

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GENEL AMAÇLI PASİF RADON ÖLÇÜM SİSTEMİNİN  
GELİŞTİRİLMESİ VE ÜRETİLMESİ**

**Serkan CEYLAN**

**Danışman  
Prof. Dr. Nuri ÖZEK**

**DOKTORA TEZİ  
FİZİK ANABİLİM DALI  
ISPARTA - 2016**



©2016 [Serkan CEYLAN]

## TEZ ONAYI

Serkan CEYLAN tarafından hazırlanan "Genel Amaçlı Pasif Radon Ölçüm Sisteminin Geliştirilmesi ve Üretilmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman **Prof. Dr. Nuri ÖZEK**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi **Prof. Dr. Suat ÖZKORUCUKLU**  
İstanbul Üniversitesi



Jüri Üyesi **Prof. Dr. İlhan TAPAN**  
Uludağ Üniversitesi



Jüri Üyesi **Doç. Dr. Abdullah KAPLAN**  
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi **Doç. Dr. Murat ÖZTÜRK**  
Süleyman Demirel Üniversitesi

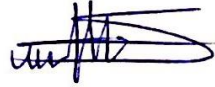


Enstitü Müdürü **Doç. Dr. Yasin TUNCER**

## **TAAHHÜTNAME**

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

**Serkan CEYLAN**



## İÇİNDEKİLER

|  |     |
|--|-----|
| İÇİNDEKİLER.....   | ii  |
| ÖZET .....   | iv  |
| ABSTRACT .....   | v   |
| TEŞEKKÜR.....  | vi  |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....  | vii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....  | ix  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                     | x   |
| 1. GİRİŞ.....  | 1   |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ .....   | 3   |
| 3. RADYASYON ÇEŞİTLERİ VE KAYNAKLARI .....                               | 11  |
| 3.1. Radyasyon Çeşitleri.....  | 11  |
| 3.2. Radyasyon Kaynakları.....   | 13  |
| 3.2.1. Doğal Radyasyon Kaynakları.....                                   | 13  |
| 3.2.2. Yapay Radyasyon Kaynakları.....                                   | 14  |
| 3.3. Radyoaktivite.....  | 15  |
| 3.4. Radyasyon Birimleri .....   | 15  |
| 3.4.1. Aktivite Birimi .....   | 16  |
| 3.4.2. Işınlanma.....  | 16  |
| 3.4.3. Soğurulan Doz .....   | 16  |
| 3.4.4. Eşdeğer Doz Birimi.....   | 16  |
| 3.5. Radyoaktif Bozunma Serileri.....                                    | 17  |
| 3.5.1. Uranyum Serisi .....  | 17  |
| 3.5.2. Toryum Serisi .....   | 19  |
| 3.5.3. Aktinyum Serisi .....   | 20  |
| 3.5.4. Neptünyum Serisi .....  | 21  |
| 3.6. Radon.....  | 22  |
| 3.6.1. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....                            | 22  |
| 3.6.2. Binalar ve Yapı Malzemeleri ile Radon ilişkisi.....               | 25  |
| 3.6.3. Radon Seviyelerinin Mevsimsel Değişimleri .....                   | 26  |
| 3.6.4. Sağlık Üzerindeki Etkileri .....                                  | 27  |
| 3.6.5. Ulusal ve Uluslararası Kuruluşlarca Belirlenen Limit Değerleri .. | 28  |
| 3.7. Radon Ölçüm Teknikleri.....   | 29  |
| 3.7.1. Aktif Ölçüm Teknikleri.....                                       | 29  |
| 3.7.1.1. Sintilasyon sayıcıları.....                                     | 29  |
| 3.7.1.2. İyonizasyon odası .....   | 31  |
| 3.7.1.3. AlphaGUARD dedektörü.....                                       | 31  |
| 3.7.2. Pasif Ölçüm Teknikleri.....                                       | 32  |
| 3.7.2.1. Katı hal iz dedektörü.....                                      | 32  |
| 3.7.2.2. Kömür sıvı sintilasyon .....                                    | 34  |
| 3.7.2.3. Aktif kömür .....   | 34  |
| 4. RADON ÖLÇÜM SİSTEMİNİN ÜRETİLMESİ .....                               | 35  |
| 4.1. Nükleer İz Kazıma Ünitesi Tasarlanması ve Üretilmesi.....           | 35  |
| 4.1.1. Mekanik Tasarım.....  | 36  |
| 4.1.2. Nükleer İz Kazıma Ünitesinin Üretimi .....                        | 39  |
| 4.2. Nükleer İz Okuma Ünitesinin Tasarlanması ve Üretilmesi.....         | 42  |
| 4.2.1. Mekanik Tasarım.....  | 43  |
| 4.2.2. Elektronik Kontrol Ünitesi .....                                  | 47  |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.3. Nükleer İz Okuma Ünitesinin Üretilmesi.....   | 49 |
| 4.2.4. Kontrol ve Görüntü İşleme Yazılımı.....       | 51 |
| 4.2.4.1. Çapraz platform yazılım geliştirme .....    | 52 |
| 4.2.4.2. Görüntü işleme teknikleri.....              | 54 |
| 4.2.4.3. Otomasyon modülü.....                       | 58 |
| 4.2.4.4. Görüntü işleme ve değerlendirme modülü..... | 59 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....                            | 72 |



## ÖZET

Doktora Tezi

### GENEL AMAÇLI PASİF RADON ÖLÇÜM SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE ÜRETİLMESİ

Serkan CEYLAN

Süleyman Demirel Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nuri ÖZEK

Bu tezde; varlığı ancak özel yöntemler ve cihazlar ile fark edilebilen renksiz, kokusuz, radyoaktif bir gaz olan Radon gazının ölçülebilmesi için bir ölçüm sistemi geliştirilmiştir.

Radon, uranyumun bozulma zinciri içerisinde yer alan ürünlerden birisidir. Gaz olduğu için olduğu yerde kalmayarak hava akımları ile farklı noktalara dağılabilir. Solunan radon gazının kısa ömürlü bozunma ürünleri sağlık ile olumsuz etkiler oluşturur. Çeşitli nedenlere bağlı olarak; ev içi radon konsantrasyonu mevsimlere, yıllara, günlere göre farklılıklar gösterebilir. Radon konsantrasyonu daha çok bodrum ve zemin katlarda daha yüksek konsantrasyonda bulunur. Radonun sağlık üzerindeki olumsuz etkisi radyoaktifliğinden gelen alfa ışınması nedeniyle olmaktadır.

Bu tez çalışması ile kapalı ortamlarda Radon gazının konsantrasyonunu ölçebilecek bir sistemin tasarımı ve üretimi yapılmıştır. Bu sistem iki ana parçadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki ölçüm amacı ile kullanılan CR-39 dedektörlerinin okumaya hazır hale getirilebilmesi için kullanılan iz kazıma ünitesidir. Bu ünite ile okunmaya hazır hale gelen dedektörler daha sonra ikinci ünite olan okuyucu üniteye alınarak dedektörlerin okunmasını ve raporlarının hazırlanması sağlanmaktadır.

Üretilen sistem ile gerekli testler ve kalibrasyon yapılarak, radon konsantrasyonu ölçüme uygun, 0,01 hata payı olan bir sistem üretilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Radon, CR-39, Radon ölçüm teknikleri, Görüntü işleme, Nükleer iz kazıma.

**2016, 103 sayfa**

## **ABSTRACT**

**Ph.D. Thesis**

### **DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF THE GENERAL PURPOSE PASSIVE RADON MEASUREMENT SYSTEM**

**Serkan CEYLAN**

**Suleyman Demirel University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Physics**

**Supervisor: Prof. Dr. Nuri ÖZEK**

In this thesis, a measurement device has been developed to measure the Radon concentration; which a colorless, odorless, radioactive gas and also the presence of which can only be proved using by the special processes and devices.

Radon is one of the products within the decay chain of Uranium. Since the Radon is a gas, it can be distributed to the different directions by air flow rates without remaining at the location where it arises. The inhaled short-lived decay products of Radon gas have negative impacts on the human health. Depending on various reasons, the domestic Radon concentration may differ by changing of seasons, years and days. The Radon concentration is mostly found at higher concentrations in the basements and ground floors than others. The negative effect of Radon gas on the human health is due to the alpha radiation arising from its radioactivity structure.

The main purpose of this thesis, a Radon gas measurement device has been designed and produced for measuring the concentration of Radon gas in indoor environments. This Radon gas measurement device mainly consists of two parts. The first part of device is the trail unit which is used to make the CR-39 detectors using for measurement ready to read. In the second unit, the reading of detectors and preparation of the reports have ensured by taking the detectors which have become ready to read with this unit to the reader unit.

The required tests and calibration were performed through the system produced and it was observed that radon concentration was in conformity with the measurement and a system with a 0.01 error margin was produced.

**Keywords** Radon, CR-39, Radon measurement techniques, image processing, Nuclear track etching.

**2016, 103 pages**

## **TEŞEKKÜR**

Doktora eğitimim süresince ilgisini, sabrını ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesi ile beni yönlendiren, çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Nuri ÖZEK'e, Prof. Dr. Suat ÖZKORUCUKLU, Doç. Dr. Abdullah KAPLAN, Doç. Dr. Murat ÖZTÜRK ve Yüksek Fizikçi Öğr. Gör. Ahmet Gürol KALAYCI hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin gerçekleşmesinde, 0615.TGSD.2013 numaralı Teknogirişim projesi ile maddi destek sağlayan Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na teşekkür ederim.

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın desteğiyle kurulan RADOTEK LTD. ŞTİ. çalışanlarına teşekkür ederim.

Özellikle bugünlere gelmemi sağlayan, maddi manevi desteğini esirgemeyen, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim anneme, babama ve ablalarıma sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmanın yürütülmesinde pek çok konuda destek veren Fizikçi Hüseyin ALTUĞ, Öğr. Gör. Dr. Kıyas KAYAALP, Uzman Oğuz ÖZTÜRK'e ve SANAEM Radon izleme laboratuvarı çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Serkan CEYLAN  
ISPARTA, 2016

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Şekil 3.1. Radyasyonun sınıflandırılması .....                                  | 11 |
| Şekil 3.2. Radyasyonun girişkenliği .....                                       | 13 |
| Şekil 3.3. Uranyum bozunma serisi .....   | 18 |
| Şekil 3.4. Toryum bozunma serisi .....  | 19 |
| Şekil 3.5. Aktinyum bozunma serisi .....  | 20 |
| Şekil 3.6. Neptünyum bozunma serisi .....                                       | 21 |
| Şekil 3.7. Radon'un elektron dizilimi .....                                     | 23 |
| Şekil 3.8. Radon gazının giriş yerleri .....                                    | 25 |
| Şekil 3.9. Alfa parçacığının DNA yapısına etkisi .....                          | 27 |
| Şekil 3.10. Sintilasyon dedektörlü cihaz blok şeması .....                      | 30 |
| Şekil 3.11. AlphaGUARD PQ 2000PRO detektörü. ....                               | 32 |
| Şekil 3.12. CR-39 dedektörünün bulunduğu difüzyon kabı .....                    | 33 |
| Şekil 3.13. Polimerde oluşan hasar .....  | 34 |
| Şekil 4.1. Dedektörlerin yerleştirileceği slayt .....                           | 36 |
| Şekil 4.2. Slaytların yerleştirileceği diskin boyutları. ....                   | 37 |
| Şekil 4.3. Slayt ve motor yerleşim üniteleri .....                              | 38 |
| Şekil 4.4. Nükleer iz kazıma ünitesi çözelti haznesi. ....                      | 38 |
| Şekil 4.5. Nükleer iz kazıma ünitesi tasarımı. ....                             | 39 |
| Şekil 4.6. Dönmeyi sağlayacak olan motor ve paslanmaz mil. ....                 | 40 |
| Şekil 4.7. Diske yerleştirilen slayt. ....                                      | 40 |
| Şekil 4.8. Kapağa yerleştirilen motor ve elektronik kartı. ....                 | 41 |
| Şekil 4.9. Nükleer iz kazıma ünitesi. ....                                      | 41 |
| Şekil 4.10. Nükleer iz kazıma ünitesinin tahliye hattı .....                    | 42 |
| Şekil 4.11. Slaytlarının yerleştirileceği yuva .....                            | 43 |
| Şekil 4.12. X eksenli motor bağlantısı .....                                    | 44 |
| Şekil 4.13. Y eksenli step motor bağlantısı .....                               | 44 |
| Şekil 4.14. USB mikroskop kameranın yerleştirileceği bağlantı. ....             | 45 |
| Şekil 4.15. X ve Y hareket eksenleri .....                                      | 45 |
| Şekil 4.16. X ve Y eksenin birleştirilmiş hali .....                            | 46 |
| Şekil 4.17. Nükleer iz okuma ünitesinin alt tablası .....                       | 46 |
| Şekil 4.18. Nükleer iz okuma ünitesi tasarımı .....                             | 47 |
| Şekil 4.19. Arduino Mega 2560 R3 Kart. ....                                     | 48 |
| Şekil 4.20. Ultimaker kart .....  | 48 |
| Şekil 4.21. A4988 mikro step motor sürücü kartı .....                           | 49 |
| Şekil 4.22. a) x ekseninde motor yuvası b) y ekseninde motor yuvası .....       | 49 |
| Şekil 4.23. X ve Y eksenlerinin montajı .....                                   | 50 |
| Şekil 4.24. Montaj tablasının kullanıma hazır hale getirilmesi ve montajı ..... | 50 |
| Şekil 4.25. Nükleer iz okuma ünitesi ön montajı ve hareket testleri .....       | 51 |
| Şekil 4.26. Keskinlik filtresi .....  | 55 |
| Şekil 4.27. Görüntü filtreleri .....  | 56 |
| Şekil 4.28. Uygulanmış görüntü filtreleri .....                                 | 56 |
| Şekil 4.29. Renk konsantrasyonu ayırıştırma yöntemi uygulanmış görüntü .....    | 57 |
| Şekil 4.30. Kenar belirleme işlemi .....  | 57 |
| Şekil 4.31. Ardışık taranan görüntüler .....                                    | 58 |
| Şekil 4.32. EM altında izlerin çarpış açalarına göre görünümü .....             | 60 |
| Şekil 4.33. CR-39 üzerinde oluşan izler .....                                   | 60 |
| Şekil 4.34. Enerjisine göre alfa parçacığının bıraktığı izler .....             | 61 |

|  |    |
|--|----|
| Şekil 4.35. Enerjisine göre alfa parçalarının bıraktığı izlerin dağılımı ..... | 62 |
| Şekil 4.36. CR-39 dedektör yüzeyi .....  | 62 |
| Şekil 4.37. Yazılımın ekran görüntüleri.....                                   | 63 |
| Şekil 4.38. Yazılımın proje hazırlama ve okuma ekranı.....                     | 64 |
| Şekil 4.39. Taranan dedektörün ilk üç satırı için elde edilen görüntüler.....  | 64 |
| Şekil 4.40. Görüntülerin birleştirilmesinden sonra tam dedektör görüntüsü ..   | 65 |
| Şekil 4.41. Görüntü üzerinde izlerin tespiti.....                              | 65 |
| Şekil 4.42. Dedektördeki iz sayıları ve yoğunlukları.....                      | 66 |
| Şekil 4.43. Rapor sayfa-1.....   | 68 |
| Şekil 4.44. İzlerin alan büyüklüğüne göre dağılım grafiği.....                 | 69 |
| Şekil 4.45. İzlerin çapına göre dağılımı .....                                 | 69 |
| Şekil 4.46. Gri renk tonlamasına göre izlerin dağılımı .....                   | 69 |
| Şekil 4.47. Taranan dedektör .....   | 70 |
| Şekil 4.48. Taranan dedektörün okunan kısmı .....                              | 70 |
| Şekil 4.49. Rapor sayfa-5.....   | 71 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Çizelge 3.1. Radyasyon birimleri ve dönüşümleri.....                            | 15 |
| Çizelge 3.2. Farklı radyasyon tipleri ve kalite faktörleri .....                | 17 |
| Çizelge 3.3. Neptünyum serisi yan ürünleri yarı ömürleri .....                  | 21 |
| Çizelge 3.4. Radon'un fiziksel özellikleri .....                                | 23 |
| Çizelge 3.5. Radon'un kimyasal özellikleri.....                                 | 24 |
| Çizelge 3.6. Radon izotoplarının fiziksel özellikleri .....                     | 24 |
| Çizelge 3.7. Radon gazı konsantrasyonu için tavsiye edilen limit değerleri..... | 29 |
| Çizelge 4.1. Görüntü filtresi çekirdeği.....                                    | 55 |
| Çizelge 5.1. SANAEM tarafından okuma raporu .....                               | 73 |
| Çizelge 5.2. Karşılaştırması yapılan dedektörler.....                           | 74 |
| Çizelge 5.3. Maruziyet karşılaştırma. ....                                      | 75 |
| Çizelge 5.4. İz kazıma işlemi için uygulanan değerler ve dedektörler. ....      | 76 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|           |   |
|-----------|---|
| CR-39     | Columbia Resin-39   |
| ÇNAEM     | Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi   |
| EM        | Elektron Mikroskobu   |
| EPA       | Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency)   |
| ICRP      | Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi  |
| ICRU      | Uluslararası Radyasyon Birimleri Komitesi   |
| LET       | Lineer Enerji Transferi   |
| LR-115    | Selüloz Nitrat Dedektörü  |
| NTD       | Nükleer İz Dedektörü  |
| RAD       | Roentgen Absorbed Dose  |
| SANAEM    | Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi  |
| SSNTD     | Katıhal Nükleer İz Dedektörü  |
| UNSCEAR   | United Nations Scientific Committee On The Effects Of Atomic Radiation(Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyon Etkileri Bilimsel Komitesi) |
| WHO       | Dünya Sağlık Örgütü   |
| Bq        | Becquerel, radyoaktivite birimi   |
| Ci        | Curie, radyoaktivite birimi   |
| Gy        | Gray, absorblanmış(soğurulmuş) doz birimi   |
| L         | Litre   |
| meV       | Mega Elektron Volt  |
| Po        | Polonyum  |
| Pb        | Kurşun  |
| R         | Röntgen, radyasyon şiddet birimi  |
| Sv        | Sievert, eşdeğer doz birimi   |
| Ra        | Radyum  |
| Rn        | Radon   |
| U         | Uranyum   |
| ZnS       | Çinko Sülfür  |
| $\mu$     | Mikro, alt birim ( $10^{-6}$ )  |
| $\alpha$  | Alfa parçacığı  |
| $\beta$   | Beta parçacığı  |
| $\gamma$  | Gama parçacığı  |
| $\beta^-$ | Beta eksi bozunması   |
| $\beta^+$ | Beta artı bozunması   |

## 1. GİRİŞ

Maruz kaldığımız tüm çevresel radyoaktivitenin neredeyse yarısı, doğrudan radon ve radonun kısa yarı ömürlü bozunma ürünlerinden kaynaklı radyasyondan oluşmaktadır. Periyodik cetvelde 86 atom numarası ile yer alan ve en ağır asal gaz olan radon (Rn), 3.82 günlük yarı ömrü sonunda 5.48 MeV enerjili alfa radyasyonu yayarak bozulan radyoaktif bir elementtir (NCRP Report,1988). Dünya genelinde radon nedeniyle kişi başı alınan yıllık doz ortalaması 1.4 mSv düzeyindedir (UNSCEAR Report, 2000).

Dünya Sağlık Örgütü ve A.B.D. Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA'nın) A sınıfı kanserojen olarak kabul ettiği radonun solunum yoluyla vücuda alınması, sigaradan sonra akciğer kanserinin en önemli ikinci sebebi olarak gösterilmektedir (NCR., 1999). Dünya Sağlık Örgütü toplam akciğer kanseri vakalarının %14'üne kadarından doğrudan radonun sorumlu olduğunu bildirmektedir (WHO., 2005).

Yeryüzündeki kayalarda doğal olarak bulunan farklı yoğunluklardaki uranyum ve radyumun bozunması sonucu oluşan radon, çözünmüş olarak sularla taşınır veya katmanlar arasındaki boşluklardan sızarak atmosfere yayılmaktadır (Durrani ve Iliç, 1997). Havadan 8 kat daha ağır olan radon gazı ve dolayısıyla radonun bozunma ürünleri, kapalı mekanlarda birikme eğilimi göstermektedir. Dünya genelinde bina içi radon yoğunluğu ortalamasının 39 Bq/m<sup>3</sup> civarında olduğu bildirilmektedir (WHO Radon and Cancer., 2005). Ülkemizde ise, 2004 yılında hazırlanan 27 il veya ilçeyi kapsayan bir çalışmadaki ölçümlere göre, Türkiye'nin bina içi ortalama radon düzeyinin 35±12Bq/m<sup>3</sup> olduğu rapor edilmektedir (Köksal vd., 2004). Isparta ili için atmosferik radon konsantrasyonlarının incelendiği sınırlı sayıdaki çalışma, ildeki bina içi radon düzeyinin dünya ortalamasından çok daha yüksek bir seviyede olduğunu göstermektedir (Uluğ A vd., 2010 – Kürkçüoğlu I, v.d., 2010 – Akyıldırım H., 2005 ).

Kapalı mekânlardaki radon yoğunluğunun kontrolü amacıyla ülkeler ve uluslararası yetkili kuruluşlar, bu ortamlarda bulunmasına izin verilebilecek en yüksek radon düzeyleri için çeşitli sınırlamalar getirmişlerdir. Bu sınırların aşıldığı binalarda, bina içi radon konsantrasyonunu düşürücü önlemlerin alınması tavsiye edilmekte veya zorunlu kılınmaktadır. Ülkemiz için geçerli olan ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) tarafından bildirilen limitler; evler için 400 Bq/m<sup>3</sup> ve iş yerleri için 1000 Bq/m<sup>3</sup>tür (Resmi Gazete 2004). Avrupa Birliği konutlar için, eski binalarda 400 Bq/m<sup>3</sup> ve yeni binalarda 200 Bq/m<sup>3</sup>lük sınır değerleri baz almaktadır (TAEK Teknik Rapor., 2008). Uluslararası Radyasyondan Korunma Komitesi (ICRP International Commission on Radiological Protection) ise, meskenlerdeki müdahale seviyelerini ≤300 Bq/m<sup>3</sup> ve iş yerleri için bu sınırları ≤1000 Bq/m<sup>3</sup> olarak bildirmiş (ICRP Annual Report., 1993) olmasına rağmen, en son bilimsel değerlendirmeler çerçevesinde Dünya Sağlık Örgütü, radona maruz kalma nedeniyle oluşabilecek sağlık problemlerinin en aza indirilebilmesi için evlerde 100 Bq/m<sup>3</sup>lük referans seviyesinin uygulanmasını önermektedir (WHO Handbook., 2009). Ülkelerin özel durumları nedeniyle bu düzeyin uygulanamayacağı durumlar için ise, en azından 300 Bq/m<sup>3</sup> değerindeki limiti aşmayacak bir bina içi referans seviyesinin belirlenmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır. Birleşik Krallık Ulusal Radyolojik Korunma Kurulu, NRPB (National Radiological Protection Board UK) evlerdeki radon ölçümlerinin % 1'inin 200 Bq/m<sup>3</sup> düzeyini aştığı yerleri radondan etkilenmiş bölge olarak değerlendirmektedir (Denman A.R. and Phillips., 1998). Darby ve arkadaşlarının Avrupa ülkelerinden alınan verileri kapsayan 2006 yılı çalışmasının sonuçlarına göre, evlerde normal yollarla maruz kalınan ortalama radon yoğunluklarında her 100 Bq/m<sup>3</sup>lük artışın, akciğer kanseri riskini % 16 oranında artırdığı bildirilmiştir (Darby vd., 2006).

Radon yoğunluklarını ölçebilmek için özel bir cihazlara ihtiyaç vardır. Bu tez çalışması sayesinde, sağlığımızı tehdit eden radon gazının yoğunluğunun ölçülmesi için gerekli olan sistem set halinde üretilmiştir. Bu set nükleer iz kazıma ve iz okuma ünitesi olmak üzere 2 bileşenden oluşmaktadır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Radon gazı ölçümleri gerek aktif, gerekse pasif ölçüm yöntemi ile bina içinde, toprakta, bina yapımında kullanılan malzemelerde ve yer altı suları gibi birçok yerde yapılmıştır.

Cambazoğlu (2004), Elazığ yöresinin doğal radyoaktivite seviyesini tespit etmek amacıyla, Elazığ il ve ilçelerinden su, toprak, hava ve gıda örnekleri incelenmiş ve radyoaktivite seviyelerini tespit etmiştir. Ayrıca il merkezini karakterize edebilmek için CR-39 pasif dedektörlerini kullanarak farklı oda ve katlarda  $^{222}\text{Rn}$  konsantrasyonunu belirlemiştir. Elde ettiği verileri ulusal ve uluslararası standartlar ile karşılaştırmış ve Elazığ yöresinin doğal radyoaktivite seviyesini su, toprak ve hava için gösteren radyoaktivite haritalarını elde etmiştir. Elazığ çevresi ev içi radon gazı konsantrasyonunun en yüksek olduğu yer  $154 \text{ Bq/m}^3$  ile Maden merkez iken en düşük konsantrasyon  $71 \text{ Bq/m}^3$  ile Kovancılar merkezde olduğu görülmektedir.

Papachristodoulou vd., (2004) çalışmalarında yılda 85.000 den fazla ziyaretçi alan Perama mağarasının radon seviyesini CR-39 dedektör kullanarak belirlemişlerdir. En az radon seviyesi  $197 \text{ Bq/m}^3$ , en yüksek seviye ise  $1929 \text{ Bq/m}^3$  olarak bulmuşlardır. Mevsimsel olarak radon yoğunluğunu incelediklerinde; yaz ayında ortalama Radon konsantrasyonu  $925 \text{ Bq/m}^3$ , kış ayında ise  $1311 \text{ Bq/m}^3$  olarak ölçmüşlerdir. Buldukları bu değerlerin uluslararası kuruluşlarca belirlenen sınır değerlerinin üstünde olduğu görülmektedir. Bu çalışmaların yanı sıra ziyaretçilerin maruz kaldıkları doz oranlarını da hesaplamışlardır.

Bruzzone vd., (2006) tarafından yapılan çalışmada İtalya'da bulunan Toirano mağaralarında LR-115 katı hal iz dedektörleri kullanılarak radon konsantrasyonunu hesaplamışlardır. Çalışmada farklı dönemlerde ölçümler yapmışlardır. Aldıkları ölçüm sonuçlarına göre sıcaklığın yüksek olduğu aylarda radon konsantrasyonunun daha yüksek olduğu görülmüştür. Ziyaretçinin

ziyareti esnasında maruz kaldığı yıllık etkin doz hesaplanmış, 1.5  $\mu\text{Sv}$  – 4  $\mu\text{Sv}$  arasında olduğunu belirlemiştir.

Değerler (2007) çalışmasında, Adana ili ve çevresindeki doğal kaynaklarda bulunan doğal radyoaktivite değerlerinin veya doğal radyonüklit konsantrasyonlarının tayin edilmesi ve bu doğal kaynaklardan yayınlanan farklı tipteki radyasyonların ölçümleri ile bölgenin doğal temel radyasyon seviyelerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda, portatif gama dedektörü ile havada soğurulmuş gama doz oranlarını; gama spektrometrik analiz sistemi ile ölçüm alınan noktalardaki toprakta bulunan nüklitlerin radyoaktivite konsantrasyonlarını; alfa ve beta sayım sistemi ile deniz, göl, nehir ve içme sularındaki alfa ve beta radyoaktivite konsantrasyonlarını ölçmüştür. Adana ilindeki bazı evlerdeki radon konsantrasyonunu ise pasif ölçüm sistemi kullanarak belirlemiştir. Ayrıca bu alanlarda yaşayan insanların bir yılda maruz kaldıkları radyasyon dozlarını da hesaplamıştır. Adana ili şehir merkezindeki evlerde yaptığı kış dönemi ölçümlerinde (Ocak- Şubat 2005), radon konsantrasyonu 15 Bq/m<sup>3</sup> ile 97 Bq/m<sup>3</sup> değerleri arasında ölçmüştür ve ortalama radon konsantrasyonu 49.3 Bq/m<sup>3</sup> olarak bulmuştur. Yaz dönemi (Haziran – Temmuz 2005) ölçümlerinde ise radon konsantrasyonu 5 Bq/m<sup>3</sup> ile 64 Bq/m<sup>3</sup> değerleri arasında ve ortalama radon konsantrasyonu ise 26.8 Bq/m<sup>3</sup> olarak bulmuştur. Yaz dönemi ve kış dönemi ortalaması 38.06 Bq/m<sup>3</sup> olarak hesaplamıştır. Yaz ve kış döneminde ölçüm aldığı evlerden 43 tanesi aynıdır ve buna göre her iki dönemi karşılaştırdığında kış dönemindeki radon konsantrasyon değerleri yaz dönemindeki radon konsantrasyon değerlerinden daha yüksek olduğunu görmüştür. Ölçüm yaptığı süre boyunca sıcaklıkları da takip etmiş ve Adana ilinde ortalama gözlenen en düşük sıcaklık, 2005 yılı Ocak ayı için 5.5 °C ve 2005 Şubat ayı için 5.9 °C; 2005 Haziran ayı için 20.1 °C ve 2005 Temmuz ayı için 23.6 °C ve en yüksek sıcaklıklar Ocak ayı için 15.0 °C, Şubat ayı için 16.1 °C; Haziran ayı için 31.7 °C, Temmuz ayı için ise 33.8 °C olarak kaydetmiştir. Radon konsantrasyon değerlerinin yaz aylarında düşük çıkmasının nedenini Adana ilinin genel olarak sıcak bir iklime sahip olması sebebiyle ile kapı ve pencereler sürekli olarak açık tutulup havalandırılması ile ilişkilendirmiştir.

Bozkurt (2008), bazı camilerde ve medresede radon gazı ölçümlerinden elde edilen radon konsantrasyon değerlerini kullanarak bu yerlerde çalışan kişiler ve bu yerleri kullanan insanlar için maruz kalınan yıllık etkin eşdeğer dozlarını hesaplamıştır. Radon konsantrasyon ölçümlerinde CR-39 katı hal iz dedektörlerini kullanılmıştır. Radon konsantrasyonu belirlenen yerlerde dedektörler 63 gün süre boyunca radona maruz bırakılmış ve sonra SANAEM'e gönderilerek konsantrasyon değerlerini belirlemiştir. Ölçümü yapılan bazı camilerin ve medresenin Rn-222 yoğunluklarına ait ortalama değerleri; Sungur Bey Camii 31.6 Bq/m<sup>3</sup>, Alaeddin Camii 52 Bq/m<sup>3</sup>, Dışarı Camii 47 Bq/m<sup>3</sup> ve Ak Medrese için 31 Bq/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Elde edilen radon konsantrasyon değerleri, belirlenen sınır değerlerinden düşük çıkmasının sebebi olarak; ölçüm yapılan yerlerin geniş bir alana sahip olması ve hava akımının iyi olması gösterilmektedir. Ayrıca bina içlerinde elde edilen radon konsantrasyon değerlerini kullanarak bu yerlerde çalışan kişiler ve bu yerleri kullanan insanlar için maruz kalınan yıllık etkin eşdeğer dozlarını hesaplamıştır. Bu değerler; sadece namaz saatlerinde kullanılan Sungur Bey Camii için 0.06 mSv/yıl ve burada çalışan görevliler için ise bu değer 0.67 mSv/yıl, Alaeddin Camii için namaz saatlerinde kullanılan zaman aralığında 0.11 mSv/yıl, görevliler için ise 1.11 mSv/yıl, Dışarı Camii için bu değerler namaz saatlerinde kullanılan kısımda 0.10 mSv/yıl çalışan kişiler için 1.00 mSv/yıl olarak bulunmuştur.

Kapdan (2009), bu çalışmasında Adapazarı il merkezine nüfus yoğunluğu ve akciğer kanserine yakalanma sıklıkları göz önüne alınarak 136 adet CR-39 pasif radon dedektörü yerleştirmiştir. Bu dedektörlerin 45 tanesini Adapazarı ilçesine bağlı okullara, 36 tanesini Organize Sanayi Bölgesinde bulunan fabrika ve iş yerlerine, 55 tanesini ise Adapazarı İlçesine bağlı merkez mahallelerdeki konutlara yerleştirmiştir. Bu dedektörler önceden belirlenen bu adreslerde 70 gün bekletilerek bina içi radon konsantrasyonları belirlemiştir. Adapazarı Merkezi Organize Sanayi Bölgesinde bulunan fabrika ve iş yerlerinde <sup>222</sup>Rn konsantrasyonu ortalaması 51 Bq/m<sup>3</sup>, okullardaki <sup>222</sup>Rn konsantrasyonu ortalaması 65.48 Bq/m<sup>3</sup> ve evlerdeki <sup>222</sup>Rn konsantrasyonu ortalaması 59.14 Bq/m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Radondan bir yılda alınan etkin doz eşdeğerini ise Adapazarı Merkezi Organize Sanayi Bölgesinde bulunan fabrika ve iş yerleri,

okullar ve konutlar için sırasıyla 0.36, 0.47, 1.49 mSv olarak tespit etmiştir. Ortalama radon konsantrasyonları WHO ve diğer uluslararası kuruluşların belirlediği limit değerlerin altında çıkmış ise de, bazı yerlerde bu limit değerlerin az da olsa aşıldığını görmüştür.

Üzbey (2009), Çorum ilinde 2 farklı ilçede ve 3 farklı kömür ocağında radon gazı ölçümlerini yapmıştır. Ölçüm yapacağı madenlere 25 ile 30 arasında CR-39 radon gazı detektörünü madenlerin her bir farklı noktasına yerleştirmiştir. Bu detektörlerin ortalama 45 gün ile 60 gün arasında bırakıldıkları yerlerden alınarak alfa parçacıkları ile teması kesilmesi için alüminyum folyo ile sararak bantlamıştır. Bantlanan bu dedektörleri ÇNAEM tarafından konsantrasyonları hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlar ICRP ve TAEK'in önerileri doğrultusunda belirlenen sınır değerlerle karşılaştırıldığında, maksimum sınır değerlerinin altında olduğu gözlenmiştir.

Çömlek (2010), radon konsantrasyonları ölçümlerini Tınaztepe Mağarası'nda gerçekleştirmiştir. Ölçümlerde aktif ölçüm yönteminde kullanılan AlphaGUARD PQ 2000PRO radon monitörünü kullanmıştır. Tınaztepe Mağarası'ndaki radon konsantrasyonları farklı aylarda ve mağaranın farklı noktalarında 41.75 ile 1480 Bq/m<sup>3</sup> aralığında değişirken ortalama radon konsantrasyonunu ise 779.36 Bq/m<sup>3</sup> olarak hesaplamıştır. En yüksek radon konsantrasyonu yaz aylarında ölçülmüş ve radon konsantrasyonları genellikle mağara derinliklerine gidildikçe arttığını tespit etmiştir. Mağara çalışanı ve ziyaretçiler için yıllık radyasyon dozu (ortalama etkin doz) ICRP ve UNSCEAR'ın önerileri doğrultusunda hesap yapmıştır. Yıllık ortalama etkin dozu, ziyaretçiler için 3.5 µSv/yıl iken, çalışan için 3.84 mSv/yıl olarak hesaplamıştır.

Bıçak (2010), çalışmasının amacı, İzmir ve Manisa illerinden toplanan bazı meyve ve sebzelerin kabuk içi ve kabuk dışındaki, bazı bitki yapraklarının alt ve üst yüzeylerindeki toplam alfa iz miktarını hesaplamaktır. Ölçümlerinde alfa parçacığına duyarlı CR-39 nükleer iz dedektörlerini kullanmıştır. İz sayıları bitkiler, meyveler ve sebzeler ile karşılaştırıldığında, asma yapraklarının alt yüzeyinde yüksek alfa iz miktarını gözlemiştir. Alfa iz yoğunlukları asma

yapraklarının alt yüzeyinde 514–743 iz/cm<sup>2</sup>gün, üst yüzeyinde 443–629 iz/cm<sup>2</sup>gün; saçak köklü bitkilerin kabuk dışında 59–177 iz/cm<sup>2</sup>gün, kabuk içinde 31–100 iz/cm<sup>2</sup>gün, bazı bitkilerin yapraklarının üst yüzeyinde 24–629iz/cm<sup>2</sup>gün, yapraklarının alt yüzeyinde 39–743 iz/cm<sup>2</sup>gün, sebzelerin kabuklarının dış yüzeyinde 27–67 iz/cm<sup>2</sup>gün, kabuklarının iç yüzeyinde 30–98 iz/cm<sup>2</sup>gün, meyvelerin ise kabuk dışında 39–97 iz/cm<sup>2</sup>gün, kabuk içinde 24–51 iz/cm<sup>2</sup>gün arasında değiştiğini görmüştür. Sonuç olarak, yaprak yüzeylerinde <sup>210</sup>Po ve <sup>210</sup>Pb'un birikmesi, topraktan köklere radyonüklid alımı ve bitkilerde gübre kullanımından dolayı alfa radyoaktivitesinde bir artış olduğunu görmüştür.

Topçu (2010), Manisa ilinden, bina materyali olarak kullanılan 41 adet kum, çakıl, kırma taş ve 3 çeşit çimento örneği alıp öğütülerek toz haline getirildikten sonra kapatılıp radon konsantrasyonu ile alan ve kütle başına radon solumasını tayin etmiştir. Üretici firmalar ve mermer fuarından 16 adet mermer, 13 adet fayans, 15 adet karo taşı, 19 adet granit ve 10 adet tuğla örneği toplamış ve CR-39 nükleer iz kazıma dedektörleri ile radon konsantrasyonu ve radon gazı solunması oranını çıkarmıştır. Bu örnekleri 105 °C'de kurutup öğütülmesinin ardından 100 gram tartıp, eni 4 cm genişliği 5 cm olan plastik kutulara koymuştur. Plastik kutuların üst kısmına CR-39 filmlerini yerleştirmiş, kutular kapatmış ve 1 hafta bekletmiştir. Açılan CR-39 filmleri, 70 °C sıcaklıkta %20 NaOH çözeltisi içinde 10 saat süre ile banyo ettirip aşınma işlemine tabi tutmuştur. 16 saatlik süre sonunda alınan filmleri oda sıcaklığında distile su ile 20 dakika boyunca durulmuş ve temiz bir ortamda kurumaya bırakmıştır. Filmler üzerindeki izlerin sayımını 10x10 büyütmeli optik mikroskopla yapmıştır. Detektör üzerindeki zayıf sayım istatistiğinden kaçınmak için rutin olarak 1 cm<sup>2</sup>'lik detektör alanını saymıştır. Çalışmasında en yüksek radon soluma hızının karo taşında, en düşük radon soluma hızının ise granit örneğinde gözlemiştir.

Gelgün (2010), Kütahya ilinde kapalı mekânlarda radon gazı konsantrasyonlarını belirlemiştir. Bu çalışmada, Kütahya'da 100 evde radon konsantrasyonu ölçümü yapılmıştır. Ölçüm işlemlerinde pasif iz dedektörü LR-

115 SSNDT(katı hal iz dedektörü) kullanılmıştır. 100 verinin sonuçlarının ortalamasını aldığında 131 Bq/m<sup>3</sup> bulunmuştur. Çıkan sonuç kapalı ortamlar için müsaade edilen limit değeri sınırları içerisindedir. Yapılan çalışma sonucunda verilerden elde ettiği sonuçlar 39 ile 328 Bq/m<sup>3</sup> arasında farklılıklar göstermektedir. Buna sebep olarak; evlerde sigara içilme faktörü, evlerin havalandırılması, ortamın büyüklüğü, filmlerin konulduğu yerin zeminden yüksekliği, evlerin yapıldığı zemin yapısı ve olası ölçüm hataları gösterilmiştir.

Durak (2010), çalışmasında, Kütahya'da bulunan 12 adet kaplıcada farklı dönemlerde, sulara radon ve radyum konsantrasyonlarını kollektör yöntemini kullanarak ölçmüştür. Katı hal iz dedektörü olarak LR-115 tip II dedektörünü kullanmıştır. Ayrıca çalışmasında yıllık etkin doz miktarlarını da hesaplayıp dünyadaki sağlık örgütlerinin limit değerleriyle kıyaslamıştır. Çalışmasının sonucunda en yüksek konsantrasyonu 103 Bq/m<sup>3</sup> ile sarıkız kaplıcası sahip iken en düşük konsantrasyona 43 Bq/m<sup>3</sup> ile Köftecioğlu kaplıcasının sahip olduğu belirtilmiştir.

Francesco vd., (2010) Güney İtalya, Kuzey-Batı Campania ve Pietramelera kasabesindeki binaların farklı katlarında, bina içi mevsimsel radon konsantrasyon değişimlerini incelemişlerdir. Farklı katlarda farklı mevsimlerde ölçülen radon konsantrasyonlarındaki değişiklikler meteorolojik, güneşten gelen radyasyon miktarı gibi sebeplere bağlı olabileceğini bulmuşlardır.

Rahman vd., (2010) Pakistan'ın Swabi, Mardan, Chasadda, Mohmand ve Bajuar bölgelerinde seçilmiş 200 eve yerleştirilen CR-39 dedektörleri ile yıllık ve mevsimsel radon ortalamalarının karşılaştırmasını yapmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, mevsimsel yıllık ortalama radon konsantrasyon değerinin ortalaması 12 ayın toplam konsantrasyon ortalama değerinden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Bayraktar (2011), Süleyman Demirel Üniversitesi'nde üçü doğu yerleşkesi, ikisi batı yerleşkesinde olmak üzere toplam beş binadaki (Ziraat Fakültesi, Hukuk Fakültesi, Atatürk Spor Salonu, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Bilgi İşlem

Merkezi'ndeki) atmosferik radon düzeyleri 92 ölçüm noktasına yerleştirilen CR-39 nükleer iz dedektörleri ile ölçüm yapmıştır. Bu ölçümler yaklaşık 8 haftalık bir süre boyunca, 2010 yılı Mayıs ile Temmuz ayları arasında yapılmıştır. Dedektörler üzerinde gerekli işlemler yapıldıktan sonra Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Ziraat Fakültesi, Hukuk Fakültesi, Atatürk Spor Salonu ve Bilgi İşlem Merkezi'ndeki bina içi ortalama radon konsantrasyonlarının sırasıyla 259 Bq/m<sup>3</sup>, 279 Bq/m<sup>3</sup>, 265 Bq/m<sup>3</sup>, 324 Bq/m<sup>3</sup> ve 173 Bq/m<sup>3</sup> olduğunu tespit etmiştir. Buna ek olarak, bu birimleri kullanan personel ve öğrencilerin radon nedeniyle alacakları doz miktarlarını hesaplamış ve yıllık etkin doz eşdeğerleri, sırasıyla 2.7 mSv, 2.9 mSv, 2.8 mSv, 3.4 mSv ve 1.8 mSv düzeyinde olduğunu bulmuştur.

Soğukpınar (2013), 2010 ile 2012 yılları arasında Eskişehir il merkezinde evlerde radon gazı ölçümlerini ve radon yoğunluk değişimlerini incelemiştir. 2010 yılında 516 evde LR-115 dedektörleri kullanılarak, 3 aylık periyotlar şeklinde radon gazı ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçlarına göre ev içi radon gazı yoğunluğu kış ve sonbahar mevsimlerinde yaz ve ilkbahar mevsimlerine göre daha yüksek çıktığını gözlemiştir. Ev içi radon yoğunluğunu 25-422 Bq/m<sup>3</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. 2011-2012 aralığında ise 825 evde 3 aylık periyotlarla toplamda 12 dönem ölçümü yapılmıştır. Bu ölçümlerin amacı ise Eskişehir ili için mevsimsel düzeltme faktörünü hesaplamaktır.

Vahap K., vd., (2013), CR-39 nükleer iz dedektörlerinin analizlerinde kullanılan banyo ünitesine alternatif olarak bir iz-matik cihazı tasarlamışlardır. Süleyman Demirel Üniversitesi kampüsünde, bina içinde 10 ölçüm noktasına çiftler halinde CR-39 dedektörlerini yerleştirmişlerdir. 6 haftalık bir süre boyunca radon kaynaklı alfa emisyonunu kayıt etmesinin ardından, dedektörler toplanarak, Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (SANAEM) Sağlık Fiziki laboratuvarına gönderilerek izlerin sayılmasını sağlamışlardır. Ölçüm noktalarına konulan çift detektörlerden birisi SANAEM laboratuvarında bulunan Radobath iz kazıma ünitesiyle, diğeri ise üretmiş oldukları iz-matik cihazı ile banyo edilmiş ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Ürettikleri sistemde malzeme seçimi yanlışlığından dolayı, banyo işlemleri sırasında izleri istenildiği

kadar büyütememişlerdir. Ancak ürettikleri sistem (iz-matik/çaymatik) ile Radobath sisteminin yapılan ölçümlerle tutarlı olduklarını görmüşlerdir.

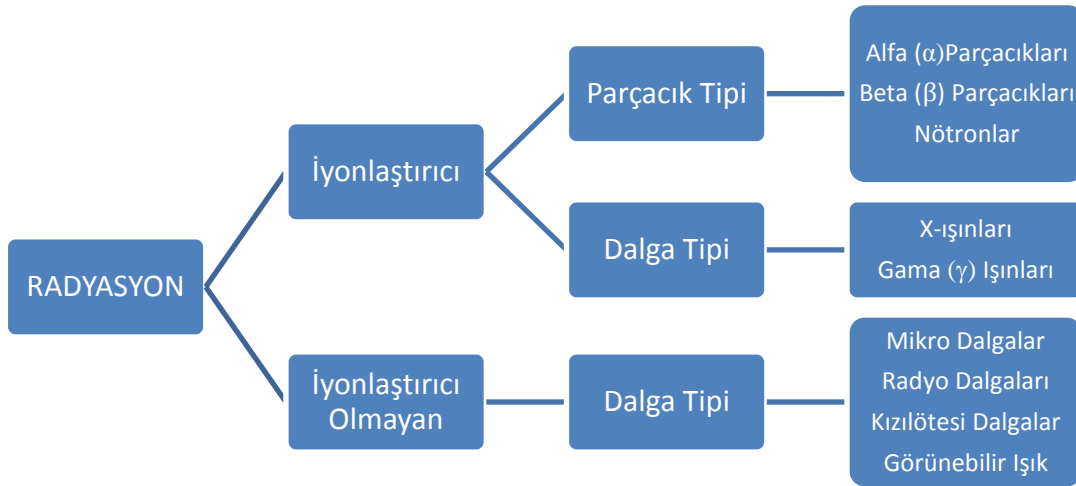
Kürkçüoğlu ve Tozun (2015), Isparta il merkezinde bulunan bazı iş yerlerindeki ilk atmosferik radon ölçümleri sunmuşlardır. Yalnızca kış mevsimine ait ölçümler yapılmış olup, 43 günlük bir süre boyunca, CR-39 nükleer iz dedektörlerini kullanılarak gerçekleştirmişlerdir. Dedektörlerin analizi sonucu, şehir merkezinde bulunan iş yerlerindeki bina içi radon yoğunluğunun 90 Bq/m<sup>3</sup> lük bir standart sapma ile 144 Bq/m<sup>3</sup> lük bir aritmetik ortalamaya sahip olduğunu belirlemişlerdir. 30 iş yerinde gerçekleştirdiği ölçümlere göre; dedektörlerin %37 sinin 100 Bq/m<sup>3</sup> den düşük, %43 ünün 100-200 Bq/m<sup>3</sup> arasında ve %17 sinin 200 Bq/m<sup>3</sup> den yüksek konsantrasyonlar kayıt ettiğini görmüşlerdir. Tüm ölçüm sonuçları, TAEK'in limit seviyesinin altında olduğu görülmektedir. Ayrıca, bu iş yerlerinde çalışanların maruz kalabilecekleri yıllık dozlar, günlük 8, 10 ve 12 saat çalışıldığı göz önüne alınarak tahmin edilmiş ve bu çalışmanın limitleri dahilinde, radona maruz kalınması nedeniyle bu iş yerlerinde alınacak minimum yıllık dozun 0.6 mSv ve alınacak en yüksek dozun 6.5 mSv düzeyinde olduğunu hesaplamışlardır.

### 3. RADYASYON ÇEŞİTLERİ VE KAYNAKLARI

Radyasyon, elektromanyetik dalgalar veya parçacıklar biçimindeki enerjinin yayımı ya da aktarımıdır. Atomla etkileşime girebilecek kadar yüksek enerji seviyesine sahip, enerjetik (yükü/yüksüz) parçacıkların meydana getirdikleri etki iyonlaştırma olarak tanımlanmaktadır. Yüksek enerjili parçacıkların, atom yakınından geçerken oluşturdukları elektron yörüngesindeki değişimler ya da elektronun yörüngesinden çıkmasının sebebi iyonlaştırıcı radyasyondur. Atom ile etkileşime girebilecek kadar yüksek olmayan enerji seviyelerindeki elektromanyetik dalgaların, atomların yörüngesinde sebep olduğu değişim organizma üzerinde büyük bir hasara yol açmaz. Bunlar iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak tanımlanır.

#### 3.1. Radyasyon Çeşitleri

Yaşadığımız çevrede, farklı formlardaki radyasyona maruz kalmaktayız. Madde üzerinde ve canlı hücrelerde meydana getirdiği etkiye göre radyasyon, iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon olarak ikiye ayrılır.



Şekil 3.1. Radyasyonun sınıflandırılması

İyonlaştırıcı radyasyon tiplerinden olan doğal kaynaklı alfa parçacıklarının enerjileri 2-10 MeV arasındadır. Elektrik yüklerinin büyük olması sebebiyle madde içerisinden geçerken yüksek yoğunlukta iyonlaşma meydana getirir ve tamamen soğularak sahip oldukları enerjiyi kaybederler. Bu yüzden alfa parçacıkları için zırhlama işlemi kolaydır (Krane, Kenneth S. 1998).

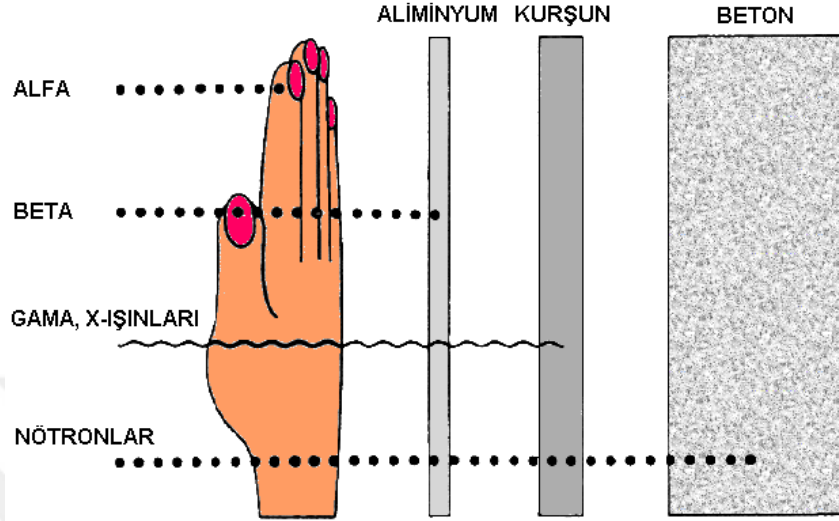
Beta parçacıkları, çekirdeğin eksi veya artı yüklü bir elektron fırlatması olayıdır. Alfa parçacıklarından daha az iyonlaşmaya sahiptirler. Ancak onlardan yaklaşık olarak yüz kere daha giricidirler. Bu ışınım çekirdekte normalden fazla proton ve nötron bulunduğu meydana gelmektedir. Bu fazlalıkta çekirdeği kararsız hale getirmektedir (Krane, Kenneth S. 1998).

Nötronun toplam yükü sıfır ve atomik kütlesi 1.008656 akb dir.  $\frac{1}{0}n$  şeklinde gösterilir. Serbest nötronlar yaklaşık olarak 10.5 dakika yarı ömre sahiptirler. Hızlarına, sahip oldukları kinetik enerjilerine göre sınıflandırılmaktadır (<http://www.taek.gov.tr>). Nötronlar; İzotopik nötron kaynakları, hızlandırıcı tabanlı nötron kaynakları ve nükleer reaktörler olmak üzere üç ana kaynaktan elde edilirler.

İyonlaştırıcı radyasyonun dalga tipi olarak karşımıza çıkan X ışınları; 0.125 ile 125 keV enerji aralığında veya buna karşılık, dalga boyu 10 ile 0.01 nm aralığında olan elektromanyetik dalgalar veya foton demetleri şeklindedir. Özellikle tanısal amaçlarda kullanılmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyon sınıfında olduklarından dolayı zararlı olabilmektedirler. X ışınlarına Röntgen ışını da denir (Thomas, A.W. ve Weise, W. 2001).

Gama ışınları, diğer elektromanyetik ışınlar arasında, en yüksek frekansa ve en düşük dalga boyuna sahiptirler. Taşıdıkları enerji seviyesi nedeniyle canlı hücrelere ciddi zarar verirler. Gama ve x ışınlarının, alfa ve beta parçacıklarına göre madde içine girme kabiliyetleri çok daha fazla, iyonlaşmaya sebep olma etkileri ise çok daha azdır. Beta ışınmasından yaklaşık 100 kat daha fazla giriciliğe sahiptir.  $\gamma$  ışınımını santimetrelerce kalınlığındaki alüminyum levha durduramaz, ancak birkaç santimetrelik kurşun levhalar büyük bir kısmını

durdurabilir (Şekil 3.2 NRPB,1998). İyonize etme gücü düşük olduğu için kalın cisimlerden rahatça geçerler. Yüksüz olduklarından dolayı elektrik ve manyetik alanda sapma göstermezler (Krane, Kenneth S. 1998).



Şekil 3.2. Radyasyonun girişkenliği.

### 3.2. Radyasyon Kaynakları

Radyasyonun doğal ve yapay olmak üzere iki türlü kaynağı vardır.

#### 3.2.1. Doğal Radyasyon Kaynakları

Doğal radyasyonun bir kısmını uzaydan gelen kozmik ışınlar oluşturur ve bu ışınların büyük bir kısmı dünya atmosferinden geçmeye çalışırken tutulurlar. Çok az bir miktarı yerküreye ulaşır. Bir dağın tepesinde veya havada yol alan bir uçakta bulunan bir kişi, deniz seviyesinde bulunan bir kişiden çok daha fazla kozmik ışına maruz kalır. Bu yüzden bir pilot, uçuş süresi boyunca, deniz seviyesinde çalışan bir kişinin maruz kaldığı doğal radyasyon düzeyinden yaklaşık 20 kat daha fazla bir radyasyon dozuna maruz kalır. Günlük yaşantımızda, kozmik ışınlar nedeniyle maruz kaldığımız radyasyon dozunun dünya ortalaması 0.39 mSv / yıl'dır (<http://www.taek.gov.tr/>).

Doğal kaynaklardan alınan radyasyon dozunun en önemli bileşeni, radon gazı ve

onun kısa yarı ömürlü bozunma ürünleridir. Radon gazından dolayı maruz kalınan doz % 50 gibi bir paya sahip olup, yaklaşık yıllık doz 1.3 mSv'dir. Doğal radyasyon kaynaklarının başlıcaları; kozmik radyasyon, gama radyasyonu radon, vücut içi ışınlanma ve yiyeceklerdir (UNSCEAR 1993). Dünya nüfusunun maruz kaldığı ortalama radyasyon dozunun büyük bir kısmı (% 82-% 88 lik bir kısmı) doğal kaynaklar nedeniyle oluşmaktadır.

Fosil yakıtlar uzun ömürlü radyoaktif elementler içerirler. Bu elementler yakılmadığı sürece bir tehlike oluşturmazlar. Ancak yakıldığı zaman atmosfere yayılarak toprağa az da olsa doğal radyasyon oranını artırır. Toprakta maruz kalınan dozun dünya ortalaması 0.46 olarak bilinmektedir (IAEA, 1996).

Vücudumuzda bulunan özellikle Potasyum-40 radyoaktif elementlerinden dolayı bir miktar doza maruz kalırız. Bir yıl boyunca maruz kaldığımız iç radyasyon dozunun ortalaması 0.23 mSv dir (IAEA, 1996).

Yer kabuğunda yaygın bir şekilde bulunan radyum ( $Ra^{226}$ ) elementinin bozunması esnasında ortaya çıkan radon gazı doğal radyasyon seviyesini artıran en önemli nedenlerdendir. Bu gazın solunması akciğerde tüm dokuların zarar görmesine neden olabilir. Radon gazından dolayı dünya genelinde maruz kalınan ortalama doz 1.3 mSv/yıl'dır (IAEA, 1996).

### **3.2.2. Yapay Radyasyon Kaynakları**

Yapay radyasyon kaynakları da tıpkı doğal radyasyon kaynakları gibi canlıların bu radyasyon kaynaklarından belli miktarlarda radyasyon dozuna maruz kalmasına neden olurlar. Ancak bu doz miktarı, ihtiyaca bağlı olarak artsa da, doğal kaynaklardan alınan doza göre çok daha düşüktür. Tıbbi, zirai ve endüstriyel amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon

kaynaklarıdır. Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan radyasyon dozunun dünya ortalaması 2.7 mSv/yıl'dır (IAEA, 1996).

### 3.3. Radyoaktivite

Radyoaktivite, kararsız bazı elementlerin dış etkenler olmaksızın kendiliğinden parçalanmaları sonucu çevrelerine partiküller ya da elektromanyetik radyasyon yayarak daha kararlı hale geçmeleridir. Bu elementlere radyoaktif elementler denir. Radyoaktivite ilk defa 1896 yılında Henri Becquerel tarafından keşfedilmiştir. 1898'de ise Pierre ve Marie Curie tarafından yapılan deneylerde radyoaktifliğin varlığı kanıtlanmıştır. Radyoaktiflik gelişigüzel bir olaydır ve radyoaktif bir elementin atom çekirdeklerinin yarı ağırlığa düşmesi için geçen süreye bu elementin yarı ömrü denir (Krane, Kenneth S. 1998).

### 3.4. Radyasyon Birimleri

Radyasyon etkilerini ve aktiviteyi belirlemek amacıyla çeşitli birimler kullanılmaktadır. Radyasyon birimlerinin başlıcaları, aktivite, soğurulan doz ve eşdeğer doz ve ışınlamadır. ICRU önce aktivite için Curie (Ci), soğurulan doz için Gray, eşdeğer doz birimi için Rem ve ışınlama için de Röntgen birimlerini kabul etmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Radyasyon birimleri ve dönüşümleri (Particle Physics Booklet, 2014)

| Büyüklik      | SI Birimi ve Sembolü | Eski Birimler ve Sembolleri | Dönüşümleri   |
|---------------|----------------------|-----------------------------|---|
| Aktivite      | Becquerel (Bq)       | Curie (Ci)                  | 1 Ci = 3.7x10 <sup>10</sup> Bq<br>1 Bq = 2.7x10 <sup>-11</sup> Ci   |
| İşinlanma     | Röntgen (C/kg)       | Röntgen (R)                 | 1 C/kg = 3.88x10 <sup>3</sup> R<br>1 R = 2.58x10 <sup>-4</sup> C/kg |
| Soğurulan Doz | Gray (Gy)            | Rad                         | 1 Gy = 100 Rad<br>1 Rad = 10 <sup>-4</sup> Gy                       |
| Eşdeğer Doz   | Sievert (Sv)         | Rem                         | 1 Sv = 100 Rem<br>1 Rem = 10 <sup>-2</sup> Sv                       |

### 3.4.1. Aktivite Birimi

Birim zamanda bozunan atom sayısı aktivite olarak adlandırılmaktadır. Işınım aktivitesini gösteren Becquerel (Bq) birimi, saniyede gerçekleşen 1 ışınım olayı olarak ifade edilmektedir. Bazı yerlerde aktiviteyi belirtmek için Curie (Ci) birimi kullanılmaktadır. Becquerel ve Curie arasındaki bağıntı  $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$  (bozunma/saniye) olarak bilinmektedir (Allisy, A. 1995).

### 3.4.2. Işınlanma

Işınlanma birimi Röntgen (R) normal hava şartlarında ( $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  760 mm civa basıncı) 1 kg havada  $2.58 \times 10^{-4}$  coulomb elektrik yüküne sahip + ve - iyonlar oluşturan X ve  $\gamma$  radyasyon miktarı olarak tanımlanır.  $1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C kg}^{-1}$  (hava) olarak bilinmektedir (Van Loon, R., ve Van Tiggelen, R. 2004).

### 3.4.3. Soğurulan Doz

Soğurulmuş doz olarak da adlandırılan bu birim, soğurucu madde ve radyasyon demetinin de özelliğini belirtir. 1 kg lık bir maddedeki 1 joule'lük enerji veren iyonlaştırıcı radyasyon dozudur ( $1 \text{ Gy} = 1 \text{ Jkg}^{-1}$ ). Işınım sonucunda ortaya çıkan enerji paketleri ve parçacıklar çarptığı yerlere enerjisini bırakmaktadır. Bunu vücudumuza çarpan bir güneş ışığı gibi düşünmek mümkündür. Güneş ışınları zamanla taşıdığı enerjini vücudumuza bırakarak vücudumuzu ısıtmaktadır. Soğurulmuş dozu 100 Gray denildiğinde, ışınım çarptığı maddenin 1 kilogramına 100 joule'lük enerji bırakıyor demektir (<http://www.nukleer.web.tr>). Bu birim kullanılmadan önce RAD (Roentgen Absorbed Dose) doz birimi kullanılmaktaydı ve 1 gray (Gy) 100 RAD'a eşit bulunmaktadır.

### 3.4.4. Eşdeğer Doz Birimi

Soğurulan dozun meydana getirdiği biyolojik etkiler, iyonlaştırıcı radyasyonların tiplerine ve meydana getirdikleri iyonizasyonun yoğunluğuna

bağlıdır. Biyolojik etkiler, iyonlaştırıcı radyasyonların geçtikleri ortamın birim uzunluktaki yol boyunca kaybettikleri enerji miktarı ile alakalıdır ve LET (Lineer Enerji Transferi) değeri ile doğru orantılıdır. Eşdeğer doz birimi iyonlaştırıcı radyasyonun oluşturduğu zararlı etkilerin bir ölçüsüdür ve soğurulmuş doz ile kalite faktörünün çarpımına eşittir. Çeşitli radyasyon tipleri için kalite faktörleri Çizelge 3.2’de verilmiştir (ICRP, 1990).

Çizelge 3.2. Farklı radyasyon tipleri ve kalite faktörleri

| Radyasyon Tipi                             | Kalite Faktörü |
|--|----------------|
| X ve Gama ( $\gamma$ ) Işınları            | 1              |
| Elektronlar ve Beta Parçacıkları           | 1              |
| Energileri 10 KeV den küçük olan nötronlar | 3              |
| Energileri 10 KeV den büyük olan nötronlar | 10             |
| Alfa Parçacıkları                          | 20             |

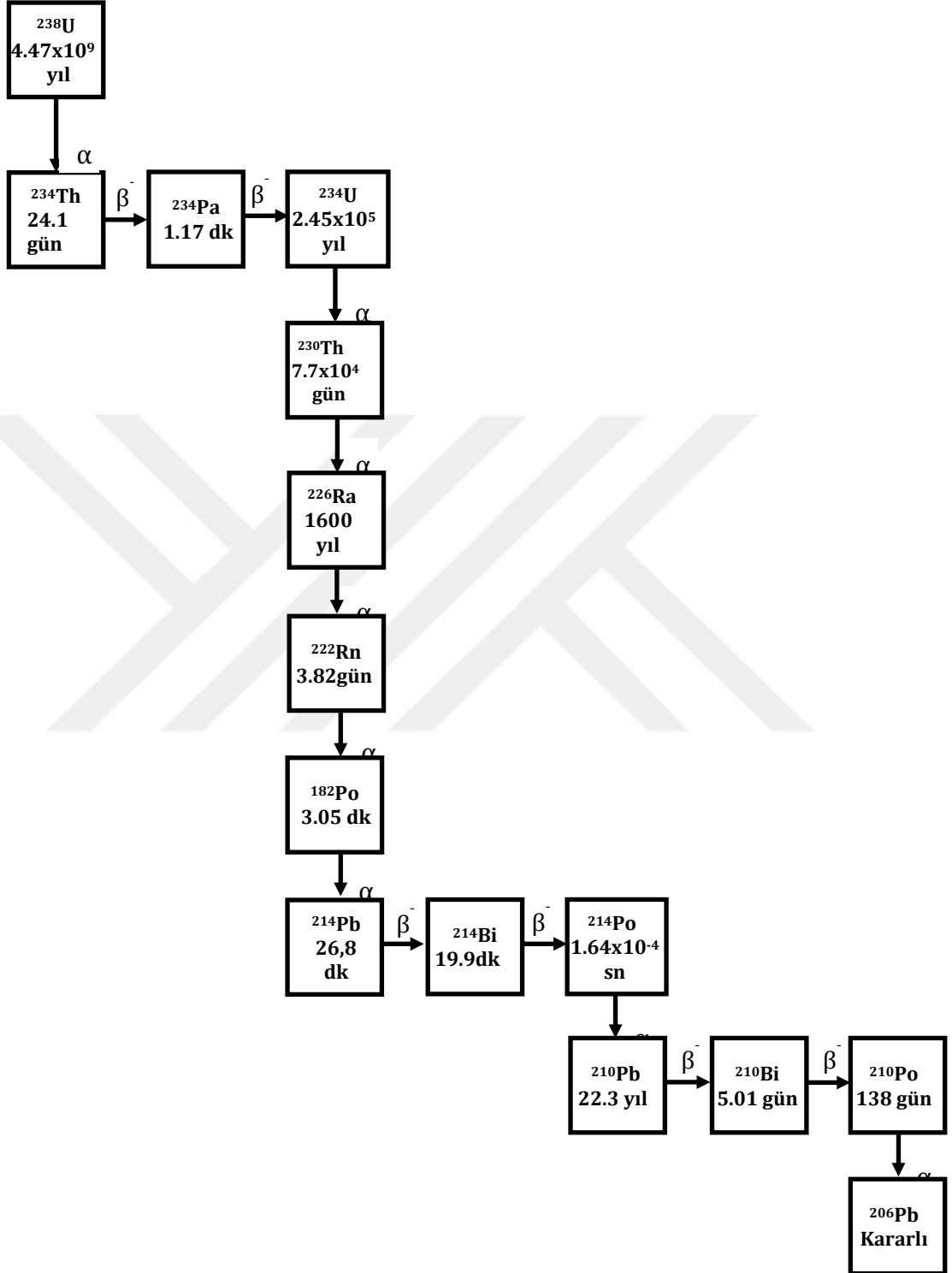
### 3.5. Radyoaktif Bozunma Serileri

Bir çekirdek, kendiliğinden alfa parçacığı ( $\alpha$ ), bir elektron ( $\beta$ ) veya bir foton ( $x,\gamma$ ) yayınlamaya uyarılmış bir enerji düzeyinden kurtularak daha kararlı duruma geçer ve yeni bir çekirdeğin oluşmasını sağlar, bu olaya radyoaktif bozunma denir. Doğada bulunan elementlerin bir kısmı kararsız çekirdeklere, bir kısmı da kararlı çekirdeklere sahiptir. Kararsız radyoaktif çekirdekler kararlı hale geçmek için radyasyon yayarlar. Doğada radyasyon yayan 3 doğal 1 tane de yapay olmak üzere 4 tane bozunma serisi mevcuttur. Uranyum, Toryum ve Aktinyum serisi doğal bozunma, Neptünyum serisi ise yapay bozunma serisidir (Lederer C.M., 1968).

#### 3.5.1. Uranyum Serisi

Atom numarası 92 olan uranyum gümüş renkli radyoaktif bir elementtir. Doğal olarak üç radyoaktif izotopu vardır.  $^{238}_{92}\text{U}$  ile başlar, alfa ve beta parçacıkları yayınlamaya kurşunun bir izotopu olan  $^{206}_{82}\text{Pb}$  kararlı bir atoma dönüşür (Şekil 3.3). Doğal olarak oluşan uranyum düşük bozunuma sahip olduğundan dolayı,

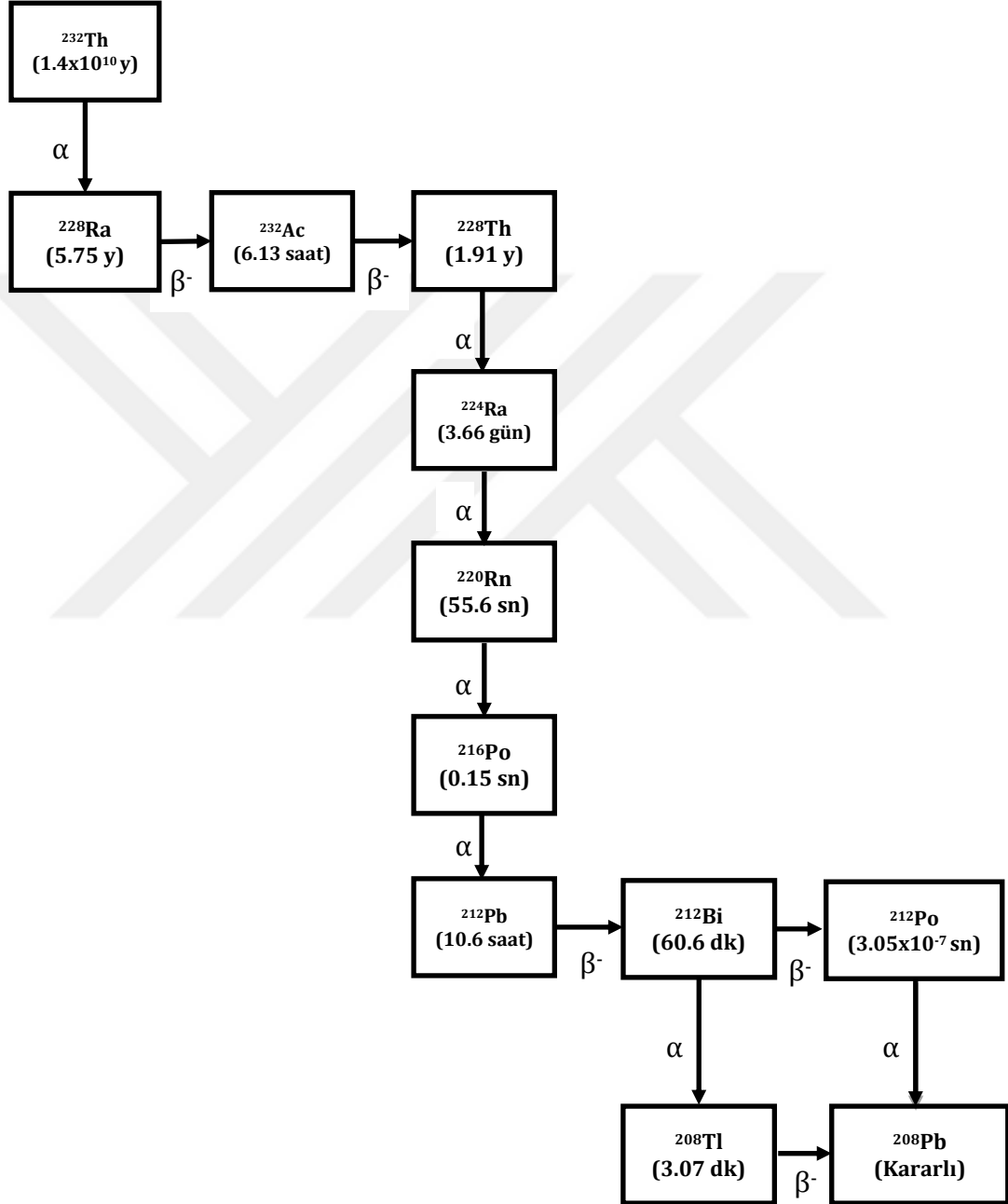
gezegen üzerindeki kararsız izotoplar arasındaki en az radyoaktif olan maddelerden biridir (Lederer C.M., 1968).



Şekil 3.3. Uranyum bozunma serisi  
(<http://www.gulflink.osd.mil/library/randrep/du/mr1018.7.appa.html>).

### 3.5.2. Toryum Serisi

Toryum serisi  $^{232}_{90}\text{Th}$  ile başlar, alfa ve beta parçacıkları yayarak kurşunun bir izotopu olan kararlı  $^{208}_{82}\text{Pb}$  'a dönüşür. Toryum bozunum serisi Şekil 3.4'te verilmektedir. (UNSCEAR Report, 1982).

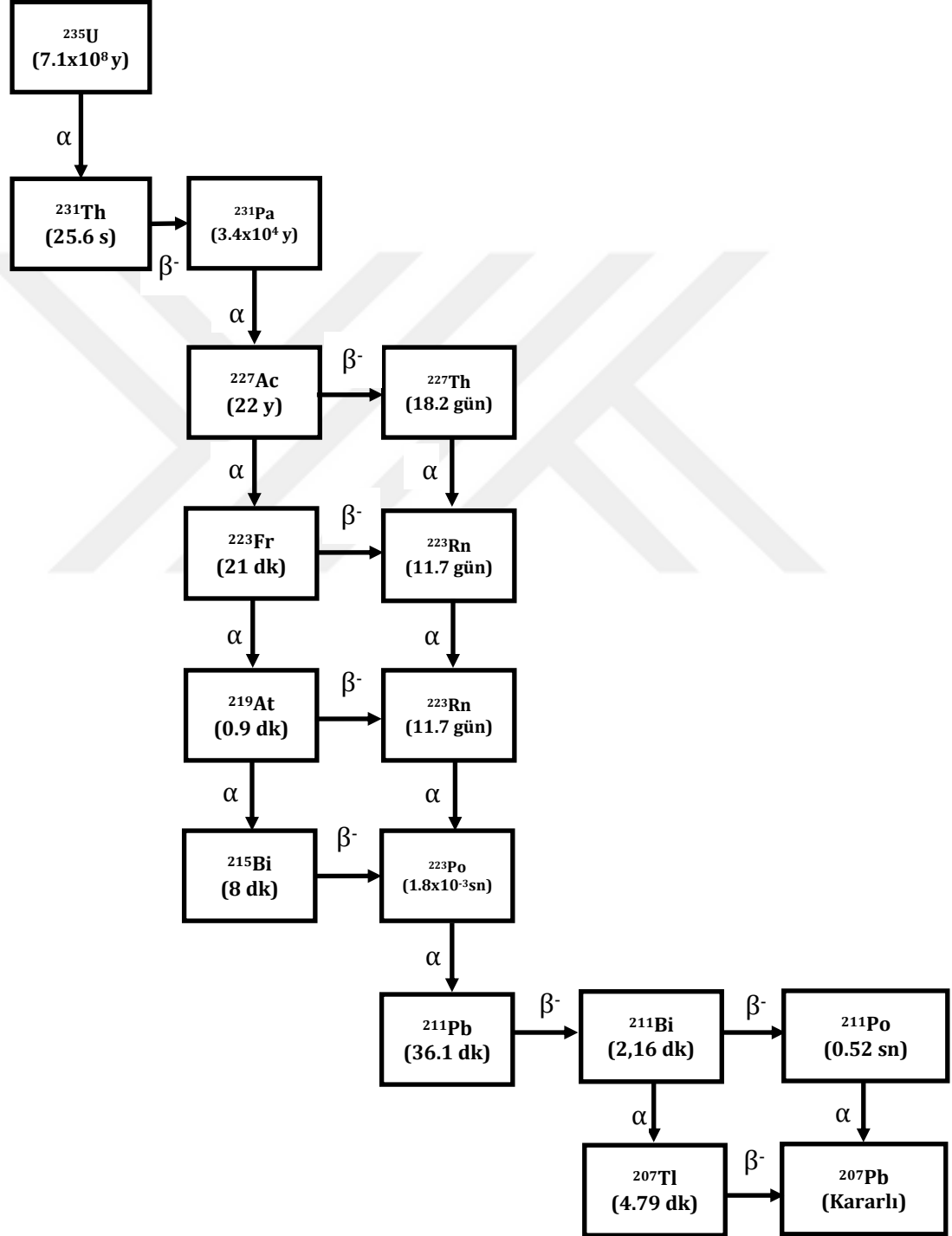


Şekil 3.4. Toryum bozunma serisi

### 3.5.3. Aktinyum Serisi

Aktinyum serisi  $^{235}_{92}\text{U}$  ile başlar, alfa ve beta parçacıkları yayarak kurşunun bir izotopu olan kararlı  $^{207}_{82}\text{Pb}$ 'a dönüşür (Şekil 3.5).

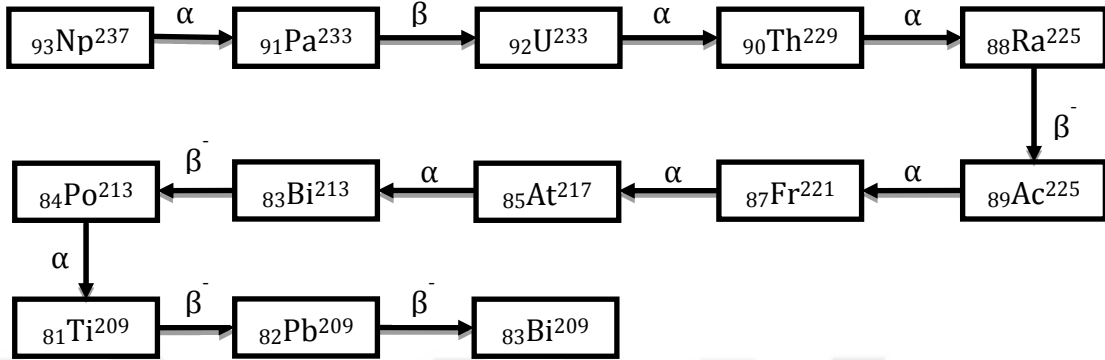
(<http://www.gulflink.osd.mil/library/randrep/du/mr1018.7.appb.html>)



Şekil 3.5. Aktinyum bozunma serisi

### 3.5.4. Neptünyum Serisi

Bu seri  $^{237}_{93}\text{Np}$  ile başlar, alfa ve beta parçacıkları yayarak serinin kararlı atomu olan  $^{209}_{83}\text{Bi}$  ile biter (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Neptünyum bozunma serisi

Neptünyum bozunma serisinde yer alan atomların bozunma süreleri Çizelge 3.3'te verilmiştir (Lederer C.M., 1968).

Çizelge 3.3. Neptünyum serisi yan ürünleri yarı ömürleri

| Çekirdek               | Yarı Ömür                   | Parçacık Türü |
|------------------------|-----------------------------|---------------|
| $^{237}_{93}\text{Np}$ | $2.2 \times 10^6$ yıl       | $\alpha$      |
| $^{233}_{91}\text{Pa}$ | 27.4 gün                    | $\beta$       |
| $^{233}_{92}\text{U}$  | $1.62 \times 10^5$ yıl      | $\alpha$      |
| $^{229}_{90}\text{Th}$ | $7.34 \times 10^3$ yıl      | $\alpha$      |
| $^{225}_{88}\text{Ra}$ | 141.8 gün                   | $\beta$       |
| $^{225}_{89}\text{Ac}$ | 10.0 gün                    | $\alpha$      |
| $^{221}_{87}\text{Fr}$ | 4.8 dakika                  | $\alpha$      |
| $^{217}_{85}\text{At}$ | 0.018 saniye                | $\alpha$      |
| $^{213}_{83}\text{Bi}$ | 47 dakika                   | $\beta$       |
| $^{213}_{84}\text{Po}$ | $4.2 \times 10^{-6}$ saniye | $\alpha$      |
| $^{209}_{81}\text{Ti}$ | 2.2 dakika                  | $\beta$       |
| $^{209}_{82}\text{Pb}$ | 3.32 saat                   | $\beta$       |
| $^{209}_{83}\text{Bi}$ | Kararlı                     | -             |

### 3.6. Radon

Radon, kayalarda, sulara ve topraktaki uranyumun bozunması ile ortaya çıkan radyoaktif bir gazdır. Radon ayrıca  $^{238}\text{U}$  bozulma zincirindeki ilk gaz izotop olmanın yanı sıra toron ( $^{220}\text{Rn}$ ) ve aktinyum ( $^{219}\text{Rn}$ ),  $^{232}\text{Th}$  ve  $^{235}\text{U}$  bozulma serilerindeki ilk gaz izotop olarak da ortaya çıkar. Radonun alfa yayılımı yaparak bozunumu ile üç kısa ömürlü izotop meydana getirir. Bunlar  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  ve  $^{214}\text{Bi}$ 'dir.  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{214}\text{Po}$ 'ya bozunur ve bu radyonüklitin yarı ömrü 163 s'dir. Bu izotopun aktivitesi  $^{214}\text{Bi}$ 'nin aktivitesine eşit olur.  $^{218}\text{Po}$  ve  $^{214}\text{Po}$  başta olmak üzere bu üç radyoizotop solunum sisteminde radyoaktif risk oluştururlar. Çünkü alfa radyasyonunun solunum sistemi organları üzerindeki olumsuz etkileri oldukça fazladır (Valkovic V., 2000 ).

Periyodik cetvelde, bilenen birçok izotopu olmakla beraber,  $^{219}\text{Rn}$  (aktinon),  $^{220}\text{Rn}$  (toron) ve  $^{222}\text{Rn}$  olmak üzere 3 temel izotopu mevcut olan radon gazı renksiz, tatsız ve kokusuzdur. Radon gazı topraktan havaya kolaylıkla sızar ve alfa parçacıkları iyonlaştırıcı radyasyon yayar. Radon ve bozunma ürünleri havadan daha ağır olduğundan dolayı kapalı alanlarda birikir. Radon gazı solunduğunda, biriken kısa ömürlü radon bozunma ürünleri ( $^{218}\text{Po}$  ve  $^{214}\text{Po}$ ) tarafından yoğun bir şekilde iyonize alfa parçacıkları yayılır. Bu da akciğerdeki DNA yapısına zarar vererek akciğer kanserine yol açabilir. Evlere radon; zemin çatlakları, asma kat boşlukları, tesisat boşlukları, duvar arası boşluklarından girmekte, ayrıca yapı malzemeleri, mutfakta veya ısınma amaçlı kullanılan doğal gaz ve içme sularında bulunan radon da bina içi konsantrasyonu artırmaktadır. Yapılan bazı çalışmalara göre farklı ülkelerde yapılan ortalama radon konsantrasyon oranlarına göre akciğer kanserinin %3 ile %14 i kadarı radona dayandırılmaktadır (WHO, 2009).

#### 3.6.1. Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

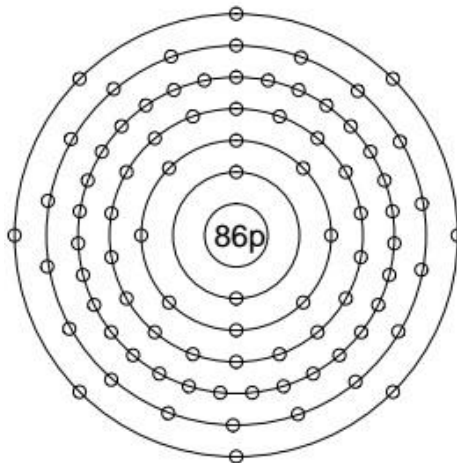
Rn sembolü ile gösterilen Radon, elementlerin periyodik tablosunda 8A grubunda ve 6. periyotta bulunmaktadır.  $^{222}\text{Rn}$  donma sıcaklığının altındaki sıcaklıklara kadar soğutulursa, parlak bir fosfor esans görünümünü alır. Gazın

sıvı olduğu sıcaklıklarda ise portakal rengi - kırmızı renk şeklinde görünür. Atom numarası 86'dır. Atomik ağırlığı 222 gr/mol olduğu için çekirdeğindeki nötron sayısı 136 dır. Çizelge 3.4'te radonun bazı fiziksel özellikleri verilmiştir (Williams, David R. 2007).

Çizelge 3.4. Radon'un fiziksel özellikleri

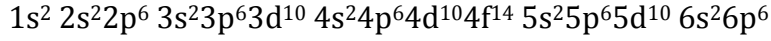
| Fiziksel Özellikleri |  |
|----------------------|--|
| Yoğunluğu            | 0.00973 g/mL                                 |
| Erime Noktası        | -71°C ( 202K)                                |
| Kaynama Noktası      | -61.7°C ( 211.3K)                            |
| Molar Hacmi          | 50.50 ml/mol                                 |
| Özgül Isı            | 0.094 J/gK                                   |
| Isı iletkenliği      | 0.0000364 W cm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> |
| Buharlaşma Entalpisi | 16.40 kJ mol <sup>-1</sup>                   |

Radon, deniz seviyesinde havadan yaklaşık 8 kat daha ağırdır (Vahap K., 2013). Ayrıca tek atomlu olması sebebiyle kağıt plastik deri ve bina malzemeleri gibi yerlere kolayca ulaşabilirler. Elektron ilgisinin az olması ve iyonlaşma enerjisinin yüksek olması radonun diğerelementlerle kolayca bağ yapmasını engeller. Ancak bu Radon'un tam olarak hareketsiz bir gaz olduğunu göstermez. Elektron ilgisi yüksek olan bazı atomlarla etkileşip kararlı bileşikler yapabilir. Asal bir gaz olan radonun atomik yörüngeleri küresel simetriktir ve tüm elektron kabukları doludur Şekil (3.7.).



Şekil 3.7. Radon'un elektron dizilimi (Bader ve Richard F. W. 2008)

Şekil 3.7.'de görülen Radon'un elektron dizilimi şu şekilde yazılabilir;



Valans bandı, p yörüngesinin alabileceği 6 elektronla tam doldurulduğu için elektron koparmak çok zordur. Çizelge 3.5.'te Radon gazının bazı kimyasal özellikleri verilmiştir (Williams, David R. 2007).

Çizelge 3.5. Radon'un kimyasal özellikleri

| <b>Kimyasal Özellikleri</b> |   |
|-----------------------------|---|
| Elektronik Konfigürasyonu   | [Xe].4f <sup>14</sup> .5d <sup>10</sup> .6s <sup>2</sup> .6p <sup>6</sup> |
| Atomik Çap                  | 120pm   |
| Kabuk Yapısı                | 2.8.18.32.18.8  |
| 1. İyonlaşma Enerjisi       | 1037 kJ mol <sup>-1</sup>   |

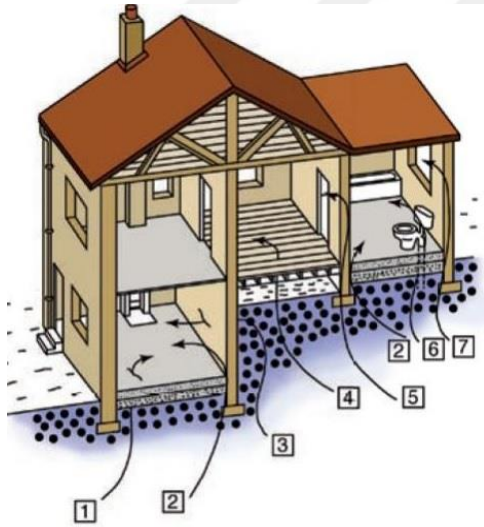
Radon elementinin çeşitli yarı ömürlere sahip 33 tane izotopu vardır. En ağır doğal radyoaktif olan <sup>238</sup>U bozunma zinciri içerisinde yer alan <sup>222</sup>Rn, doğada en çok rastlanan element olup yarı ömrü 3.82 gündür. Çizelge 3.6.'da Radon'un bazı izotopları ve fiziksel özellikleri verilmiştir (Williams, David R. 2007).

Çizelge 3.6. Radon izotoplarının fiziksel özellikleri

| <b>İzotop</b>     | <b>Yarılanma Süresi</b> | <b>Nötron Sayısı</b> |
|-------------------|-------------------------|----------------------|
| <sup>211</sup> Rn | 14.6 saat               | 125                  |
| <sup>212</sup> Rn | 24 dakika               | 126                  |
| <sup>213</sup> Rn | 0.025 saniye            | 127                  |
| <sup>214</sup> Rn | 0.000027 saniye         | 128                  |
| <sup>215</sup> Rn | 0.0000023 saniye        | 129                  |
| <sup>216</sup> Rn | 0.000045 saniye         | 130                  |
| <sup>217</sup> Rn | 0.0006 saniye           | 131                  |
| <sup>218</sup> Rn | 0.035 saniye            | 132                  |
| <sup>219</sup> Rn | 3.96 saniye             | 133                  |
| <sup>220</sup> Rn | 55.6 saniye             | 134                  |
| <sup>221</sup> Rn | 25 dakika               | 135                  |
| <sup>222</sup> Rn | 3.8 gün                 | 136                  |

### 3.6.2. Binalar ve Yapı Malzemeleri ile Radon ilişkisi

Radon binalara, altındaki veya çevresindeki kayalardan, su kaynaklarından, bina malzemelerinden, inşaatta kullanılan malzemelerdeki açıklıklardan veya binanın altındaki topraktan sızarak girmektedir. Ev içi radon konsantrasyonu; binanın inşaatı ve tasarımına, toprakta radon hareketini etkileyen meteorolojik parametrelere, ev halkının yaşama şekline, ev içi-dışı sıcaklık farklarına, baca etkisine ve basınç farkına bağlıdır. İnsanlar genellikle zamanının büyük bir kısmını kapalı alanlarda geçirdikleri için radonun bina içi konsantrasyonunun bilinmesi önemlidir. Ulusal ve uluslararası yetkili kurum ve kuruluşların belirlediği sınır değerlerin aşılması durumunda, gerekli tedbirlerin alınması elzemdir. Binalara radon gazının giriş yolları Şekil 3.8.'de verilmiştir ([http://www.finfacts.ie/irishfinancenews/article\\_1022546.shtml](http://www.finfacts.ie/irishfinancenews/article_1022546.shtml)).



1. Zemin çatlaklarından,
2. Birleşme noktalarından,
3. Toprak altında kalan yan duvardaki çatlaklardan,
4. Zemin yapısında bulunan boşluklardan,
5. Duvarlardaki çatlaklardan,
6. Tesisat ve boru boşluklarından,
7. Duvarların içerisinde olabilecek mağaracıklardan,

Şekil 3.8. Radon gazının giriş yerleri

Şekil 3.8' de gösterilen giriş yerlerinin yanı sıra suda çözülme özelliği olan radon gazı, binalarda (kapalı alanlarda) su kullanımda dahi binalara giriş yapmaktadır. Duş, çamaşır ve bulaşık makinesinde olduğu gibi suyun püskürtülmesi veya çalkalanmasıyla yapılan çeşitli uygulamalar büyük miktarda radonun ev içerisine salınmasına neden olur. Suyun sıcaklığı arttıkça da, ortama verilen

radon miktarı da artar. Musluktan akan su içindeki radonun 10.000'de biri havaya yayılır (Değerlier M., 2007). Sudaki radon miktarı arttıkça, bina içindeki radon düzeyini de artırmaktadır.

Bina yapımında kullanılan malzemelerin pek çoğu doğal tabiat kaynaklı olduğundan, doğada var olan çeşitli konsantrasyonlarda radyoaktif izotopları da içerisinde bulundururlar (Kovler K., 2002). Dolayısıyla, maruz kalınan doz oranının belirlenmesinde bina yapım materyallerinin içerdiği radyoaktivite miktarları da önem taşımaktadır.

Bina yapımını maliyetinin düşürülmesi amacıyla doğal ürün kullanmak yerine atık ürünler kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem ile doğal ürünler korunup, fiyat düşürülürken radyolojik açıdan insan sağlığı tehlikeye girmektedir. Beton yapımında çimentonun yerine kullanılan uçucu küller bu tehlikeli maddelerden birisidir. Bunlar, termik santrallerden üretilen yan ürünlerdir ve 1982'den beri kullanılmakta ve yüksek miktarda radyoaktiviteye sahiptirler. Diğer bir endüstriyel yan ürün olan phosphogypsum da 1970'den beri inşaat endüstrisinde kullanılmaktadır (Papastefanou C, vd., 2005).

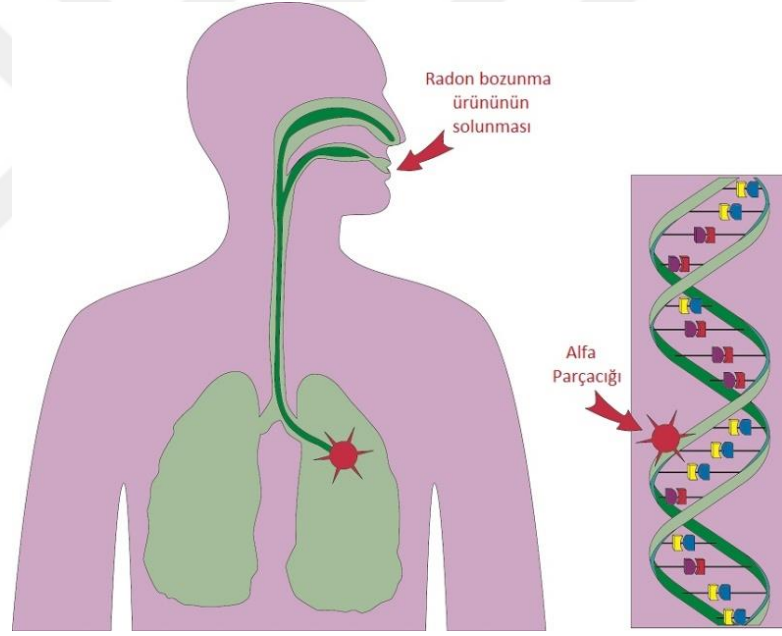
### **3.6.3. Radon Seviyelerinin Mevsimsel Değişimleri**

Evlerde radon yoğunluğu mevsimsel farklılıklar gösterebilir. Doğal olarak havalandırılan evlerde bu etki daha belirgin olarak görmek mümkündür. Yaz aylarında ev içerisindeki sıcaklık açık hava sıcaklığından az da olsa düşüktür. Bu durumda dışarı sıcak olduğu için dışarıda alçak basınç bölgesi oluşur. Böylelikle evden dışarı doğru bir hava akımı meydana gelmesiyle radon oranı azalır. Kışın evler açık havaya göre daha sıcak ve havalandırma daha az olduğu için evlerde alçak basınç oluşur. Dolayısıyla bu kez sıcak ortamda oluşan alçak basınç çevredeki gazları içeri çekeceğinden, içerdeki radon gazı miktarı artar. Evlerdeki radon yoğunluğu sonbahar aylarında yükselmeye başlarken ilkbahar aylarında ise azalmaya başlar. Evlerdeki radon yoğunluğunun mevsimsel farklılıklar göstermesi ev tiplerine, radon kaynaklarına, evde yaşayan insanların

yaşam tarzlarına, evin havalandırma sistemine ve evin ısıtılmasına bağlıdır (Soğukpınar H., 2013).

### 3.6.4. Sağlık Üzerindeki Etkileri

Radon gazının insan vücuduna geçişi solunum yoluyla olur. Havada asılı sabit yüklü parçacıklara gaz molekülleri yapışmakta ve solunum yoluyla akciğere girmektedir. Yarı ömrünü burada tamamlayan gaz radyoaktif alfa ışınları yaymakta ve bu da dokudaki DNA zincirini bozmaktadır (Şekil 3.9). Vücut bozulan dokuyu onarmakla birlikte radon gazının yoğunluğu ve sürekliliğine bağlı olarak onarılamayan hücrelerde tümör oluşturmaktadır. Aktif ve pasif sigara içicilerinde ise gazın olumsuz etkisini artırmaktadır (BEIR VI, 1999).



Şekil 3.9. Alfa parçacığının DNA yapısına etkisi  
<https://ce4nurses.org/wp-content/uploads/2014/07/Diagram-4.png>

Radon ve bozunma ürünlerinin solunması önemli bir sağlık riski oluşturmaktadır. Solunum sisteminde ortaya çıkan bozunma sonucunda, bronşal epiteldeki radyasyon dozu artmakta, bozunma ürünleri kararlı hale gelinceye kadar bozunma devam etmekte ve bu sürecin her aşamasında radyasyona maruz kalınmaktadır. Bu ise, akciğer dokusunda hasara, dolayısıyla, zaman içerisinde kansere sebep olabilmektedir. Solunum sistemindeki

radyasyon dozu; solunmuş havadaki Radon ve bozunma ürünleri konsantrasyonuna, toz içerisindeki parçacıkların büyüklüğüne ve fizyolojik parametrelere bağlıdır. <sup>222</sup>Radon'nin yarı ömrü, ürünlerine kıyasla daha uzun olduğu için yapacağı etki diğerlerinden daha az olur. Radon gazı, reaktivitesinin düşük olması nedeniyle dokulara kimyasal olarak bağlanmaz, doku içindeki çözünürlüğü de çok küçüktür ve insan akciğerinde yarı ömrünü tamamlamadan geri atılır. Fakat Radon bozunumuyla ortaya çıkan Polonyum, Bizmut ve Kurşunun radyoaktif izotopları, Radon gibi gaz halinde olmadıklarından, toz ya da havadaki diğer parçacıklara çok çabuk yapışırlar ve solunma yoluyla insan vücuduna alınırlar (Dr. Richard H., 2005).

Bu parçacıklar akciğer içinde bozunmalarını kararlı hale gelinceye dek sürdürürler ve yerleştikleri bölgelerde alfa, beta veya gama ışınları yaparak ayrılırlar. Vücut içerisindeki bu ışınalardan en önemlisi alfa ışınlarıdır. Akciğer üzerinde beta ve gama ışınlarının etkisi alfa ışınlarının etkisine göre ihmal edilebilir düzeydedir. Bozunma sürecinin her aşamasında salınan radyasyon, öncelikle akciğer dokusunda hasara, zamanla da akciğer kanserine neden olabilir. Akciğerlerde maruz kalınan dozun miktarını bilmek için solunum yoluyla kaç tane atomun alındığı ve biyolojik ömrünün ne kadar olduğu bilinmelidir. Radon ürünlerinin biyolojik yarı ömürleri 20 dakika ile 4,8 saat arasındadır. USA Çevre Koruma Ajansı (EPA-Environmental Protection Agency) yılda 21.000 akciğer kanseri vakasının Radon gazına bağlı olduğunu söylemektedir (<https://www.epa.gov/radon/health-risk-radon#head>).

### **3.6.5. Ulusal ve Uluslararası Kuruluşlarca Belirlenen Limit Değerleri**

Birçok ülke ve uluslararası organizasyonlar/kuruluşlar, kapalı alanlarda radon seviyeleri için limit değerleri belirlemişlerdir. Ülkemizin ve bazı önemli organizasyonların ev ve işyerleri için tavsiye edilen limit değerleri Çizelge 3.7.'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Radon gazı konsantrasyonu için tavsiye edilen limit değerleri

| Organizasyon/Kurum/Ülke | Evlerde Tavsiye Edilen Limit(Bq/m <sup>3</sup> ) | İş yerlerinde tavsiye edilen limit(Bq/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------|--|--|
| Türkiye (TAEK)          | 400  | ≤1000  |
| WHO                     | 100  | -  |
| ICRP                    | ≤300   | ≤1000  |
| EU                      | ≤300   | ≤1000  |

Çizelge 3.7’de verilen sınır değerlerinin aşılmaması için radon ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Limit seviyesinin aşıldığı durumlarda, radon yoğunluğunu düşürücü önlemler alınmalıdır (Kürkçüoğlu M.E., Tozun F. 2015).

### 3.7. Radon Ölçüm Teknikleri

Radon ölçümlerini iki türde yapmak mümkündür. Bunlardan birincisi aktif ölçüm, diğeri ise pasif ölçümdür.

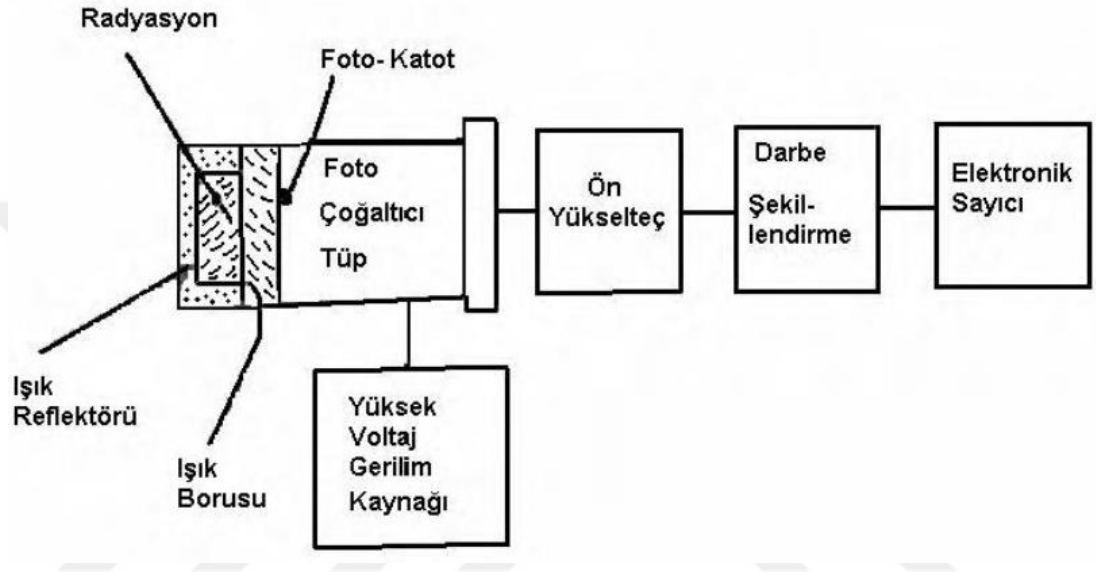
#### 3.7.1. Aktif Ölçüm Teknikleri

Aktif ölçüm tekniğinde, anlık radon ölçümler yapılmaktadır. Bunun için radon konsantrasyonu belirlenecek yerden hava numunesi alınmakta ve numune içinde bulunan radyasyon miktarı bir radyasyon sayıcısı ile sayılarak radon konsantrasyonu hesaplanmaktadır. Sintilasyon sayaçları, iyonizasyon odaları, AlphaGUARD dedektörü, elektrostatik toplayıcılar ve filtreler aktif radon ölçümlerinde kullanılan aletlere örnek olarak verilebilir.

##### 3.7.1.1. Sintilasyon sayıcıları

Radyasyon ölçmelerinde kullanılan en eski metotlardan birisi sintilasyon sayma metodudur. Sintilasyon sayma, gama ışınlarının sayılmasında kullanılan çok faydalı bir metottur. Dedektördeki parıltıların şiddeti, bu parıltıları meydana getiren gama ışınlarının enerjileri ile orantılıdır. Sintilasyon dedektörleri, sintilatör olarak kullanılan bir madde ve bunun hemen arkasına bağlanmış

foton çoğaltıcı bir tüpten oluşur. Gama ışınlarının sayımında kullanılan dedektör, fotoçoğaltıcı tüpe optik yapıştırıcı talyumla aktive edilen NaI kristalidir. Bu kristal içinden gama ışınları geçerken, kristal atomları ile fotoelektrik, Compton ve çift oluşumu olayını meydana getiren etkileşmelerle enerji kaybederek soğurulurlar. Şekil 3.10'da bir sintilasyon dedektörü cihazı şematik olarak gösterilmiştir (Değerlier M., 2007).



Şekil 3.10. Sintilasyon dedektörlü cihaz blok şeması

NaI kristalindeki yüksek atom numaralı iyodun gama ışınları ile etkileşim tesir kesiti yüksektir. Gama ışınlarının kristal ile yaptığı etkileşmeden meydana gelen fotoelektronlar, Compton elektronları ve pozitron- elektron çiftleri kendi kinetik enerjilerini kristalin atomlarına vererek bu atomları iyonize edip uyarırlar. Uyarılan bu atomlar tekrar eski durumlarına bir ışık fotonu yayınlamaya dönerler. Kristal, ışığı geçirme özelliğine sahip olduğundan, bu fotonlar fotoçoğaltıcı tüpünün hassas katoduna çarparak buradan elektron çıkmasına sebep olurlar. Bu elektronlar her biri yaklaşık 100 volt pozitif potansiyelde bulunan diğer dinotlara çarparak dinotlardan elektron sökerek çoğalırlar ve en son anotta toplanırlar. Böylece, gelen fotonun enerjisi ile orantılı olan bir elektrik pulsu bir amplifikatörden geçirilerek sayılır. Meydana gelen pulsun genliği radyasyonun enerjisi ile orantılıdır (Glenn F. Knoll, 1989).

Uygun sintilasyon kristali kullanılarak parçacıklı radyasyonların da sayımı yapılabilmektedir. ZnS kristali alfa parçacıklarının sayımında, antrasen fosforu beta parçacıklarının sayımında çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu dedektörler sayım ve aynı zamanda enerji ayırımı için kullanılır.

### **3.7.1.2. İyonizasyon odası**

İyonizasyon odası paslanmaz çelikten silindir şeklinde yapılmaktadır. Merkez ekseninde silindir şeklinde yapılmış bir elektrot bulunur. Radon konsantrasyonu belirlenmek üzere örneklenen hava iyonizasyon odasına aktarılarak, odanın duvarları (metal iç yüzeyleri) ile elektrot arasında bir potansiyel farkı uygulanır. Oluşan iyonizasyon akımı çok duyarlı elektrometre ile ölçülür.

### **3.7.1.3. AlphaGUARD dedektörü**

Temelde Radon ve izotoplarına ait radyasyon yoğunlukları ile gamma( $\gamma$ ) doz oranını ölçmekte kullanılan portatif bir radyasyon dedektörüdür. Havada, Suda ve yapı malzemelerinde ölçüm yapabilmektedir. Radyasyon ölçümlerinin yanı sıra sıcaklık, atmosfer basıncı ve nem oranı gibi farklı parametreleri de ölçmektedir. AlphaGUARD dedektörü gelişmiş bir iyonlaşma çemberi veya alfa spektrometresi yöntemini kullanmaktadır. Yoğunluk gradiyentleri ile küçük yoğunluk dalgalanmalarını algılayabilecek derecede hassas elektronik yapıya sahiptir. Doğrudan bir güç kaynağına bağlanabildiği gibi yüksek kapasiteli pillerle de seçilen ölçüm moduna bağlı olarak 6 aya kadar ölçüm yapabilmektedir. Yüksek nem, yüksek sıcaklık ve yüksek titreşim gibi olumsuz koşullarda bile ölçüm yapabilmektedir. Şekil 3.11'de AlphaGUARD PQ 2000PRO detektörü verilmiştir (Akyıldırım., 2005).



Şekil 3.11. AlphaGUARD PQ 2000PRO dedektörü. (Akyıldırım H., 2005)

Şekil 3.11'de görülen AlphaGUARD dedektörü içerisinde bir emme pompası barındırmaktadır. Bu pompa yardımıyla hava dedektör iyonlaşma odasına çekilir. İyonlaşma odasına giren  $^{222}\text{Rn}$  ve  $^{220}\text{Rn}$  izotopları bozunarak oda içerisinde iyonizasyona sebep olur ve elektrik sinyalleri meydana gelir. Radon yan ürünleri plaka şeklindeki filtre ile tutulur. Filtreye biriken radon ürünlerinin alfa aktivitesi, filtrenin diğer yüzüne yerleştirilmiş olan alfa duyarlı bir mikroçip modülü vasıtasıyla ölçülür. Yapılan ölçümlerden elde edilen elektrik sinyalleri, dedektörün sayıcı birimine sinyal olarak gönderilir ve dedektörün kalibrasyon bilgilerinin de kullanarak yazılım tarafından okunabilecek hale getirilmesi ile radon ölçümü tamamlanmaktadır.

### 3.7.2. Pasif Ölçüm Teknikleri

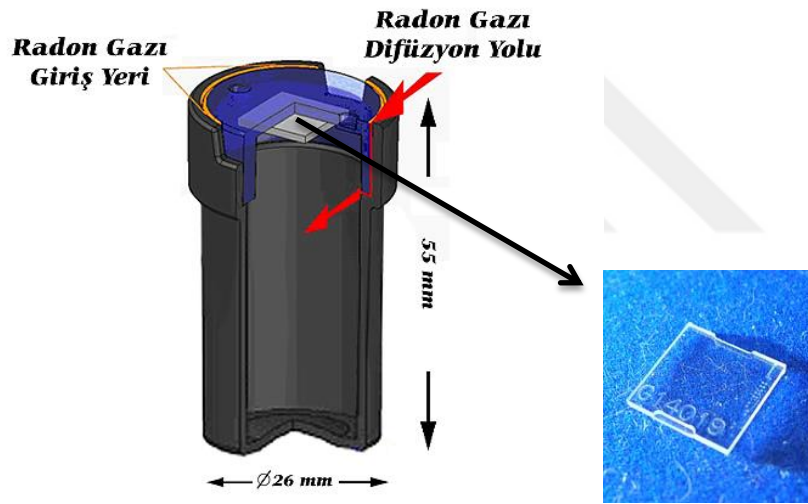
Radon yoğunluğu ölçümleri için kullanılacak pasif ölçüm cihazlarından bazıları; katı hal nükleer iz dedektörleri, dielektrik dedektörleri, termoluminesans fosforlar, katı hal elektronik dedektörler ve minik elektrometreler olarak sıralanabilir.

#### 3.7.2.1. Katı hal iz dedektörü

Radyasyon ölçümü yapılması beklenen kabın içerisine bir dedektör yerleştirilir. Bu kap radonun kabın içine girmesine izin verecek açıklığa sahip ve dedektörü korumaktadır. Aynı zamanda alfa parçacıklarının dedektör üzerinde

oluşturdukları izlerin korunması için uygun bir hacim oluşturmaktadır. Radon ve radon ürünlerinin yayınladıkları alfa parçacıklarının menzili havada 5 cm civarında olduğundan, detektörün önünde buna uygun bir boşluk bırakılması verimli bir ölçüm yapılması için yeterlidir. Radonun iki izotopu genellikle birlikte bulunur. Bu iki izotopun bağıl oranı Uranyum ve Toryum miktarına göre değişmektedir. Eğer ayırıcı bir mekanizma uygulanmıyorsa ölçüm teorik olarak her iki izotopun yoğunluğudur

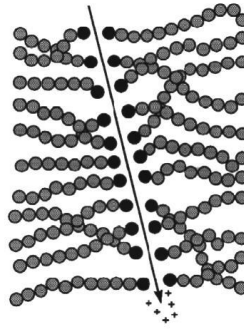
Katı hal iz dedektörü olarak çoğunlukla CR-39 ve LR-115 dedektörleri kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında kullanılan CR-39 dedektörü Şekil 3.12’de görünen bir difüzyon kabı içerisine yerleştirilerek radon gazının difüzyon yoluyla dedektörle etkileşmesi sağlanmaktadır (RADOSYS).



Şekil 3.12. CR-39 dedektörünün bulunduğu difüzyon kabı  
(www.radosys.com)

Ticari adı CR-39 olan pasif nükleer iz dedektörlerinin kimyasal yapısı alil diglikol karbonattan oluşmaktadır. Camın optik özellikleri ile mekanik ve fiziksel özellikleri birleştirilerek yapılmış ve ısı altında sertleştirilmiş bir tür plastik olan CR-39 dedektörü sadece yüksek atom numaralı iyonları kaydedebilmektedir. Camla kıyaslanabilecek optik özelliklere sahip olup yüzeyi cam gibi parlak ve pürüzsüzdür. Bir polimer olan CR-39’un kimyasal formülü  $C_{12}H_{18}O_7$  şeklindedir.

Polimerler yüklü parçacıklara karşı en hassas dedektörler olarak kullanılırlar. Polimerin alfa parçacığı ile etkileşmesi ile bazı polimer zincirleri kopmaktadır. Kopan zincirlerin gözlenebilmesi için kimyasal işleme tabi tutulması gerekmektedir. Kimyasal işlemin uygulaması ile izler kalıcı hale gelmektedir. Yüklü taneciğin yapmış olduğu hasarın boyutu (kimyasal işlemin ardından oluşan çukurun boyutları) yüklü taneciğin yolu boyunca polimere aktardığı enerji ile ilişkilidir. Şekil 3.13'de polimerde meydana gelen hasar gösterilmektedir (Durrani ve İliç 1997).



Şekil 3.13. Polimerde oluşan hasar (Durrani ve İliç 1997).

### 3.7.2.2. Kömür sıvı sintilasyon

Bu yöntemde, aktif odun kömürü içeren bir şişe kullanılmaktadır. Kullanılan bu şişe 2-7 gün süresince radona maruz bırakıldıktan sonra şişe kapatılır ve analizi yapılır. Radon, kömürün üzerine tutunduğunda, sıvı sintilasyon ile kimyasal kazıma işlemine tabi tutulur ve daha sonra sintilasyon sayacı ile akışkan analizi yapılır. Bu yöntem; kullanışlı, ekonomik ve güç gerektirmeden ölçüm yapabilmektedir. Ayrıca, sularda radon ölçmek amacıyla da kullanılabilir.

### 3.7.2.3. Aktif kömür

Hava almayan bir kap içerisinde ölçümü yapılacak olan alana konularak havadaki taneciklerin kömürde tutunması sağlanır. 2-7 gün süre boyunca kap açık tutularak analiz yapılmak üzere hazır hale getirilir. Kömür taneciklerine tutunan radon sintilasyon dedektörleri ile sayılarak radon konsantrasyonu ölçülür. Bu yöntemi de kullanmak için elektriksel bir güç gerekmemektedir.

## 4. RADON ÖLÇÜM SİSTEMİNİN ÜRETİLMESİ

Pasif radon gazı ölçümü için gerekli iki sistem vardır. Bunlardan ilki radon gazından kaynaklı alfa parçacığına maruz kalan CR-39 dedektörlerinin iz kazıma işlemine tabi tutulması için gerekli olan nükleer iz kazıma ünitesi, diğeri ise, iz kazıma işlemi sayesinde görünür hale gelen dedektör üzerindeki alfa parçacıklarının bıraktığı izleri saymak için gerekli iz okuma ünitesidir.

### 4.1. Nükleer İz Kazıma Ünitesi Tasarlanması ve Üretilmesi

Bu tez çalışmasında, radon gazı konsantrasyonunu belirlemek için pasif ölçüm tekniğinde kullanılan katı hal iz dedektörlerinden CR-39 dedektörü kullanılmıştır. Dedektörler üzerinde Radon gazından kaynaklı alfa parçacıklarının bıraktığı izleri saymaya dayalı olan bu yöntemde, alfa izlerinin görünür hale getirilmesi için CR-39 dedektörünün iz kazıma işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Ardından, dedektörlerde oluşan oyukların bozulmaması için asidik ortamda durulama işlemi yapılması gerekmektedir. Buradan yola çıkarak, her iki işlemde yapılabileceği tek bir gövde tasarlanmıştır. Bu işlemde ilk olarak izlerin görünür hale getirilmesi için NaOH (sodyum hidroksit) veya KOH (potasyum hidroksit) gibi bileşikler kullanılmaktadır. Bu bileşiklerin kazıma haznesi içerisinde sabit bir sıcaklıkta ve homojen bir şekilde dağılması gerektiğinden dolayı çözeltinin karıştırılması gerekmektedir.

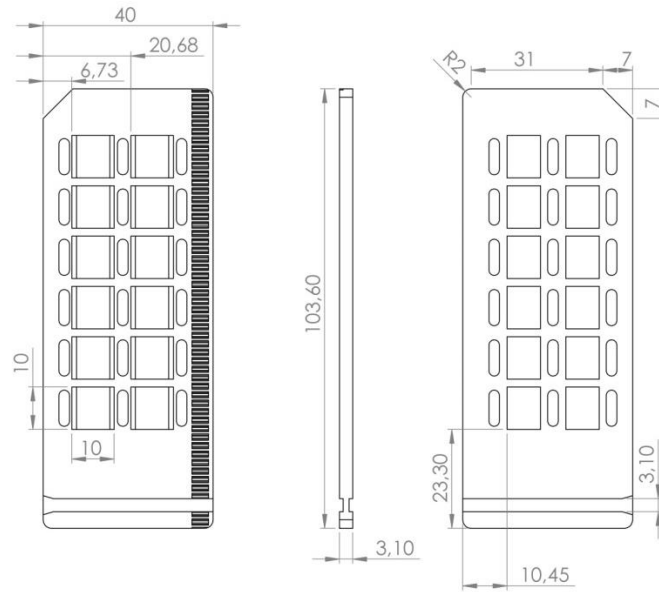
İz kazıma işlemi temelde alfa parçacıklarının CR-39 yüzeyine çarparak, yüzeyde bulunan polimer zincirlerini kırması ve bu sayede bozunuma uğramış olan zincir parçalarının yüzeyden ayrılarak o bölgenin boşaltılması işlemidir. Bozunan polimer zincirinin parçalarının yüzeyden ayrılması için baz çözeltisi ve bu çözelti için katalizör olarak sıcaklık kullanılır. Bu işlemler için tasarlanan mekanizmanın aside, baza ve sıcaklığa dayanıklı olması beklenir. Bu nedenle kullanılacak malzemenin bu özelliklere uygun seçilmesi gereklidir. Ayrıca çözeltinin bir kap içerisinde bulunmasından dolayı çözeltinin zamanla dibe çökmesini engellemek, sıvı içerisinde homojen bir dağılım oluşmasını sağlamak

ve yüzey ile etkileşimi daha iyi hale getirmek için çözeltinin işlem süresince sürekli karıştırılması gerekmektedir.

Bütün bu gereksinimleri karşılamak amacıyla tasarım şu temel esaslara göre yapılmıştır. Öncelikle bir seferde iz kazıma ünitesinde işleme alınabilecek dedektör sayısı belirlenmiştir. Dedektörler slayt üzerine monteli olduğu için ve bir slayt üzerine 12 adet dedektör yerleştirildiğinden dolayı tasarımın bu kısmında dedektör sayısı değil sisteme takılabilecek slayt sayısı baz alınmıştır. Slaytların takılma şekilleri belirlenirken de daha önce bahsedildiği gibi çözeltinin karıştırılması gereksinimi dikkate alınmıştır. Böylece, slayt yerleşiminde slaytların bir karıştırıcı kanatları gibi sıvı içinde açılı hareket edebileceği ve aynı zamanda sıvıyı karıştırabileceği bir şekilde tasarım hazırlanmıştır.

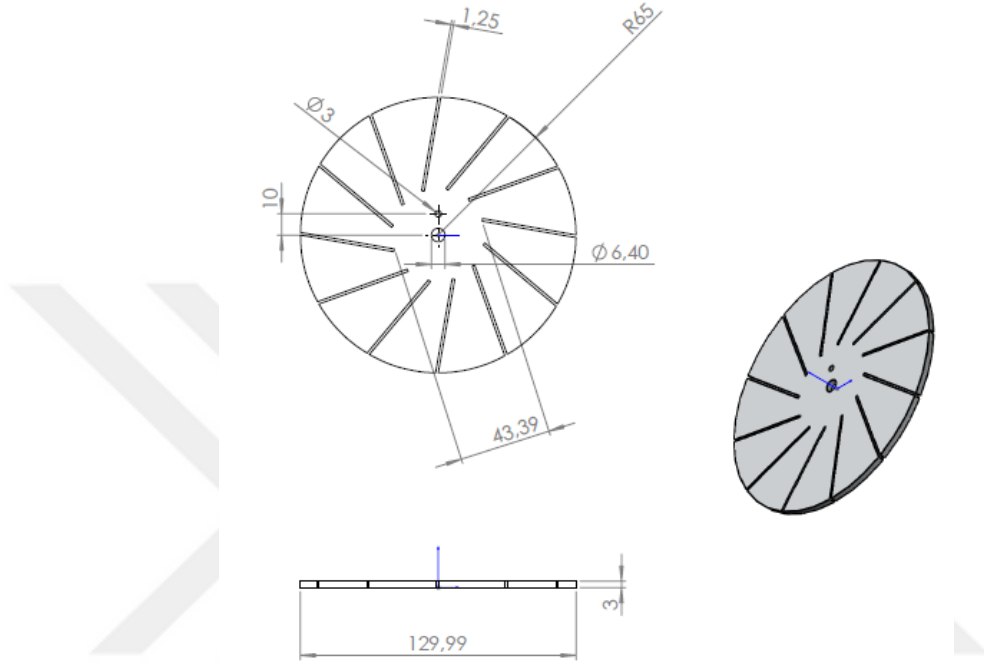
#### 4.1.1. Mekanik Tasarım

Nükleer iz kazıma ünitesinde 12 adet CR-39 dedektörlerinin yerleştirilebileceği hazır bir slayt kullanılmıştır. Hali hazırda mevcut olan slaytın önden ve arkadan görünüşleri verilmektedir (Şekil 4.1). Görüldüğü üzere bir slayt 12 adet dedektör alabilme kapasitesine sahiptir.



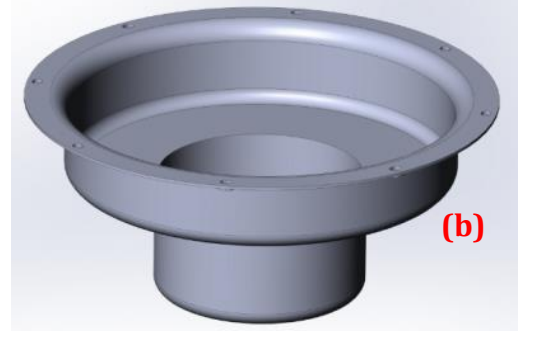
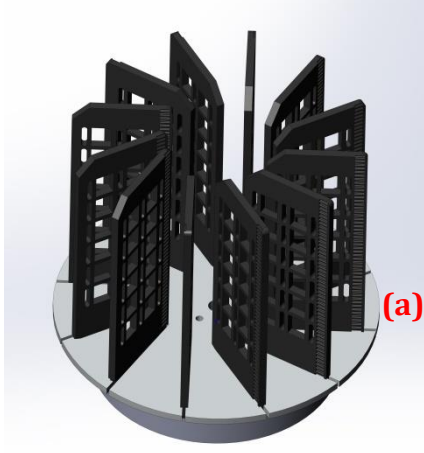
Şekil 4.1. Dedektörlerin yerleştirileceği slayt

Öncelikli olarak slayt ebatları baz alınarak slaytı 360° döndürmeyi sağlayacak olan diskin mekanik çizimleri yapılmıştır (Şekil 4.2). Diskin döndürülme ihtiyacı, iz kazıma işlemi sırasında çözeltinin karışması ve çözeltinin homojenliği için gereklidir.



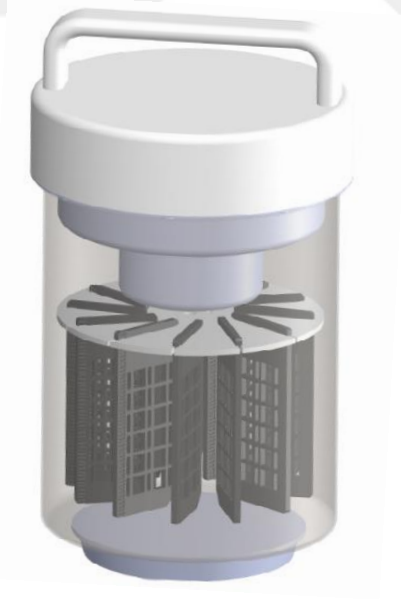
Şekil 4.2. Slaytların yerleştirileceği diskin boyutları.

Disk boyutları Şekil 4.2’ de verildiği gibi tasarımı tamamlanmıştır. Görüldüğü üzere, slaytların yerleştirileceği yuvaların genişliği, kullanılan slaytın genişliğine göre ayarlanmış ve 1.25 mm olarak çizilmiştir. Tasarım, çapı 130 mm olan diske 12 tane slayt girecek şekilde hazırlanmıştır. Bu slaytların gireceği yuvaların uzunluğu 45 mm olarak ayarlanmıştır. Diskin ortasında yer alan çapı 6.40 mm olan bir delik yer almaktadır. Bu deliğin içerisinden diskin dönmeye yön verecek olan bir motora bağlı bir mil geçirilmiştir. Bu deliğin hemen yanında mili monte etmek için kullanılacak olan 3 mm çapında bir delik oluşturulmuştur. Slaytların yerleştirileceği diskin çizilmesinin ardından, kullanılacak olan slaytlar diske yerleştirilmiştir (Şekil 4.3.(a)). Çözelti karