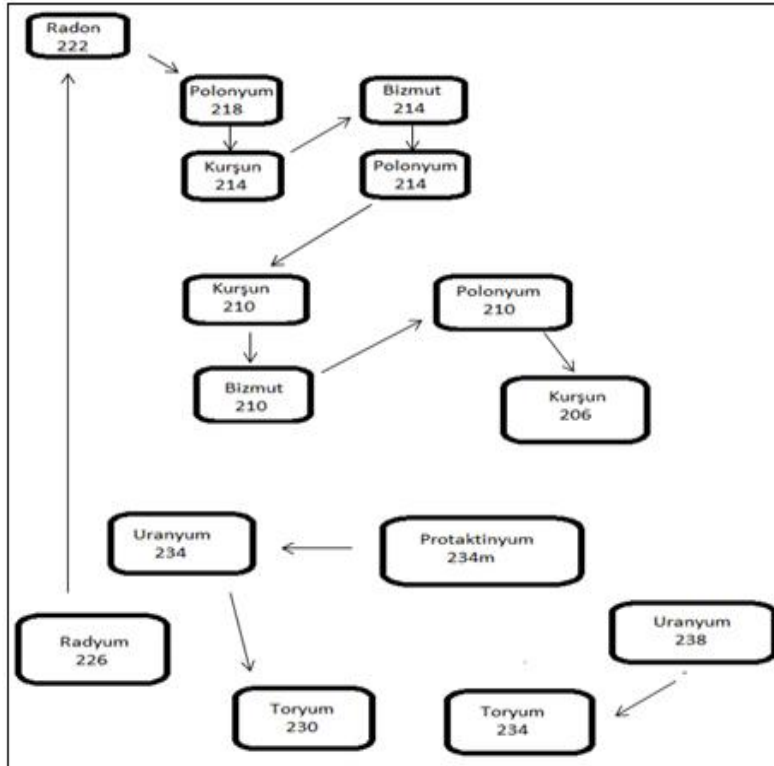
Görüntü işleme teknikleri ve ilgili yazılımlar hemen her alanda kullanılmaktadır. Teknolojinin ilerlemesiyle güçlenen bilgisayar sistemleri ve çalışan yazılımlar görüntü işleme sürecini hızlandırmaktadır. MATLAB; görüntü işleme uygulamalarının kolay tasarlanması ve geliştirilmesi için çeşitli işleme algoritmaları ve fonksiyonlarını barındıran bilimsel bir programlama dili ve ortamıdır. Böylece kontrol sistemlerinden devre analizine, finansal hesaplamalardan programlamaya kadar birçok alanda güvenilir bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu tez kapsamında, yüksek çözünürlüklü mikroskop aracılığı ile elde edilen resimlerin gerekli format dönüşümleri yapıldıktan sonra film dedektörler üzerinde çeşitli görüntü iyileştirmeleri yapılmıştır. Bu tez çalışmasının amacı Matlab ortamının görüntü işleme fonksiyonlarını ve araçlarını kullanarak alfa parçacıklarının oluşturduğu izlerin sayılması için basit ve güvenilir bir yazılımın geliştirilmesidir. Bu yazılım sayesinde LR-115 katıhal nükleer iz kazıma dedektörlerinde oluşan izlerin sayım kalitesi artırılmış ve süreç basitleştirilmiş olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Radon Gazı

Radon renksiz, kokusuz, tatsız ve radyoaktif bir gaz olup dahil olduğu soygazlar sınıfının en ağır elementidir. Doğada bulunmakta olan radyoaktif bozunma serilerinin tek gaz ürünüdür. Uranyum-238, Toryum-232 ve Uranyum-235 bozunma serilerine ait olan 3 izotopu vardır ve bunlar sırasıyla ^{222}Rn , ^{220}Rn ve ^{219}Rn 'dir. Bu izotopların yarı ömürleri sırasıyla 3,82 gün, 55,6 s ve 3,96 s'dir (Evans, 1968, Durrani,1997). Radon gazının bu izotoplarından yarı ömürleri çok az olan ^{220}Rn ve ^{219}Rn 'nin havaya karışarak oluşturduğu konsantrasyon oldukça düşüktür. ^{222}Rn ise doğada diğer radyoaktif elementlere göre yüksek konsantrasyonda bulunan Uranyum-238 elementinin bozunma ürünü olduğu için atmosferde yüksek yoğunluklar oluşturmaktadır. Radon izotoplarının bu özellikleri nedeniyle konsantrasyon ölçümlerinde ^{222}Rn ön planda tutulmaktadır (Fişne, 2004).



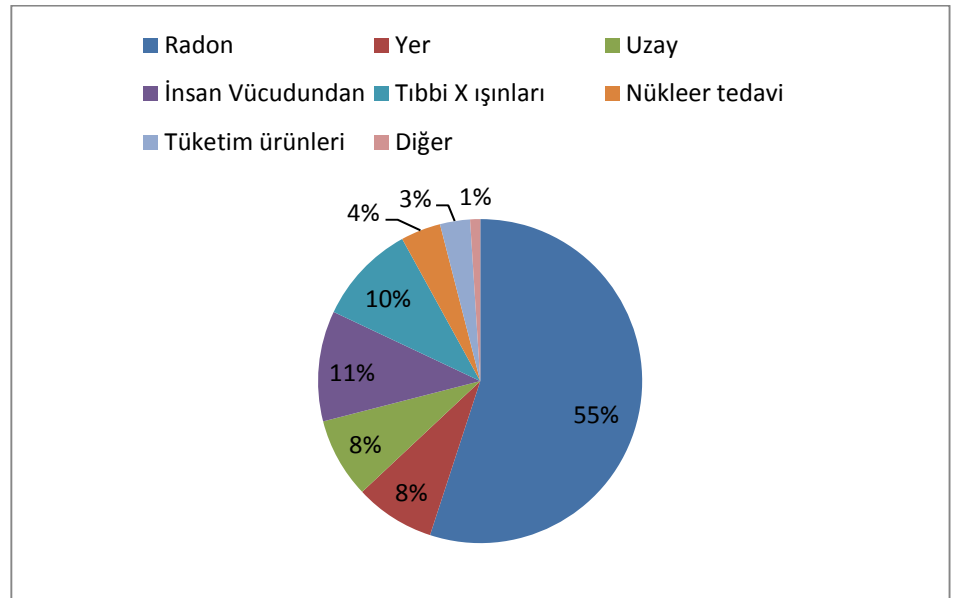
Şekil 2.1 U-238 Bozunum şeması.

Radon gazı bozunduğu zaman kısa yarı ömürlü radon ürünleri olarak bilinen dört radyoaktif izotop (Po- 218, Pb-214, Bi-214, Po-214) oluşmaktadır. Bunların yarı ömürleri $1,5.10^{-4}$ s ile 27 dk arasında değişmektedir (Evans, 1968). Radon ürünlerinin solunum sistemindeki davranışları üzerine Küçüktaş (1996) tarafından yapılan bir çalışmada, ürünlerin akciğerlerdeki biyolojik yarı ömrünün birkaç saatten bir güne kadar olabileceği gösterilmiştir.

2.2 Radon Gazının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Radon gazı kokusuz ve renksiz olduğu için havaya karıştığında farkedilememektedir. Yayımladığı alfa partikülleri elektrik yüklü olduğundan soluduğumuz havadaki tozlara ve diğer partiküllere yapışır. Yapılan araştırmalar insanların kapalı ortamlarda aldıkları radyoaktif element dozunun, yaşamları süresince maruz kaldıkları X ışını ve tıpta kullanılan radyoaktif element dozlarının üç katı olduğunu göstermiştir.

Doğal radyasyonun % 49,4'ünü radon gazı oluşturmaktadır (Şekil 2.1). Bu değer tüm doğal radyasyonun neredeyse yarısını oluşturmakta ve diğer radyasyonlara göre radon gazının daha ciddi boyutta zararlı olduğunu göstermektedir (Gillmore 2002).



Şekil 2.2 Doğal radyasyon içinde radon miktarı (Gillmore, 2002).

Radon ve ürünlerinin yaydığı radyasyonun insan vücuduyla etkileşimi sindirim ve solunum yoluyla gerçekleşmektedir. Solunum yoluyla akciğerlerin

dokularına nüfus eden radon ve ürünleri organ dokularına zarar vermektedir. Mc Laughlin (2001) tarafından uranyum madencileri üzerinde yapılan çalışmalar sonucu solunum yoluyla alınan radon gazının akciğer kanseri riskini artırdığı gözlemlenmiştir. Radon gazının yarı ömrü ürünlerine kıyasla daha fazla olduğundan solunduğunda yarı ömrünü tamamlamadan vücuttan atılması dolayısıyla radon gazının insan sağlığı üzerinde oluşturduğu etki, ürünlerine göre daha az olmaktadır. Bu nedenle radon gazının insan sağlığı üzerinde oluşturduğu etki ürünlerine göre daha azdır. Radon bozunumunun ürünü olan radyoaktif izotoplar radon gibi gaz olmadıklarından havadaki taneciklere daha kolay tutunurlar. Solunum yoluyla vücuda alınan bu parçacıklar ışıma yaparak bozunmalarını kararlı hale gelinceye kadar sürdürürler. Tüm bu bozunma süresince salınan radyasyon akciğer dokularına zarar vermekte ve kansere neden olabilmektedir. USA Çevre Koruma Ajansı (EPA-Environmental Protection Agency) radon gazına bağlı olarak yılda 20.000 akciğer kanseri vakasının görüldüğünü bildirmektedir. Radon gazının yapılar içinde biriktiği 1950’li yıllarda bulunmuş ve alınabilecek önlemler üzerine yapılan çalışmalar 1970’li yıllarda başlamıştır. Ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından izin verilen radon dozu miktarları belirlenmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Ulusal ve uluslararası bazı kuruluşların müsaade ettiği radon dozu miktarı.

KURULUŞ	BİNA İÇİ RADON MİKTARI
USEPA	148 Bq m^{-3}
ICRP	300-600 Bq m^{-3}
WHO	100-300 Bq m^{-3}
HPA	100-200 Bq m^{-3}
HSE	400 Bq m^{-3}
TAEK	400 Bq m^{-3}

2.3 Toprakta Radon Gazı Konsantrasyonunun Değişimleri ve Yer kabuğu Hareketleri İlişkisi

Deprem, dünyanın oluşumundan günümüze kadar toplumları en çok etkileyen doğal afetlerden birisidir (Özmen, 1995). Depremden kaynaklanan maddi ve manevi zararların azaltılabilmesi amacıyla, depremin önceden tahmin edilmesine yönelik çok sayıda çalışma yürütülmektedir. Son yıllarda depremlerin önceden tahmini ile ilgili kullanılan bir parametrede toprak gazı radon değişiklikleri ile yer kabuğu hareketleri arasındaki ilişkidir (Seidel et al., 1998, Saç ve Camgöz, 2000; Ereeş vd., 2001, Virk et al., 2001, Zmazek et al., 2002, Zmazek et al., 2003, Negarestani et al., 2002, Negarestani et al., 2003, King, 1978; Khan ve Qureshi, 1994).

Singh ve arkadaşları (1999) 1997 yılında kuzey Hindistan'da meydana gelen 5,4 büyüklüğündeki deprem öncesi yer altı su kaynaklarındaki radon gazı ölçümlerinde anomaliler gözlemişlerdir (Singh et al., 1999). Slovenya'da yapılan bir çalışmada, 3,8 büyüklüğündeki bir deprem öncesi toprakta fark edilebilir radon değişimleri gözlenmiştir (Zmazek et al., 2002). 1999 yılında Hindistan'da meydana gelen Chamoli depremi öncesinde topraktaki radon gazı konsantrasyonlarında önemli değişimler gözlenmiştir (Virk et al., 2001). Saç ve arkadaşları 2011 yılında yaptıkları bir çalışmada, batı Türkiye'de aktif tektonik bir bölgede radon konsantrasyonunu takip etmişlerdir. Bu çalışmada sismik aktivite ile radon konsantrasyonlarının arasında lineer bir korelasyon gözlemlenmiştir.

2.4 Radon Gazı Ölçüm Yöntemleri

Radon gazı ölçüm yöntemleri genellikle belirli bir enerji aralığındaki alfa parçacıklarının saptanması ve miktarının belirlenmesi üzerine yapılmaktadır. Radon gazı ölçümleri anlık ve sürekli ölçümler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Anlık radon ölçümlerinde konsantrasyonunun belirleneceği bölgeden alınan hava veya su numunesindeki radyasyon miktarı çeşitli radyasyon dedektörleri sayılarak belirlenmektedir. Anlık ölçümler, o bölgede ölçüm anında bulunan radon konsantrasyonuna ilişkin bilgi vermektedir.

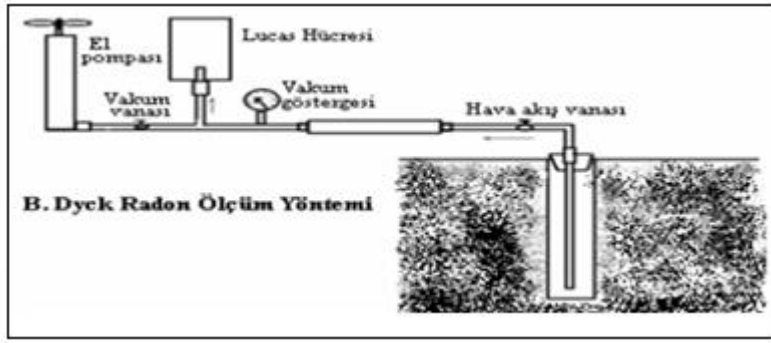
Sürekli radon gazı ölçümünde ise genellikle iz kazıma dedektörleri tercih edilir. Belirlenen bölgelerde toprak altına gömülen dedektörler uzun süreli olarak radyasyona maruz bırakılır. Bu süre içerisinde radon ve izotoplarının bozunumundan yayılan alfa parçacıkları dedektörler üzerinde iz oluşturmaktadır.

Belirli bir süre içerisinde oluşan izler laboratuvarda işlenerek sayılmaktadır. Böylece belirlenen alana ait uzun süreli sayım değerleri elde edilir. Radon ölçümlerinde sıkça kullanılan bazı yöntemler aşağıda verilmiştir.

2.4.1 Lucas hücreleri ile radon gazı ölçümleri

Dyck yöntemi

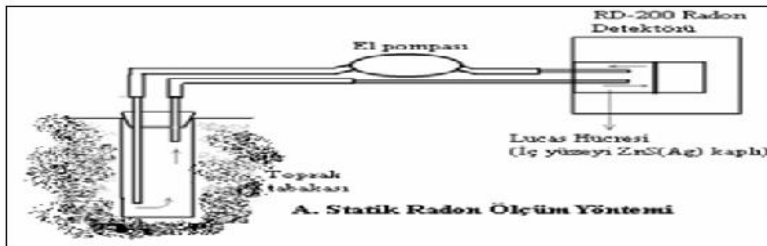
Bu yöntemde toprak yada sudan belirli örnekleme yöntemleriyle elde edilen radon gazı lucas hücresine aktarılır. İç yüzeyinin duvarları gümüş ile aktive edilmiş çinko sülfürle kaplı olan lucas hücresinin bir ucu düz, diğer ucu yarım küre olarak metal veya camdan yapılmış bir silindir biçimindedir(Öznur,1993). Radon ve ürünleri hücre içinde kısa bir süre içerisinde dengeye ulaşır. Daha sonra lucas hücresi özel radon dedektörü içine yerleştirilerek sayım alınır.



Şekil 2.3 Dyck yöntemi ile radon gazı ölçümü (Nakoman 1979)

b-) Statik yöntem

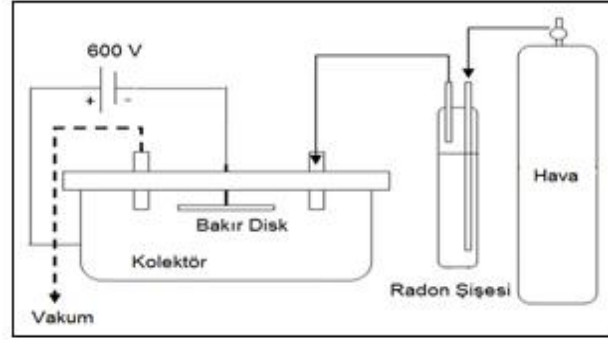
Bu ölçüm yöntemi, toprakta bulunan radon gazının bir pompa sayesinde doğrudan dedektörün içine alınmasıyla radon konsantrasyonunun belirlenmesine dayalı yöntemdir.



Şekil 2.4 Statik yöntem ile radon ölçümü (Nakoman 1979)

2.4.2 Kolektör yöntemi

Kolektör yöntemi sudan alınan numunelerdeki alfa konsantrasyonu ölçmeye yarayan radon gazı ölçüm yöntemidir. Kolektör sisteminin elemanları radon şişesi, vakum pompası, kolektör odası, güç kaynağı, bakır planşet ve bekletilmiş hava tüpü olarak sıralanabilir. Kolektör sisteminin şematik gösterimi Şekil 2.5'te verilmiştir.



Şekil 2.5 Kolektör yöntemi ile radon gazı ölçümü.

İçinde numune bulunan radon şişesi sisteme bağlanır. Vakum pompası yardımıyla kolektör odası içindeki hava vakumlanır. Vakumdan kaynaklanan basınç farkından dolayı radon şişesindeki su köpürmeye başlar ve radon gazı sudan ayrılarak taşıyıcı gaz (bekletilmiş hava) sayesinde kolektör odasına hapsedilir. Daha sonra kolektör odasının yan yüzeyine doğru akım kaynağının pozitif ucu, odadaki bakır plakaya ise negatif ucu gelecek şekilde 4 saat süreyle 600 Volt'luk gerilim uygulanır. Elektrik alandan dolayı pozitif yüklü radon ve ürünleri bakır planşet üzerinde toplanır (Kumru, 1992). Son olarak bakır plaka kolektör odasından çıkarılarak alfa sintilasyon sayacında ölçüm alınır.

2.5 Katıhal Nükleer İz Kazıma Dedektörleri

Katıhal nükleer iz kazıma dedektörleri nükleer görüntüleme, nükleer fizik, çevre araştırmaları, mikroanalizler vb. birçok alanda dünya genelinde yaygın olarak kullanılan detektörlerdir. Ekonomik olması, sayım işlemlerinin basitliği, küçük ebatlarda olabilmesi ve kullanım sırasında elektrik enerjisine ihtiyaç duymamaları gibi önemli üstünlüklerinden dolayı tercih edilmektedirler. Ayrıca uzun aralıklarda alınan ölçümlere cevap verme yetenekleri de bu dedektörlerin tercih edilmesini sağlayan diğer önemli faktörlerden birisidir (Can, 2011).

Yüklü parçacıklara karşı farklı hassasiyetlere sahip olan birçok dedektör çeşidinin olması, bunları çoğu spesifik araştırmada kullanılabilir kılmaktadır. Genel olarak çalışma prensipleri ise şu şekildedir;

Bir ağır yüklü parçacık izole edilmiş dedektör yüzeyine çarptığında yolu boyunca çapı yaklaşık 50 Å olan bir hasar izi bırakır. Oluşan izin büyüklüğünde dedektörün kimyasal yapısına, parçacığın yüküne, hızına ve sıcaklık gibi dış etmenlere bağlı olarak farklılıklar görülebilir. Gizli iz olarak adlandırılan bu iz çıplak gözle görülemez. Bu izleri görmek ancak elektron mikroskobu yardımıyla mümkün olur. Gizli izler, hidroflorik asit ve sodyum hidroksit gibi farklı kimyasallarla kazınıp genişletilmek suretiyle optik mikroskop altında görünür hale getirilebilir.

Çizelge 2.2 Bazı iz kazıma dedektörleri (Kalsi, 2005).

Kategori	Dedektör materyali	Gen. Kaz. koşulları	Kri-til açısı ($Q\alpha$)
Mineraller/Kristaller	Olivin	KOH soln. 160°C, 6 dk. 10%HF, 23°C, 30 dk.	
	Zircon	85% HF, 100°C, 6 dk. 1dk.	
	Mika	48%HF, 23°C, 10 dk.	4°30'
	Kuartz	KOH soln. 210°C, 3-40 dk. C, 10	
Camlar	Sodalim cam	48 %HF, 23°C, 3s.	~50°
	Fosfat cam	48 %HF, 23°C, 3s.	1-5°
Plastikler	Polikarbonat plastikler (lexan,makrafol,milar)	6 N NaOH, 60°C, 3s. C, 60dk.	~2-3°
	Selüloz nitrat (LR-115, CA-80-15)	3-5 N NaOH, 50°C, 40dk.	~4-8°

Alfa izlerinin belirlenmesinde kullanılan ilk dedektör selüloz nitrattır (LR-115). Daha sonra kullanılmaya başlanan CR-39 ise daha hassas bir dedektördür. Polikarbonat dedektörler ise genellikle fisyon parçalanma ürünlerinin belirlenmesinde kullanılır (Kalsi, 2005).

2.6 Görüntü İşleme

MatLab programı analiz, araştırma ve geliştirme çalışmalarını kolaylaştıran çok sayıda araç kutusu içeren, prototip bir modelin hızla gerçekleştirilmesini sağlayan teknik hesaplamalar için kullanılan yüksek performanslı bir yazılım dilidir.

MatLab kelime olarak MATris LABoratuvarı kelimelerinin birleşiminden oluşmaktadır. Program 1985 yılında C.B.Moler tarafından geliştirildiğinde amaç ilk olarak matris işlemlerinin kullanıcılar tarafından kolaylıkla yapılmasını sağlamaktır (Savaş,2007). MatLab programı zamanla geliştirilmesi sonucunda basit matematiksel işlemlerden karmaşık analizlere kadar birçok işlemi kolaylıkla gerçekleştirebilen bir ortam haline gelmiştir. Programın kullanım alanları genel olarak;

- Matematiksel hesaplama işlemleri
- Algoritma geliştirme
- Lineer cebir, istatistik, fourier analizi, filtreleme, optimizasyon, sayısal integrasyon vb. konularda matematik fonksiyonlar
- İki boyutlu ve üç boyutlu grafik çizimi
- Modelleme ve simülasyon
- Grafikselleme arayüz oluşturma
- Gerçek koşullarda uygulama geliştirme
- Veri analizi ve kontrolü şeklinde sıralanabilir.

MatLab programı bu alanlarda kullanılabilecek genel amaçlı bir program olduğu gibi özel amaçlı kullanılmak üzere tasarlanmış ek paketlere de sahiptir. Control toolbox, image processing toolbox, signal processing toolbox gibi araç kutuları özel amaçlı çözümlerde basit ve hızlı destekler sunmaktadır.

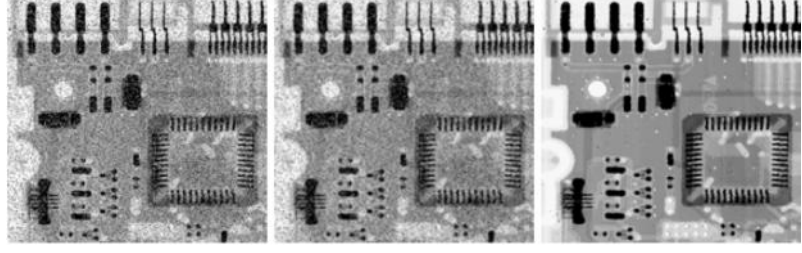
MatLab programı fonksiyonlar, veri yapıları, giriş/çıkış ve nesneye yönelik programlama özellikleri içeren yüksek düzeyli programlama dilidir. MatLab programında grafik sistemleri **Handle Graphics** olarak adlandırılır. Grafik sistemleri 2 boyutlu ve 3 boyutlu veri görüntüleme, görüntü işleme ve animasyon gibi gerekli yüksek düzeyli komutları kapsamaktadır. MatLab programı ile etkileşimli çalışan C ve FORTRAN gibi programların geliştirilmesini sağlayan kütüphane desteği bulunmaktadır.

MatLab programını diğer program geliştirme yazılımlarından ayıran diğer önemli özellik zengin matematiksel işlem yeteneğidir. Diğer programlarda satırlarca kod yazılarak yapılan bir işlem MatLab programı hazır kodları sayesinde tek bir satırda yapılabilir. Ayrıca MatLab ortamında simülasyonlar hazırlanarak birçok uygulama test edilebilir ve kullanıcı arayüzü oluşturma (GUI) desteği sayesinde görüntü işleme, simülasyonların sistemlerle donanımsal bağlantısı sonucunda gerçek zamanlı uygulamaların kontrolü sağlanabilmektedir (Uzunoğlu, 2004).

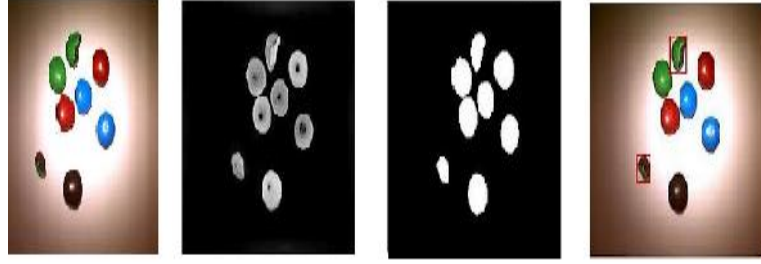
Günümüzde, görüntü işleme teknikleri başta bilgisayar bilimleri olmak üzere bir çok uygulama alanı için önemli araştırma ve geliştirme aracı olarak kullanılmaktadır. Görüntü işleme teknolojisindeki donanımsal ve yazılımsal gelişmeler, zaman alıcı ve yüksek maliyetli uygulamaları MatLab programı tabanlı araçlarla simülasyon çalışmalarını hızlandırmıştır. Böylece farklı disiplinlerdeki sistem ve uygulamaların bilgisayar ortamı kullanılarak test edilmesi kolaylaşmış ve sistemlerin gerçek zamanlı çalışmaları simüle edilebilmektedir. Görüntü işleme teknikleri ilaç endüstrisinden ziraat uygulamalarına, adli tıptan endüstriyel uygulamalara kadar çok geniş bir alanda sayısız uygulamalarda kullanılmaktadır..

Görüntü işleme genel olarak bilgisayar ortamına aktarılmış olan görüntü verisinin amaca uygun olarak değiştirilmesi olarak tanımlanır. Bir görüntüye uygulanacak olan işlemler *temel görüntü işleme* ve *ileri düzeyde görüntü işleme* olarak ikiye ayrılabilir (Gonzalez, 2004).

Temel görüntü işleme aşamasında yapılan uygulamalar genelde görüntü kalitesini artırmaya yönelik olan görüntünün gürültüden arındırılması, düzeltme, keskinleştirme, parlaklık ve kontrast ayarlama gibi dönüştürme ve filtreleme işlemlerini kapsar. İleri düzey görüntü işleme aşamasında ise görüntünün bölgelere veya nesnelere ayrılması, nesnelerin uygun biçimlere indirgenmesi, tanımlanması ve sınıflandırılması yapılmaktadır. Orta seviyeli bir işlem, genellikle girişlerinin görüntüler, çıkışlarının bu görüntülerden üretilen alan, boyut, kenar, kontur gibi nesnelerin kimliklerini belirlemeye yardım eden çeşitli ölçüler veya özellikler olması ile karakterize edilmektedir (Gonzalez, 2004).



Şekil 2.6 Temel düzeyde görüntü işleme örneği (www.mathworks.com).



Şekil 2.7 İleri düzeyde görüntü işleme örneği (www.mathworks.com).

MatLab programında kullanılan temel veri yapısı matristir. Tek bir değişken 1×1 'lik bir matris iken, bir dizi $1 \times n$ ' lik bir matris zinciridir. Görüntüler kalitesine göre belirli sayıda piksellerden oluşmaktadır. MatLab programı ortamına aktarılan sayısal görüntü, piksellerden oluşan iki boyutlu bir dizi şeklinde temsil edilmektedir. Bu dizinin indekslenmesiyle piksel koordinatörlerini temsil eden bir $n \times m$ şeklinde bir matris tanımlanmış olur.

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Patiris ve arkadaşları 2006 yılında CR-39 katıhal iz kazıma dedektöründen elde edilen görüntülerdeki alfa izlerinin belirlenmesi ve iz parametre ölçümleri için MatLab programında TRIAC adında bir program geliştirmişlerdir. Görüntü analiz kutularını (toolbox) kullanan bu program dozimetre işlemleri için dedektörde oluşan izleri saymaktadır. Program ayrıca izleri alfa parçacıklarının spektrometresi için yarıçaplarına göre sınıflandırmaktadır. Program radon bakımından zengin bölgelerden elde edilen dedektör görüntüleriyle test edilmiş ve manuel sayım yöntemleriyle paralellik göstermiştir. Yayınlanan makalede yazılımla ilgili kod ve algoritma bilgisinin bulunmaması nedeniyle programın çalışmamızda kullanılması mümkün olmamıştır.

Patiris ve arkadaşları 2006 yılında yazdıkları programı 2007 yılında geliştirmişlerdir. Geliştirilen programda izlerin koordinatlarına, oryantasyonlarına ve ortalama yoğunluk değerlerine göre sınıflandırabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca kullanıcı her görüntü veya görüntü grubu için bilgilendirici histogramları text çıkış dosyası şeklinde elde edebilmektedir.

Gillmore ve arkadaşları 2009 yılında dört adet nükleer iz kazıma dedektöründen “LEXT” OLS3100 çift odaklı lazer tarama mikroskobu kullanarak üç boyutlu görüntüler elde etmişlerdir. Bu metod sayesinde parçacığın geliş açısı enerjisi hakkında hızlı ve detaylı bir üç boyutlu analiz yapılabileceği öngörülmüştür. Tez çalışmamızda üç boyutlu görüntü alabilen tarama cihazlarının temin edilememesi nedeniyle üç boyutlu resimlerin analizi ve sayımları yapılamamıştır.

Caresana ve arkadaşları 2010 yılında yaptıkları çalışmada LR-115 dedektörlerindeki izlerin sayımı için yüksek çözünürlüklü optik mikroskop ile tarama sistemini gerçekleştiren bir teknik öne sürmüşlerdir. Yapılan çalışmada ölçüm için gerekli olan tüm bilgi tarama sırasında elde edilmiştir. Bu teknik sayesinde sayım işleminin klasik yöntemle göre daha basit ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebileceği öngörülmüştür.

Arias ve arkadaşları 2005 yılında yaptıkları bir çalışmada, LR-115 filmlerinin analizi için ‘SCION’ adında bir iz okuma yazılımı kullanarak yarı otomatik bir yöntem geliştirmişlerdir. Çalışma sonucunda sayımların diğer sayım programlarına göre daha hızlı ve daha uygun fiyatlı gerçekleştirildiği görülmüştür.

Asıl kullanım alanı biyolojik materyallerin incelenmesi olan Scion programı düşük yoğunlukta alfa izi barındıran film dedektörlerin sayımında başarılı olduğu halde, yüksek yoğunlukta ve üstüste gelmiş izler içeren film dedektörlerin sayımında tam anlamıyla istenilen sonuçları vermemektedir.

Ruberto ve arkadaşları 2002 yılında yaptıkları bir çalışmada, kan hücrelerindeki sıtma parazitlerinin saptanması ve sınıflandırılması aşamasında matlab programındaki görüntü işleme tekniklerini kullanmışlardır.

Mery ve arkadaşları 2005 yılında yaptıkları bir çalışmada, meyve görüntülerinin arkaplandan ayrılması ve morfolojik olarak incelenmesi için MatLab programındaki segmentasyon tekniklerinden faydalanmışlardır.

Carpenter ve arkadaşlarının 2006 yılında yayımladıkları makalede, piyasada bulunan biyolojik materyallerinin sayımını gerçekleştiren programların özellikle küçük objelerin sayımında iyi sonuçlar vermediği ve bunun nedeninin ise programların kullanım alanlarına göre özel ayarlar ve yapılandırmalar içermesinden kaynaklandığından bahsetmişlerdir.

4. MATERYAL VE METOD

Bu bölümde tez çalışması boyunca kullanılan katıhal nükleer iz kazıma dedektörleri, dedektörlerin sayım aşamasına hazır hale getirilme süreci ve sayım için geliştirilen program arayüzü hakkında bilgiler verilecektir.

4.1 LR-115 Katıhal Nükleer İz Kazıma Dedektörleri

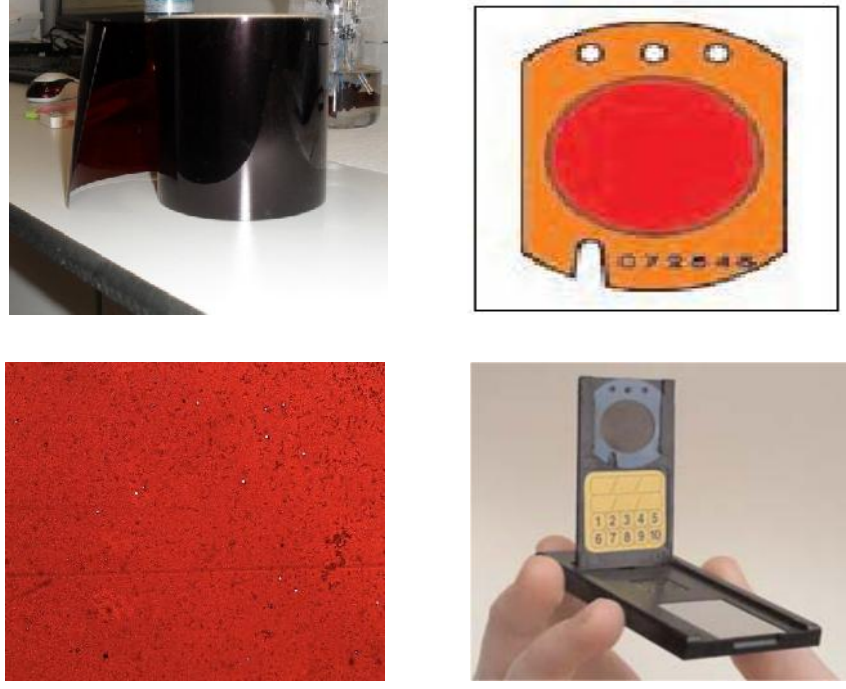
LR-115 film dedektörler son yıllarda doğada radon gazı ölçümlerinde sıkça kullanılan bir katıhal nükleer iz kazıma dedektörüdür (Caresana, 2010).

LR-115 film dedektörleri, 12 μm kalınlığında kırmızı renkli ince selüloz nitrat filmiyle kaplanmış, 100 μm kalınlığında polyester bir taban içermektedir. KODAK firması tarafından geliştirilmiş olan bu film dedektörler sadece α parçacıklarına duyarlı olup, β ve γ gibi diğer radyasyon türlerine karşı duyarsızdır.

Alfa parçacıkları menzillerinin birkaç santimetreyi geçmemesi nedeniyle, ancak kaynak ile film dedektör yüzeyi arasında belirli mesafeler olduğunda dedektör tarafından saptanabilir. Bu mesafeler LR-115 filmleri için aşağıdaki gibidir.

- Dedeksiyon için maksimum mesafe yaklaşık olarak radon(α -enerjisi:5.59 MeV) için 35mm ve radonun en fazla enerjiye sahip bozunum ürünü olan Po-214(α -enerjisi:7.83 MeV) 60 mm'dir.
- Dedeksiyon için minimum mesafe radon için 5 mm ve Po-214 için 30 mm civarındadır.

LR-115 film dedektörlerinin, alfa parçacıklarını saptayabilmesi için kaynakla arasında belirli bir minimum mesafe olmasının gerekliliği bu film dedektörlere iki farklı avantaj sağlamaktadır. Dedektörler Po-218 gibi alfa emisyonu radon bozunumu ürünlerinin yüzey depozisyonlarına karşı duyarsızdır. Bu yüzden dozimetrelerde "plate out" etkisinden söz edilemez. Ayrıca LR-115 film dedektörlerinin korunması için üretilen koruma kaplarında film yüzeyiyle kap yüzeyi arasında bulunan mesafe alfa dedeksiyonu için gereken mesafeden daha azdır. Bu sebeple bu tür dozimetrelerde background oluşumu gözlenmemektedir (www.radon.at).



Şekil 4.1 LR-115 film dedektörü ve dozimetresi örnekleri.

4.2 LR-115 Film Dedektörlerinin Işınlanması

Çalışma sırasında kullanılan LR-115 film dedektörleri doğal ve laboratuvar ortamında belirli sürelerle alfa radyasyonuna maruz bırakılmıştır. Laboratuvar ortamında yapılan çalışmada, aynı boyutlarda hazırlanan film dedektörler belirli mesafelerde farklı sürelerle Am-241 kaynağı ile ışınlanmıştır. Çalışmada kullanılan, Am-241 kaynağının yarı ömrü 432 yıl ve yayımladığı alfaların enerjisi 5.5 MeV'dir. Kullanılan Am-241 kaynağı 1983 yılının 12. ayında üretilmiş olup ışımların yapıldığı dönemdeki aktivitesi yaklaşık 2.39 nCi'dir.

Aynı zamanda Küçük Menderes Havzasındaki topraklarda LR-115 film dedektörleri toprak gazı radon ölçümleri yapılmış ve geliştirilen programla filmlerdeki alfaların izleri tespit edilmiş ve sayım sonuçları alınmıştır.

4.3 Film Dedektörlerin Banyo Süreci

LR-115 film dedektörlerinde alfa parçacıkları tarafından oluşturulan izlerin mikroskopla görünür hale gelebilmesi için sodyum hidroksit çözeltisiyle banyo edilmesi gerekmektedir. Film dedektörlerin banyosu için 2,5 N(%10) NaOH çözeltisi hazırlanarak Basic manyetik karıştırıcı (IKA RCT) ve ETS-D5 kontakt termometreden (IKA) oluşan sistemde sıcaklığının 60°C olması için bekletilmiştir.

(Şekil 4.2). Daha sonra bir defada 8'er adet olmak üzere LR-115 film dedektörleri 60 ve 90 dakika gibi iki farklı süreyle bu çözelti içinde bekletilerek izlerin kazınarak görünür hale gelmesi sağlanmıştır.



Şekil 4.2 IKA RCT Basic manyetik karıştırıcı sistemi.

Banyo sonrası görünür hale gelen izler LEICA DM-750 optik mikroskop, LEICA ICC50 Fotoğraf makinesi ve LEICA Application Suite (LAS EZ) yazılımından oluşan dijital mikroskop sistemi yardımıyla görüntülenerek bilgisayar ortamına aktarılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 LEICA dijital mikroskop sistemi.

4.4 Görüntülerin MatLab Programında İncelenmesi

MatLab programına aktarılan görüntülerin incelenmesinde, görüntü işleme araç kutusu ve çeşitli fonksiyonlar kullanılmıştır. Görüntü işleme araç kutusu ve fonksiyonlar, görüntünün işlenmesi, analizi ve çeşitli görüntü iyileştirmeler için kullanıcılara kapsamlı kodlama desteği sunmaktadır.

Böylece çeşitli teknik ve metotlarla resimdeki kusurları saptama, ölçme, renk dengesini ayarlama, şekillerin ve yapıların analizi gibi işlemler yapılabilmektedir. Grafiksel araçlar ise resim inceleme, piksel tabanlı inceleme, kontrast ayarlama ve farklı grafik çıktıları elde etme gibi seçenekler sunmaktadır (www.mathworks.com).

Resimler *imread* ('görüntü dosyası.uzantısı') komutu ile MatLab programına aktarılır. Programa alınan resim dosyasının görüntü işleme ve sayım için ihtiyaçlara bağlı olarak uygulanabilecek adımlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1-) Format Dönüşümü ve Ön İşlemler

- a-) Görüntü çözünürlüğünün ayarlanması
- b-) Görüntü formatının belirlenmesi
- c-) Keskinlik, parlaklık, kontrast ayarları

2-) Görüntü iyileştirme

- a-) Filtreleme

3-) Segmentasyon

- a-) Eşikleme
- b-) Kenar algılama

4-) İz etiketleme ve sayım

4.4.1 Format dönüşümü ve ön işlemler

Görüntünün daha iyi incelenebilmesi için çözünürlüğünün yüksek olması, uygun görüntü formatında olması yada bu formata dönüştürülmesi gerekmektedir.

Bir görüntünün kalitesi sahip olduğu piksel sayısı ile doğru orantılıdır. Çalışma kapsamında görüntüler 1024x768 görüntü kalitesinde incelenmiştir. Görüntü kalitesinin ayarlanması için aşağıdaki kod kullanılmaktadır.

imresize (A, scale)

Görüntü dosyası amaca uygun olarak farklı renk değerlerine sahip olan birkaç değişik görüntü formatında işlenmektedir. Burada giriş resmi gri-ölçekli, RGB ve binary resim olabilmektedir. Bu formatların bazı örnekleri aşağıda verilmiştir.

Gri ölçekli görüntü

Bu görüntü formatında her bir piksel, kullanılan veri türüne göre gri tonlarda bir değer almaktadır. Eğer kullanılan veri türü “**double**” ise piksellerin aldığı değer 0 ile 1 arasında değişen bir ondalık sayı değeridir. Burada siyah 0’a ve beyaz 1’e karşılık gelmektedir. Diğer bir veri türü ise her piksele parlaklığına göre 0 ile 255 arasında bir tamsayı değeri atayan “**uint8**” veri türüdür. Bu türde siyah 0’a, beyaz ise 255’e karşılık gelmektedir. Aşağıdaki örnek resimde (Şekil 4.4) aynı piksel, “**double**” veri türünde 0,4399 değerini alırken, “**uint8**” veri türünde 112 değerini almaktadır.

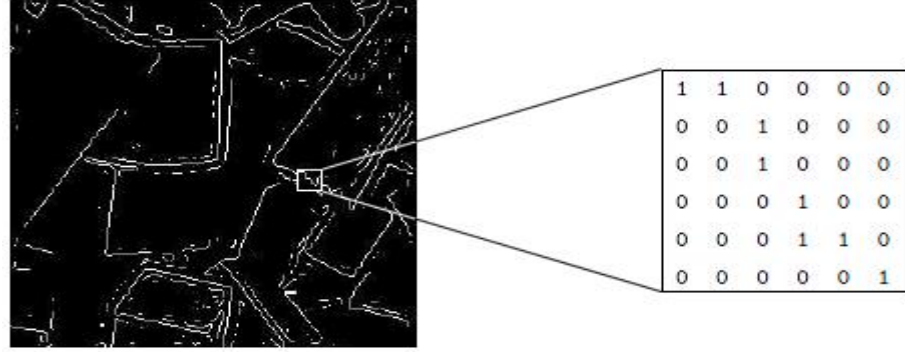


Şekil 4.4 Gri ölçekli görüntü örneği(McAndrew, 2004).

İkili görüntü

İkili görüntü formatında her bir piksel kesin olarak siyah yada beyaz değerini almak zorundadır. Siyah renge karşılık olarak 0 ve beyaz renge karşılık

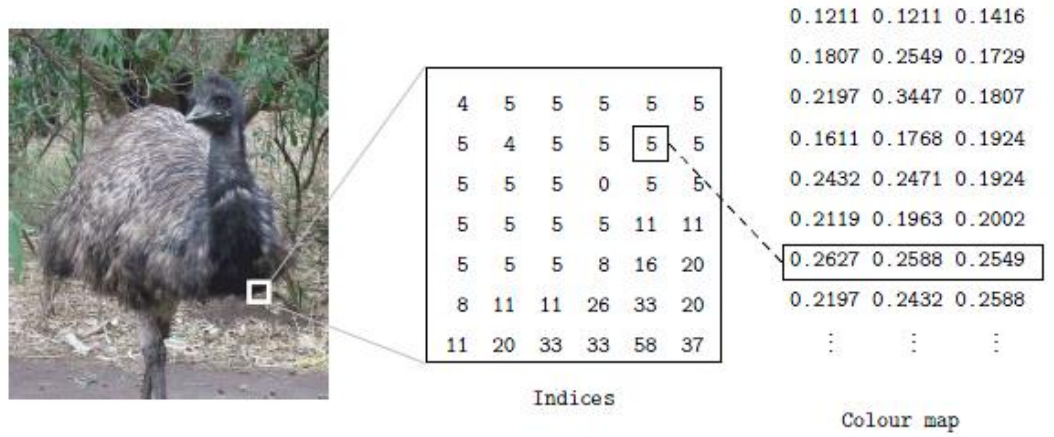
olarak 1 değeri atandığı için görüntü 1 ve 0'lardan oluşan bir matris şeklinde tanımlanmaktadır.



Şekil 4.5 İkili görüntü örneği(McAndrew, 2004).

İndeksli görüntü

İndeksli görüntü türünde, görüntüler iki matris şeklinde tanımlanmaktadır. Birinci matris görüntüyle aynı büyüklüktedir ve her bir piksel için tek bir sayı değerine sahiptir. İkinci matrise renk haritası denir ve büyüklüğü görüntünün büyüklüğünden farklı olabilir. Birinci matristeki sayılar ikinci matriste hangi sayıların kullanılacağına yönelik bilgi taşımaktadır.

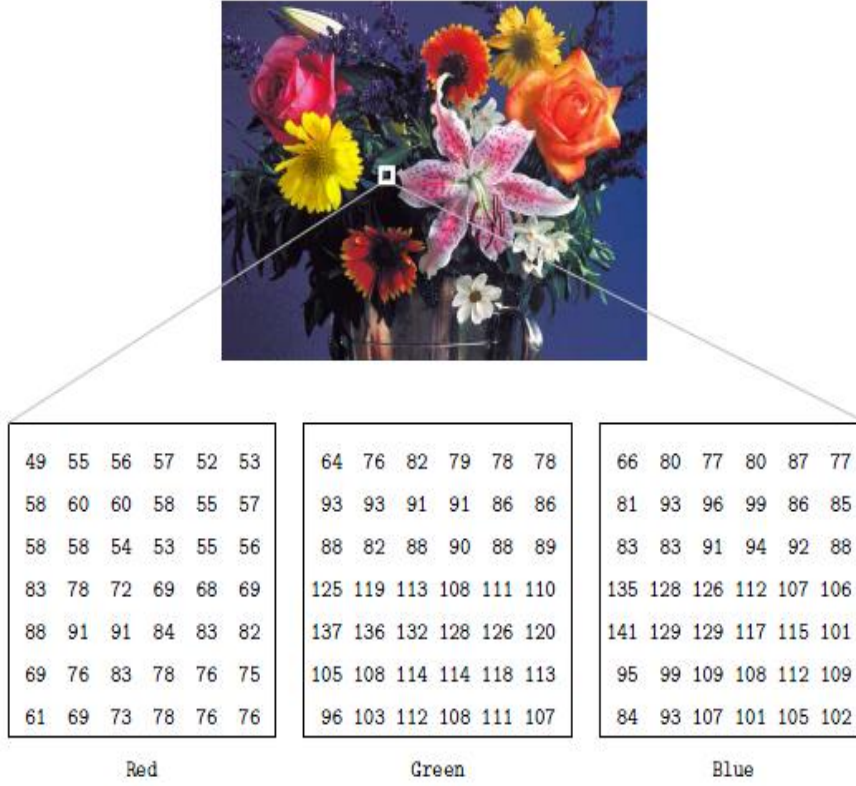


Şekil 4.6 İndeksli görüntü örneği(McAndrew, 2004).

Gerçek renkli görüntü

Gerçek renkli görüntü RGB görüntü olarak adlandırılmaktadır. Bu formatta her piksel üç ana rengin(kırmızı-yeşil-mavi) her birinden bir değer almak

zorundadır. Alınan değerler, kullanılan veri türüne göre 0-1 aralığında ondalık yada 0-255 aralığında tamsayı şeklinde olabilir.



Şekil 4.7 Gerçek renkli görüntü örneği (McAndrew, 2004).

Tez çalışmasında programa aktarılan veriler gerçek renk formatına sahiptir. Çalışılan görüntülerde saptanacak nesnelerin fazla renk türüne sahip olmaması nedeniyle görüntü işleme ve sayım sırasında alınan resimler gri ölçekli ve ikili (siyah-beyaz) görüntü formatlarına dönüştürülerek kullanılmıştır.

4.4.2 Görüntü iyileştirme

Filtreler görüntünün içerisindeki bazı ayrıntıları ortaya çıkartmak veya görüntü içerisindeki istenmeyen gürültülerin yok edilmesini sağlamak için kullanılmaktadır. Özellikle; resimleri sayısal olarak kaydeden cihazlardan kaynaklanan hatalar ve aydınlatma gibi çevre koşullarının yetersizliği, kayıplar ya da gürültüler görüntü işleme filtreleri kullanılarak en aza indirilebilmektedir.

4.4.3 Segmentasyon

Segmentasyon resimlerin arka planını ve nesneleri birbirinden ayırma işlemidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde görüntü analizindeki en karmaşık ve önemli adım segmentasyon işlemidir. Analizin başarısını büyük ölçüde segmentasyon işlemi belirlemektedir. Bu nedenle farklı alanlarda kullanılmak üzere birçok segmentasyon tekniği geliştirilmiştir.

Segmentasyon işlemlerinde kullanılacak algoritmanın yapısı, resim içinde saptamak istediğimiz objelerin bir modelini tanımlamak şeklinde düşünülebilir. Bu model segmentasyonun temelidir. Bir resme uygulanabilecek segmentasyon işlemine eşik belirleme ve eşikleme, kenar algılama, kümelenme algoritmaları örnek olarak verilebilir.

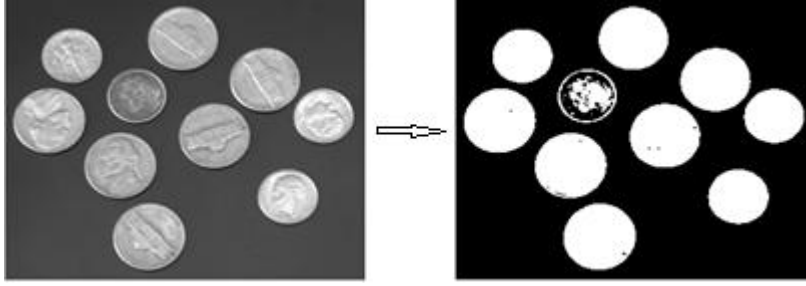
Eşikleme

Görüntü işlemede eşikleme, ilgilendiğimiz nesneleri arka plandan ayırma olarak tanımlanmaktadır. Bu nesnelerin arka plandan daha parlak olması esasına dayanılarak gerçekleştirilir. Eğer nesneler birbirinden iyi bir şekilde ayrılmış biçimde duruyorsa, uygun bir eşik değeri kullanarak nesneleri arkaplandan ayırmak mümkündür. Önemli olan nesneleri arka plandan ayırabilecek uygun eşik değerinin bulunmasıdır. Bu konuda farklı eşikleme metotları geliştirilmiştir.

Gonzalez ve arkadaşları 2004 yılında yaptıkları bir çalışmada eşikleme hakkında şöyle bir yöntem sunmuşlardır.

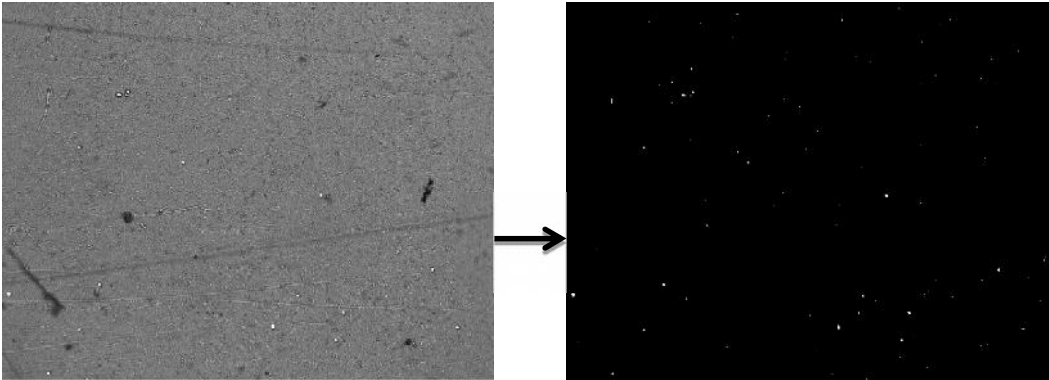
- 1-) Rastgele bir eşik değeri seçilir.
- 2-) Bu eşik değeri kullanılarak görüntüde eşikleme işlemi yapılır.
- 3-) Eşik değerinin altındaki ve üstündeki yoğunluklar için, piksellerin gri değerlerinin ortalaması hesaplanır ve daha sonra da bu iki değer ortalaması hesaplanır.
- 4-) Elde edilen ortalama değer kullanılarak görüntü yeniden eşiklenir.
- 5-) 3 ve 4. basamaklardaki işlemler eşik değerinde ihmal edilebilir değişiklikler oluncaya kadar tekrarlanır.

Otsu 1979 yılında yaptığı çalışmada görüntüdeki sınıf değişikliklerini minimize eden bir eşikleme yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntem aynı zamanda MatLab programında görüntü işleme araç kutusu dahil edilmiştir. Bu yöntemle yapılan birkaç eşikleme örneği Şekil 3.8’de verilmiştir. Otsu tarafından geliştirilen yöntem tez çalışması dahilinde görüntülerin binary formata dönüşümü aşamasında kullanılmıştır. Film dedektör görüntülerinin işlenmesi aşamasında elde edilen görüntü üzerinde Otsu metodu kullanılarak otomatik eşik değeri hesaplanmıştır. Daha sonra bu eşik değeri daha iyi sonuçlar almak için iyileştirilmiştir.



Şekil 4.8 OTSU eşikleme yöntemine bir örnek.

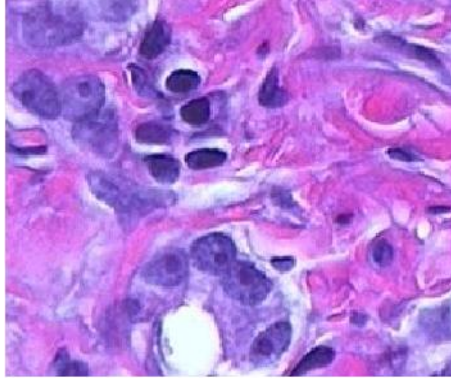
Tez çalışmasında eşik değeri, birçok film dedektör üzerinde yapılan inceleme ve sayımlar sonucunda 0.7 olarak belirlenmiştir. Gri tonlamalı görüntüler incelendiğinde banyo süreci sonunda kazınan izlerin, gri renginin çok açık tonlarına, arkaplanın ve gürültünün büyük bir kısmının ise daha koyu gri tonlarına karşılık geldiği görülmüştür. Bu nedenle gri tonlamasında 0 ve 1 arasında ondalıklı sayı şeklinde renk değeri alan her bir pikselden, renk değeri 0.7 ve daha büyük olan piksellere beyaz renk, 0.7’den daha düşük bir değere sahip olan piksellere ise siyah renk atanarak resim siyah-beyaz formata dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm aşaması Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9 Görüntünün ikili resim formatına dönüşüm aşaması

K-means algoritması

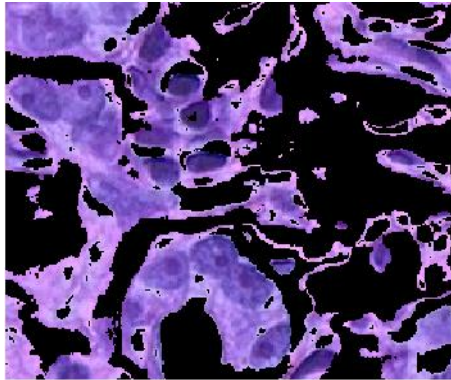
K-means algoritması bir görüntüyü K kümelerine ayırmak için kullanılan tekrarlamalı bir tekniktir (en.wikipedia.org). İşlem girilen veri grubunu belirli kümeler (k kümeleri) göre sınıflandıran basit ve kolay bir yol takip eder. K-means algoritmasında ana fikir her kümelenme için k küme merkezlerini bulmaktır. Farklı yerleşmeler değişik sonuçlara sebep olacağından, merkezler dikkatli seçilmelidir. Bu sebeple en iyi seçim merkezlerden her birini birbirinden olabildiğince uzak seçmektir. Küme merkezleri seçildikten sonra tüm noktalar kendisine en yakın olan kümeye dahil edilir. Tüm noktalar bir kümeye dahil edildiğinde ilk adım bitmiş olur ve ön gruplandırma tamamlanmıştır. Bir sonraki adımda kümelerin merkezleri, yeni dahil edilen noktalar da göz önünde bulundurularak tekrar hesaplanır. Bu hesaplama sonucunda kendi kümesinden ayrılıp başka kümeye dahil olan noktalar olabilir. Kendini değiştiren nokta kalmayıncaya kadar önceki adımlar tekrar edilir ve böylece kümelenme tamamlanmış olur (<http://home.dei.polimi.it>). Algoritmanın uygulandığı ile ilgili bir örnek aşağıda verilmiştir (Şekil 4.10-Şekil 4.14).



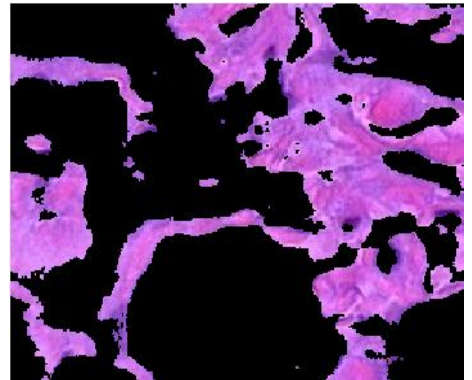
Şekil 4.10 K-means Orijinal görüntü.



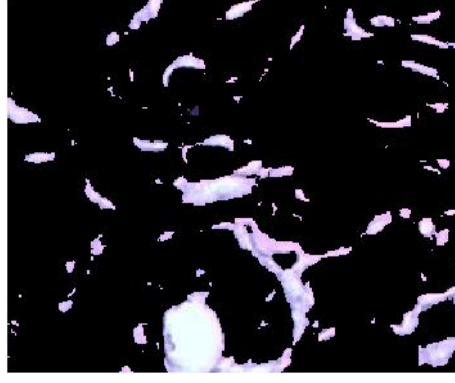
Şekil 4.11 K-means Kümelerine ayrılmış görüntü



Şekil 4.12 Birinci kümeye ait elemanlar

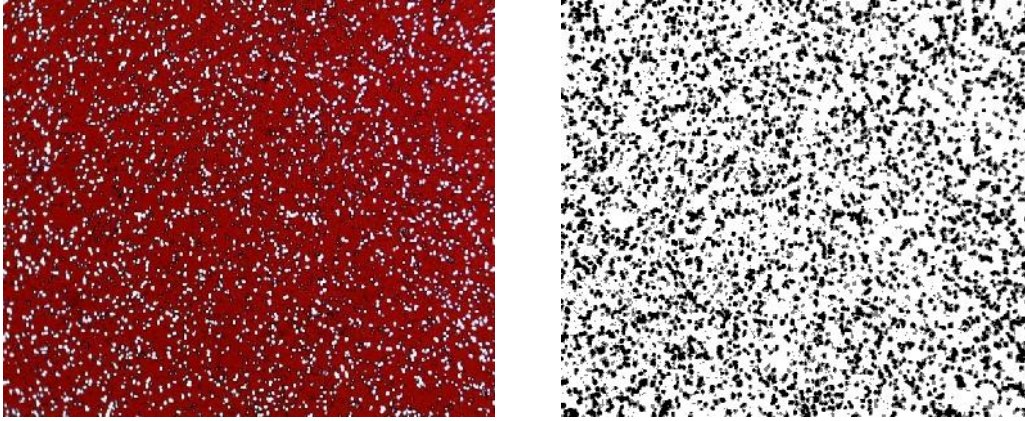


Şekil 4.13 İkinci kümeye ait elemanlar



Şekil 4.14 Üçüncü kümeye ait elemanlar

Çalışma sırasında misroskoptan alınan gerçek renkli görüntüye K-means algoritması uygulanmıştır. Amaç görüntü genelinde birbirine yakın renkler içeren piksellerin oluşturduğu 10 farklı küme oluşturmaktır. Ancak görüntü siyah –beyaz formata dönüştürüldüğünde, 2 boyutlu uzayda renklerin homojen olarak dağılması ve kümelerin bozulmasından dolayı K-means algoritmasından beklenen sonuçlar alınamamıştır.



Şekil 4.15 LR-115 film dedektörüne uygulanan K-means algoritması örneği.

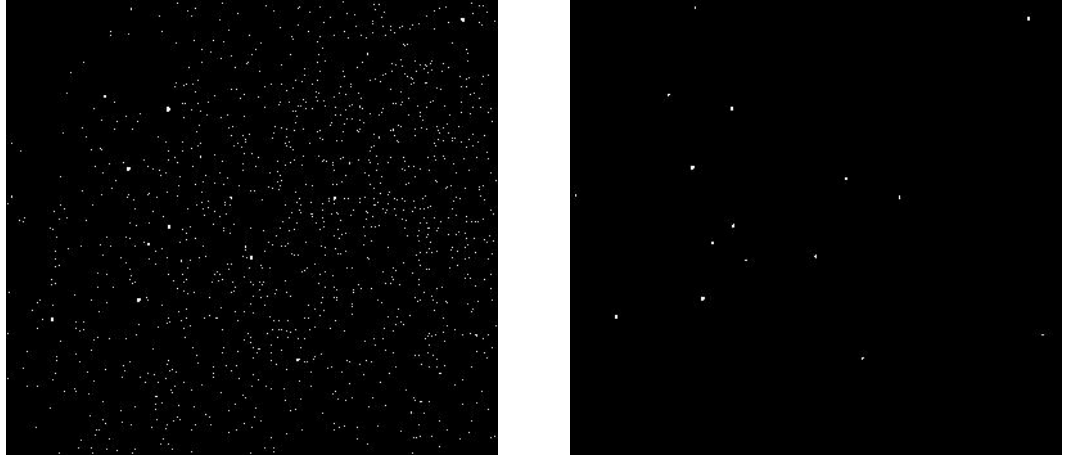
4.5 İzlerin Etiketlenmesi ve Sayımı

Çalışma dahilinde 100 farklı LR-115 film dedektörü üzerinde inceleme yapılmıştır. İzlerin genel bir şeklinin olmaması, üst üste gelen alfa izlerinin algoritmalar yardımıyla ayrılmasının bazı durumlarda söz konusu olmadığı göz önünde bulundurularak, görüntüyü oluşturan piksellerden faydalanılmasına karar verilmiştir. İzlerin sahip olduğu piksel sayılarının tespit edilmesinin ardından hem üst üste gelen izlerin ayrımı hem de tüm izlerin sayımı kolay ve hızlı bir biçimde gerçekleştirilmiştir.

Mikroskop sisteminden alınan orijinal görüntülerde, tek başına bulunan (üst üste gelmemiş) izler arasında en büyük ve en küçük izler her bir film dedektör için bilgisayar yardımı olmaksızın gözle tespit edilmiştir. Ayrıca üst üste gelmiş olan ikili izlerin en küçük olanları da tespit edilmiştir.

Daha sonra MatLab programına aktarılan görüntüler, format dönüştürme, çözünürlük ayarlama, gri tonlamalı resme dönüştürme ve eşikleme işlemlerinin ardından siyah-beyaz (ikili) görüntü formatına dönüştürülmüştür. Görüntüler üzerinde önceden belirlenen en büyük ve en küçük izlerin sahip oldukları piksel sayıları yazılım aracılığıyla hesaplanmıştır.

Görüntülerde oluşan gürültülerin azaltılabilmesi amacıyla siyah-beyaz görüntülere “*medfilt2*” kodu yardımıyla medyan filtre uygulanmıştır. Ayrıca film dedektörlerde alfa parçacıklarının oluşturduğu en küçük izlerin belirlenmesi görüntüde oluşan kusurların kaldırılmasına önemli katkıda bulunmuştur. MatLab programında bulunan *bwareaopen* komutu, girdi olarak verilen değerden daha az piksele sahip olan bölgelerin rengini siyaha dönüştürmektedir. Bu noktada en küçük izlerin sahip olduğu piksel değerlerinin ortalaması alınmıştır. Elde edilen değer yazılımda bu komut için girdi olarak alınmıştır. Böylece bir alfa parçacığı tarafından oluşturulan iz olmayıp, kusurlardan ve banyo sürecinin etkisinden dolayı beyaz kalan küçük bölgeler siyaha dönüştürülmüş, bu kusurların alfa izi sayımına dahil olması engellenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16 *Bwareaopen* uygulaması örneği.

Film dedektörlerde meydana gelen en büyük izlerin incelenmesi, üst üste gelen alfa parçacığı izlerinin sayım sonucuna farklı izler olarak eklenebilmesi amacıyla yapılmıştır. En küçük izlere ait piksel değerleri ortalamasıyla, en büyük

izlere ait piksel değerlerinin ortalaması arasında olan izler tek bir iz olarak kabul edilmektedir. Bu aralıktan, en büyük iz ortalamasının iki katına kadar piksel değerine sahip olan izler ise iki farklı iz olarak kabul edilmektedir. Bu aralık seviyesinden daha fazla piksel içeren izler ise 3 farklı iz olarak kabul edilmektedir. En büyük izlerin sahip olduğu ortalama piksel değeri hesaplanırken, üst üste gelmiş ikili izlerin sahip olduğu minimum piksel değerleri de göz önünde bulundurulmuştur.

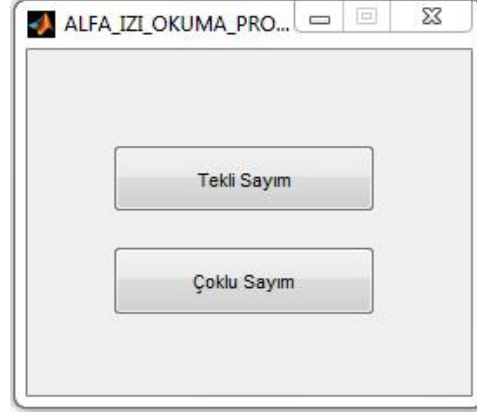
Görüntülerde oluşan izlerde yapılan en küçük ve en büyük izlerin belirlenmesi çalışmasında, somut olarak bulunan en büyük ve en küçük iz değerlerine yaklaşık büyüklüklerin yorumlaması yapılmıştır. Bunun sebebi üstüte gelmiş olarak bulunan izlerin 3 tane küçük izden mi, yoksa 2 adet büyük izden mi oluştuğunun belirlenememesidir. Bu durumun belirlenmesi çalışma dahilinde değildir.

Film dedektörlerde oluşan en küçük ve en büyük iz değerleri belirlenirken “*regionprops*” yönteminden yararlanılmıştır. Üstüte gelen izlerin olmadığı en iyi görüntüler elektronik mikroskop altında manuel olarak seçilmiş, bu görüntülerde oluşan izlerin en büyük ve en küçükleri “*regionprops*” kodu yardımıyla belirlenmiştir.

4.6 Alfa İzi Okuma Programının Arayüzünün Tanıtılması

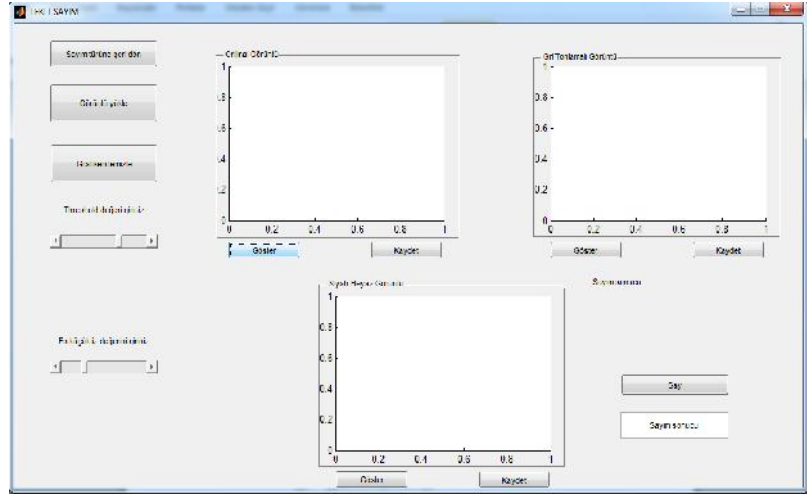
LR-115 Katıhal nükleer iz kazıma detektör filmi üzerinde yapılan görüntü işleme ve sayımın kullanıcı tarafından her defasında kod seviyesinde gerçekleştirilmesi yerine bir grafik arayüz üzerinden yapılması sürecin hızlı ve basit olması açısından önemlidir. GUI (Graphical User Interface-Grafik Kullanıcı Arayüzü) editörü ile görüntü işleme süreci ve sayım işlemlerini kapsayacak program arayüzleri tasarlanmıştır. Bu sayede kullanıcı arayüzü kullanarak (menü ve butonlar aracılığıyla) görüntü işleme ve sayım adımların gerçekleştirebilmektedir.

Çalışma kapsamında LR-115 katıhal nükleer iz kazıma film dedektörü sayım işlemlerinin tüm aşamaları bir kullanıcı arayüzü içinde birleştirilmiştir. Sayım programı çalıştırıldığında Şekil 4.17’deki pencere görüntülenecektir. Bu pencerede kullanıcı “*Tekli Sayım*” veya “*Çoklu Sayım*” olmak üzere iki farklı seçenek sunulmaktadır. Kullanıcı bu iki seçenekten birini seçtikten sonra sayım işlemine geçilmektedir.



Şekil 4.17 Alfa izleri sayımı “Ana Penceresi”

“**Tekli Sayım**” tıklandığında seçilen resim üstünde eşikleme değeri ve en küçük izin piksel değeri kullanıcı tarafından belirlenmektedir (Şekil 4.18). Kullanıcı bu seçenekte sayım aşamasının adımlarını takip edebilmekte ve değerleri kontrol edebilmektedir. Tekli sayım ekranını kullanarak görüntü işleme süreci kolay ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4.18 Tekli sayım ekranı

“**Sayım Türüne Geri Dön**” butonuna basıldığında, sayım türünün seçildiği ana ekrana dönülür.

“**Resim Yükle**” butonuna basıldığında aşağıdaki program kodları çalıştırılmaktadır.

```
function resimyukle_buton_Callback(hObject, eventdata, handles)
[filename,pathname] = uigetfile({'*.jpg','JPEG FILE (*.jpg)'} ,
'GORUNTU') ;
```

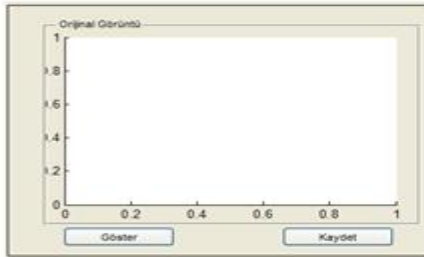
```

a_1 = {[pathname, filename]};
b_1 = char(a_1);
c_1 = num2str(b_1);
if isequal(c_1,0)
    errordlg('Resim Seçilmedi','File Error')
else
    msgbox('Resim Seçildi')
end
handles.rgb = imread(c_1)
guidata(hObject, handles);

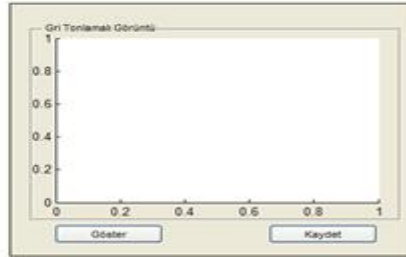
```

Bu aşamada yeni bir pencere açılarak yüklenmek istenen ‘.jpeg’ uzantılı görüntü dosyası seçilmektedir. Dosya seçilmediği takdirde ekranda ‘**Resim Seçilmedi**’ şeklinde bir uyarı belirir.

LR-115 Film Okuma programı ekranında “**Orjinal**”, “**Gri Tonlamalı**” ve “**Siyah-Beyaz**” olmak üzere 3 farklı resim görüntülenebilmektedir (Şekil 4.19). Bu pencerede kullanıcı ilgili görüntü kutusuna ait “**Göster**” butonuna basarak yüklenmiş resmi bu alanda görüntüleyebilmektedir. Böylece kullanıcı LR-115 film görüntülerin işlenmesi süresince ilgili değişiklikleri hem görebilmekte hemde o aşamada işlenmiş olan resmin kayıt edilebilmektedir. Kullanıcı 3 farklı görüntü alanında yer alan orijinal ve işlenmiş resimleri kayıt ederek saklayabilmektedir. “**Göster**” butonu sayesinde o aşamada gerçekleşen işleme ait işlenmiş resim ekranda görüntülenmektedir. Kullanıcı “**Kaydet**” butonlarını kullanarak bu görüntüleri istediği aşamada isimlendirmek suretiyle kaydedebilir. Ekranda bulunan işlenmiş görüntüler istenilen aşamada “**Grafikleri Temizle**” butonuyla silinebilmektedir.



Şekil 4.19.a Orijinal resim



Şekil 4.19.b Gri-tonlamalı resim



Şekil 4.19.c Siyah-beyaz resim

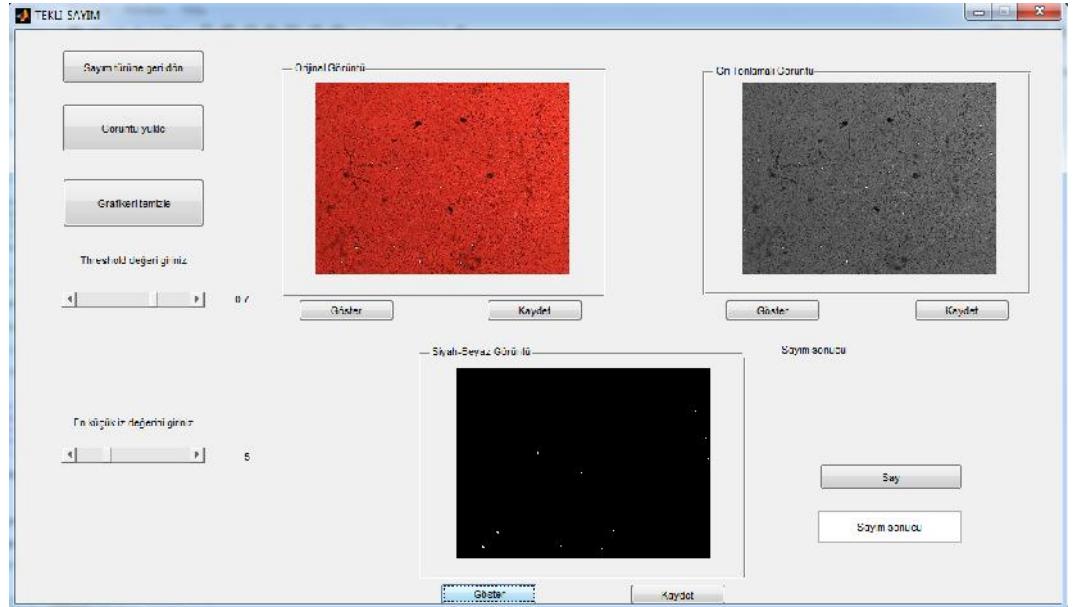
Kullanıcının yüklenen LR-115 film detektör resmini kolayca işleyebilmesi ve basit bir şekilde sayım alabilmesi için yapması gereken seçimler “*slider*” kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 Eşik değeri ve En küçük iz değeri girişi yatay kaydırma çubuğu

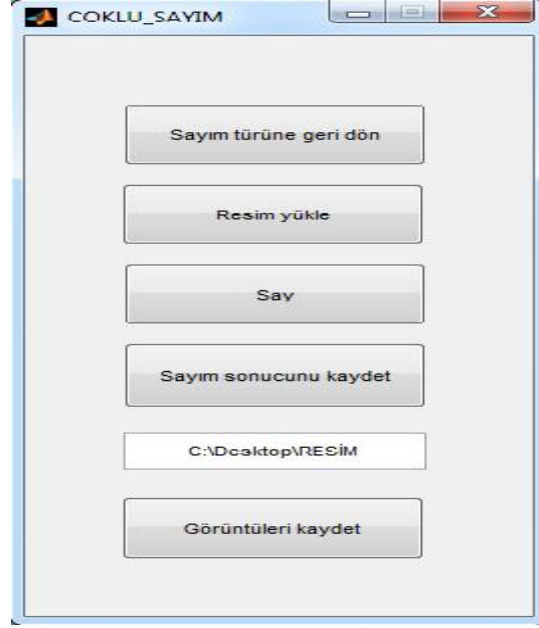
Kullanıcı ‘**Eşik Değeri**’ giriş yatay kaydırma çubuğu aracılığıyla eşik değeri için **0** ile **1** arasında bir seçimde bulunabilmektedir. Aynı şekilde en küçük iz değeri için 0 ile 20 arasında değerler seçmek mümkündür. Kullanıcı tarafından herhangi bir değer girilmediğinde eşik için 0.7, en küçük iz için 5 değerleri varsayılan olarak alınmaktadır.

‘**Say**’ butonuna basıldığında izlerin sayım işlemi gerçekleşmektedir. Elde edilen iz sayım sonucu ekranda ‘**Sayım Sonucu**’ alanında görülmektedir. Örnek bir sayım için incelenen görüntüde en küçük iz değeri **8** seçildiğinde, sayım sonucunun **0.4** eşik değeri için **72** olduğu görülmüş iken aynı örnek için eşik değeri **0.8** seçildiğinde sayım sonucu **17** olacaktır. Şekil 4.21’de bu örnek bir görüntü işleme ve sayım işlemi verilmiştir.



Şekil 4.21 Tekli sayım için örnek görüntü işleme ve iz sayımı

Çoklu sayım seçildiğinde ise tekli sayıma göre daha basit ve sadece iz sayımına yönelik pencere ekrana gelmektedir(Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Çoklu sayım penceresinin görünümü

Kullanıcı bu sayım türü seçildikten sonra isterse '**Sayım Türüne Geri Dön**' butonuyla, sayım türü seçim aşaması ekranına geri dönebilmektedir. '**Resim Yükle**' butonuyla aynı anda birden fazla sayım alınabilmektedir. Bu aşamada en az 2 adet resim seçilmelidir. '**Say**' butonuna basıldığında aşağıdaki kodlar çalışmaktadır;

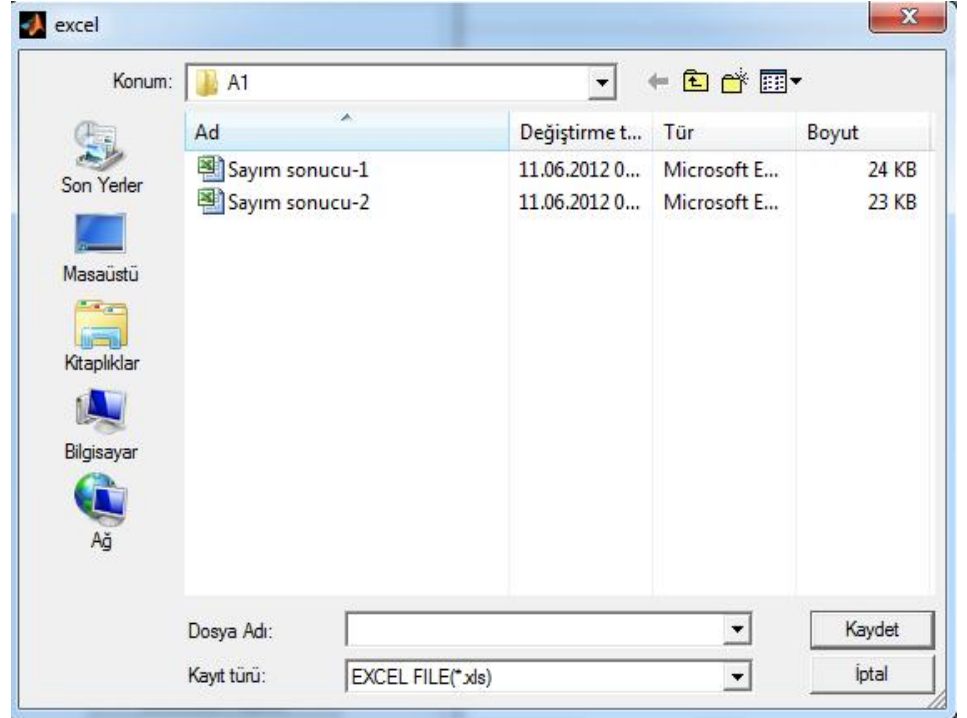
```
im = imread(a_3);
rgb = rgb2gray(im);
bw = im2bw(rgb, 0.7);
bw2 = bwareaopen(bw, 5);
B = bwboundaries(bw2);
str1{j} = num2str(length(B))
bw3 = bwareaopen(bw, 56);
C = bwboundaries(bw3);
str2{j} = num2str(length(C))
bw4 = bwareaopen(bw, 112);
D = bwboundaries(bw4);
str3{j} = num2str(length(D))
bw5 = bwareaopen(bw, 168);
E = bwboundaries(bw5);
str4{j} = num2str(length(E))
```

```

str11 = str2double(str1);
str22 = str2double(str2);
str33 = str2double(str3);
str44 = str2double(str4);
sayim1 = str11-str22;
sayim2 = 2*(str22-str33);
sayim3 = 3*(str33-str44);
sayim4 = 4*str44;
sayim = sayim1+sayim2+sayim3+sayim4
handles.sayim_str = num2str(sayim)

```

Kodların çalıştırılmasının ardından tüm görüntüler için sayım işlemi otomatik olarak gerçekleştirilir ve sonuçlar resim isimleriyle birlikte bir Excel dosyasına kayıt edilir. Excel dosyasının adının belirlenmesi ve kayıt işlemi, kullanıcı tarafından '**Sayım Sonucunu Kaydet**' butonu yardımıyla yapılmaktadır. Butona basıldığında ekranda görülen kayıt penceresine ait görüntü şekil 4.23'te verilmiştir.



Şekil 4.23 Çoklu sayım kayıt penceresi görünümü

Çoklu sayım arayüzü ile 10 adet görüntüden alınan sayım sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çoklu sayım arayüzü ile alınan sayımlar.

Film adı	Sayım
Film1.jpg	11
Film2.jpg	9
Film3.jpg	10
Film4.jpg	9
Film5.jpg	22
Film6.jpg	15
Film7.jpg	24
Film8.jpg	8
Film9.jpg	13
Film10.jpg	12

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1 Banyo Süresinin İzler Üzerindeki Etkisinin Araştırılması Çalışması

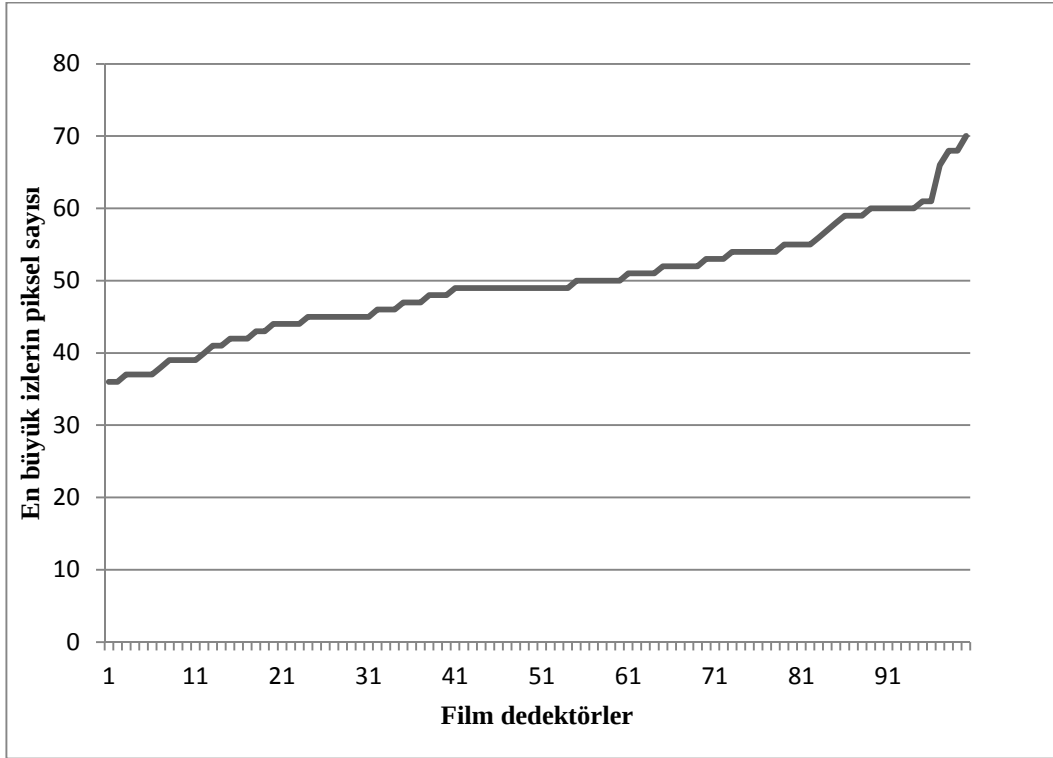
Bu çalışmada film dedektörler önce 60 dakika süreyle 2,5 N NaOH çözeltisi içinde banyo edilmiştir. 60 dakika sonunda film dedektörler banyodan alınıp, mikroskop altında görüntülenmiştir. Daha sonra aynı film dedektörler bir müddet saf suda bekletildikten sonra 30 dakika boyunca ek bir banyo işlemine tabii tutulmuştur. Çalışma sonucunda 2,5 N'lik çözelti için 60 dakika banyo süresinin izlerin büyük bir kısmını kazımakta yetersiz olduğu görülmüştür. Ek banyo işleminin ardından film dedektörlerde oluşan iz yoğunluğunda belirli bir artış gözlemlenmiştir. 60 ve 90 dakika banyo süreleri için 5 farklı film dedektörden edilen 50 görüntüdeki iz ortalaması, Çizelge 5.1'de görülmektedir.

Çizelge 5.1 60 ve 90 dakika banyo süreleri için sayım sonuçları.

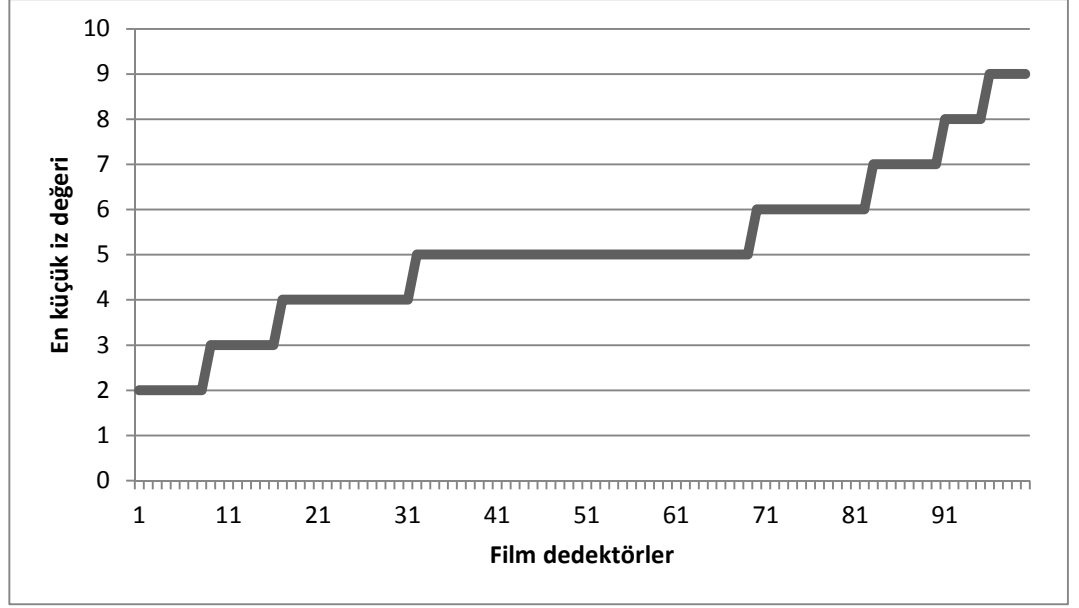
Film adı	60 dak.sayım	90 dak.sayım	Film adı	60 dak.sayım	90 dak.sayım
Film1	4	12	Film26	10	15
Film2	6	15	Film27	7	10
Film3	9	14	Film28	5	8
Film4	3	8	Film29	9	14
Film5	2	9	Film30	8	13
Film6	5	12	Film31	12	19
Film7	11	21	Film32	4	6
Film8	8	19	Film33	14	14
Film9	7	17	Film34	6	9
Film10	5	13	Film35	9	15
Film11	9	18	Film36	9	19
Film12	13	19	Film37	8	15
Film13	11	22	Film38	7	11
Film14	7	7	Film39	3	9
Film15	8	13	Film40	5	9
Film16	6	10	Film41	8	17
Film17	9	14	Film42	10	18
Film18	12	19	Film43	4	10
Film19	4	15	Film44	7	13
Film20	5	13	Film45	12	16
Film21	12	17	Film46	9	13
Film22	7	9	Film47	6	15
Film23	14	15	Film48	15	24
Film24	4	9	Film49	4	9
Film25	10	18	Film50	7	11

5.2. 90 Dakika Boyunca Banyo Edilen Film Dedektörlerdeki En Büyük ve En Küçük İz Sonuçları

Yapılan çalışma kapsamında 2,5 N NaOH çözeltisinde 90 dakika süreyle banyo edilen film dedektörlerden elde edilen 100 adet farklı görüntü incelenmiştir. İnceleme sonunda film dedektörlerde tek başına bulunan (üst üste gelmemiş) en büyük alfa parçacığı izinin sahip olduğu piksel sayısının ortalaması **49.49** çıkmıştır. Aynı film dedektörlerde yapılan en küçük iz belirleme çalışması sonucunda, filmlerde bulunan en küçük izlerin ortalaması **5.09** piksel çıkmıştır. Mikroskopıan 1024x768 çözünürlüğünde alınan bir görüntünün alanı 1,2838 mm^2 'dir. Buna göre film dedektörde oluşan en küçük izin büyüklüğü $8,16 \times 10^{-6} mm^2$, en büyük izin büyüklüğü ise $8,16 \times 10^{-5} mm^2$ 'dir. Bu iki çalışma sonucunda, 90 dakika banyo edilen film dedektörlerde oluşan en büyük izin **50** piksel büyüklüğünde, en küçük iz ise **5** piksel büyüklüğünde olduğu kabul edilmiştir(Şekil 5.1 ve Şekil 5.2). Bu sonuçlar 2,5 N NaOH çözeltisinde 90 dakika boyunca banyo edilen film dedektörler için geçerlidir.



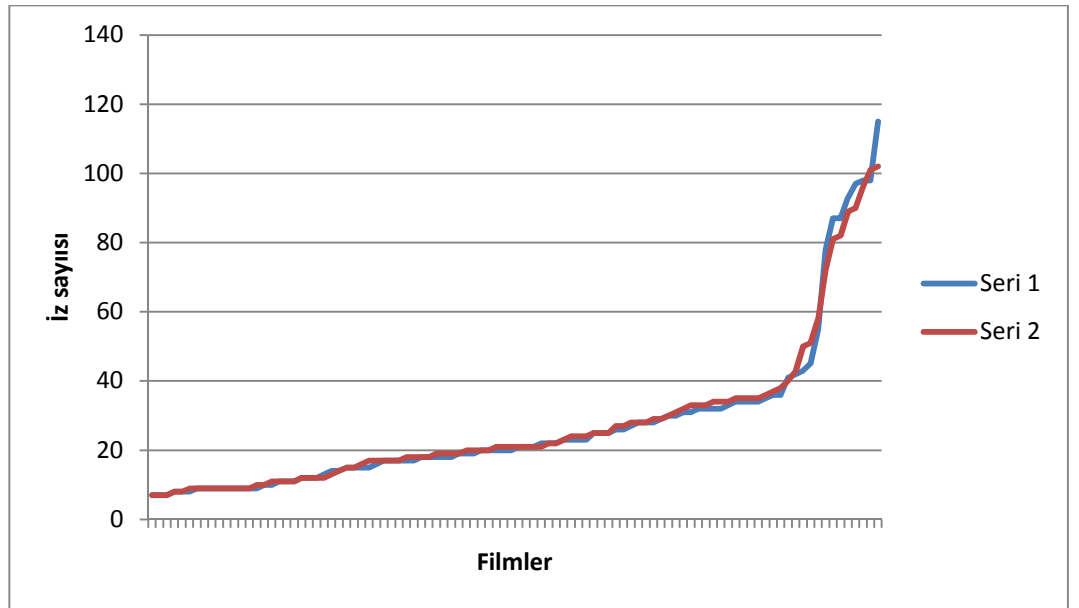
Şekil 5.1. 90 dakika boyunca banyo edilen film dedektörlerdeki en büyük iz değerleri



Şekil 5.2. 90 dakika boyunca banyo edilen film dedektörlerdeki en küçük iz değerleri

5.3 Sayım Sonuçlarının İncelenmesi

Bu kısımda geliştirilen program yardımıyla 100 film dedektör üzerinden alınan sayım sonuçları, Arias ve arkadaşları tarafından geliştirilen sayım yöntemiyle elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda iki sayım sonucu arasında bir lineerlik olduğu görülmektedir (Şekil 5.3). **Seri 1** Scion programıyla alınan sayım sonuçlarını, **Seri 2** ise çalışma kapsamında oluşturulan sayım programıyla elde edilen sonuçları göstermektedir.



Şekil 5.3 Sayım sonuçlarının Scion sayım programıyla karşılaştırılması.

5.4 Eşik Değerinin Belirlenmesi Çalışmasının Sonuçları

Görüntülerin siyah-beyaz formata dönüşümü aşamasında, görüntünün kusurlardan arındırılması bakımından eşik değerinin dikkatli seçilmesi gerekmektedir. Çalışmada eşik değeri **0.1** ve **1** aralığında değiştirildiğinde, sayımlarda görülen değişimler incelenmiştir. 10 görüntüye ait sayımlar Çizelge 5.2’de verilmiştir. Sayım sonuçları incelendiğinde eşik değerinin 0.7 olarak belirlenmesiyle alınan sayımların diğer sayım programıyla alınan sonuçlarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 5.2 Eşik değerine göre elde edilen sayım sonuçları

Sayım sonucu	Eşik değeri	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Film1		43	37	35	30	26
Film2		46	37	22	19	17
Film3		172	63	41	35	30
Film4		81	72	54	43	39
Film5		65	42	25	23	23
Film6		79	51	42	38	34
Film7		72	46	35	29	24
Film8		45	32	19	19	15
Film9		51	34	25	22	21
Film10		54	41	30	27	25

5.5 Sayım Sonuçların Uzaklığa Göre Değerlendirilmesi Çalışmasının Sonuçları

Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen ışınlamalarda kullanılan Am-241 kaynağının yayımladığı alfaların enerjisi 5.5 MeV olduğundan, LR-115 dedektörlerinde alfaların iz bırakabilmesi için, kaynakla dedektör arasında 5 mm ile 35 mm arasında bir mesafe olmalıdır. Yapılan çalışmada alfa kaynağının 0, 1, 2, 3 ve 4 cm uzağına yerleştirilen film dedektörlerden sayım alınmıştır(Şekil 5.4). Sayım sonuçları incelendiğinde 2 ve 3 cm uzaklıktan yapılan ışınlamalarda izlerin yoğun olduğu 0, 1 ve 4 cm uzaktan yapılan ışınlamalarda ise neredeyse hiç iz olmadığı gözlemlenmiştir. Sayım sonuçları Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Farklı uzaklıklardan yapılan ışımalara ait sayım sonuçları.

Film Adı	Uzaklık(cm)	Sayım
Film1	0	1
Film2	0	0
Film3	1	2
Film4	1	3
Film5	2	12
Film6	2	15
Film7	3	14
Film8	3	17
Film9	4	0
Film10	4	2

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında LR-115 katıhal nükleer iz kazıma film dedektörlerinde oluşan alfa parçacıkları izlerinin sayımı, yine tez kapsamında MatLab programında hazırlanan bir yazılım sayesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada banyo süresinin oluşan izleri kazımadaki etkisi dikkate alınarak 60 ve 90 dakikalık banyo süreleri araştırılmıştır. Aynı sürelerde alfa radyasyonuna maruz bırakılan film dedektörler 60 ve 90 dakikalık banyo işleminin ardından sayılmıştır. Yapılan deneysel çalışmanın sonucunda 60 dakikalık banyo işlemi sonrası alınan görüntülerin sayımında iyi sonuçlar elde edilememiştir.

LR-115 katıhal nükleer iz kazıma film dedektörlerinden elde edilen görüntülerde oluşan kusurların giderilebilmesi için, film dedektörlerde oluşan en küçük alfa izlerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Sonuçta bir film dedektörde oluşan en küçük alfa parçacığı izinin **5.09** piksel büyüklüğünde olduğu görülmüştür. Benzer şekilde film dedektörlerde üstüste gelmiş bulunan alfa izlerinin birbirinden farklı izler olarak algılanabilmesi için film dedektörlerde oluşabilecek en büyük alfa parçacığı izi çalışması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda film dedektörlerde oluşabilecek en büyük alfa parçacığı izinin ortalaması **49.49** piksel olarak bulunmuştur. Elde edilen en küçük ve en büyük iz ortalaması, LR-115 katıhal nükleer iz kazıma film dedektöründeki izlerin sayımı için geliştirilen programda bir giriş parametresi olarak kullanılmıştır. Bu yazılım kullanılarak doğal ve laboratuvar ortamında radyasyona maruz kalan film dedektörlerin sayımı alınmıştır. Elde edilen sayım sonuçları diğer sayım programlarıyla kıyaslandığında, geliştirilen sayım programının LR-115 film dedektörlerindeki alfa izlerini sayma aşamasında başarı ile kullanılabileceği göstermektedir.

Yapılan tez çalışmasının LR-115 katıhal nükleer iz kazıma film dedektörlerinin sayım işlemi konusunda çalışan araştırmacılara kolaylık sağlayacağı ve ileride LR-115 film dedektörlerinde oluşan izlerin kaynak radyonüklidlerinin ve enerjilerinin belirlenmesi ve alfa izleri üzerinde yapılacak morfolojik incelemeler üzerine yapılabilecek çalışmalar için literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Can B.**, 2011, *Kilis ilindeki evlerde radon gazı ölçümü, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.*
- Caresana M. and Ferrarini M.**, 2010, *Performance evaluation of a new reading technique of LR115 cellulose nitrate track detectors, Radiation Measurements*, 45, 911-915p.
- Domingo M. And Franco P.**, 2005, Segmentation of colour food images using a robust algorithm, *Journal of Food Engineering* , 66, 353-360p.
- Durrani S.A. and Hiç R.**, 1997 Radon Measurements by Etched Track Dedectors:Applications in Radiation Protection, *Earth Sciences and the Environment*, World Scientific, New Jersey, U.S.A., 387p.
- Dwaikat N., Safarini G., El-hasan M. and İida T.**, 2007, CR-39 detector compared with Kodalpha film type (LR115) in terms of radon concentration, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 574, 289–291p.
- en.wikipedia.org/wiki/K-means_clustering (Erişim tarihi: 2012).
- Ereeş S., Aytaş Ş., Saç M.M., Yener G. and Şalk M.**, 2001, Investigation of Correlation Between the Earthquake and Radon concentration in Thermal water along the Faults at Denizli Basin in Turkey, *IAEA Research Contract*, 11096.
- Evans, R. D.**, 1968, Engineers' Guide to The Elementary Behavior of Radon Daughters, *Health Physics*, 38, 1173-1197p.
- Fişne A., Ökten G. ve Çelebi G.**, 2004, Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) Yeraltı Maden Ocaklarında Radon Gazı Yayılımının İncelenmesi, *Türkiye 14 .Komur Kongresi Bildiriler Kitabı*, 193-202s.
- Gillmore G.K., Phillips P.S., Denman A.R. and Gilbertson D.D.**, 2002, Radon inthe Creswell Crag Permian limestone caves, *Journal of Environmental Radioactivity*, 62, 165–179p.

KAYNAKLAR DİZİNİ(devam)

- Gillmore G., Wertheim D., Brown L. and Petford N.**, 2009, A new method of imaging particle tracks in solid state nuclear track detectors, *Journal of Microscopy*, 237, (1), 1–6p.
- Gonzalez C. R., Woods E. R. and Eddins L. S.**, 2004, Digital Image Processing Using Matlab, *Prentice Hall*, New Jersey, USA. 609p.
- home.dei.polimi.it/matteucc/Clustering/tutorial.html/kmeans.html (Erişim Tarihi: 2012)
- Kalsi P.C., Ramaswami A. and Manchanda V.K.**, 2005, Solid state nuclear track detectors and their applications, *Radiochemistry Division*, 10p.
- Khan H. A. and Qureshi A. A.**, 1994, Solid State Nuclear Track Detection: A Useful Geological / Geophysical Tool, *Nucl. Geophys*, 8:1, 1-37p.
- King C.Y.**, 1978, Radon Emanation on San Andreas Fault, *Nature Volume*, 271, 516-519p.
- Kolbaşı A.**, 1997, Nükleer İz Kazıma Dedektörleri ile İzmir Fay Hattında Deprem Tayinine Yönelik Radon Ölçümleri, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Kumru M.N.**, 1992, Determination of radium-226 in environment samples by the collector chamber method, *Appl.radioat.isot*, 43:8, 1031-1034p.
- Küçüktaş E.**, 1996, Maden Ocaklarındaki Radyonüklid Konsantrasyonlarının Birikimi Etkileyen Parametrelere Bağlı Olarak Ölçülmesi, Maruz Kalınan Dozların Analitik Bir Yöntem Geliştirilerek Hesaplanması, Ege Üniversitesi, Doktora Tezi.
- Mc Laughlin J.P.**, 2001, Approaches to the assessment of long term exposure to radon and its progeny, *The Science of the Total Environment*, 272, 53-60p.
- Nakoman E.**, Radyoaktif Hammaddeler Jeolojisi, 1979, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, Eğitim Serisi No. 20, Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ(devam)

- Negarestani A., Setayeshi S., Ghannadi-Maragheh M. and Akashe B.,** 2002, Layered neural networks based analysis of radon concentration and environmental parameters in earthquake prediction, *Journal of Environmental Radioactivity*, 62, 225-233p.
- Negarestani A., Setayeshi S., Ghannadi-Maragheh M. and Akashe B.,** 2003, Estimaion of the radon concentration in soil related to the environmental parameters by a modified Adaline neural network, *Applied Radiation and Isotopes*, 58, 269-273p.
- Otsu N.,** 1979, A threshold selection method from gary-level histograms, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 9:1, 62-66p.
- Özmen B.,** 1995, Depremlerin Önceden Bilinmesinde Kullanılan Yöntemler, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Seminer Dersi (JEO 500), 45s.
- Öznur Ö.,** 1993, Kollektör yönteminin geliştirilmesi ve optimum koşullarının araştırılması, Ege Üniversitesi, Yüksek lisans tezi.
- Patiris D.L., Blekas K. and Ioannides K.G.,** 2006, TRIAC:A code for track measurements using image analysis tools , *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B 244, 392–396p.
- Patiris D.L., Blekas K. and Ioannides K.G.,** 2007, TRIAC II. A MatLab code for track measurements from SSNT detectors, *Computer Physics Communications*, 177, 329–338p.
- Ruberto C.D., Dempster A., Khan S. And Jara B.,** 2002, Analysis of infected blood cell images using morphological operators, *Image and Vision Computing*, 20, 133-146p.
- Saç M.M. and Camgöz, B.,** 2000, Investigations of Correlations Between the Magnitude of the earthquake and Radon Concentrations in soil Gas in İzmir Fault zones, *I.Eurasia Conference on Nuclear Science and its Application*, (Eng. Abst. pp 315-316),

KAYNAKLAR DİZİNİ(devam)

- Savaş K.**, 2007, *Kontrol sistemleri için matlab'te gui uygulamaları tasarımı*, Marmara Üniversitesi, Lisans Bitirme Tezi.
- Seidel J.L. and Monnin M.**, 1998, An automatic radon probe for earth science studies, *Journal of Applied Geophysics*, 39, 209-220p.
- Singh, M., Kumar, M., Jain, R.K. and Chatrath, R.P.**, 1999, Radon in ground water related to seismic events, *Radiation measurements*, 30:465-469 p.
- The National Academy of Sciences (NAS)**, 1998, Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) VI Report: "The Health Effects of Exposure to Indoor Radon".
- Uzunoğlu M.**, 2004, Her Yönüyle MATLAB, İstanbul, Türkmen Yayınevi, 784s.
- Virk H.S. and Walia V.**, 2001, Helium/radon precursory signals of Chamoli Earthquake, *India Radiation Measurements*, 34, 379–384p.
- www.mathworks.com/products/image/ (Erişim tarihi:2012)
- www.radon.at/engl/products_kodalalpha.htm (Erişim tarihi: 2012).
- Yalım H.A., Akkurt D., Özdemir F.B., Ünal R., Sandıkçioğlu A. and Akkurt A.**, 2007, The Measurement of Radon and Radium Concentrations in Well Water in the Afyonkarahisar area of Turkey, *Indoor Built Environ* , 16;1, 77- 81p.
- Zmazek B., Todorovski L., Dzeroski S., Vaupotic J. and Kobal I.**, 2002, Soil radon monitoring in the Krsko Basin, Slovenia, *Applied Radiation and Isotopes*, 56, 649-657p.
- Zmazek B., Todorovski L., Dzeroski S., Vaupotic J. and Kobal I.**, 2003, Application of decision trees to the analysis of soil radon data for earthquake prediction, *Applied Radiation and Isotopes*, 58, 697–706p.

ÖZGEÇMİŞ

Adı soyadı: Mehmet Akif ERSOY

Doğum yeri ve tarihi: Sivas, 12/08/1988

Öğrenim durumu:

1994-2002: Celal Bayar İlköğretim Okulu, Sivas

2002-2006: Selçuk Anadolu Lisesi, Sivas

2006-2010: Lisans, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü

2010-.....: Yüksek Lisans, Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü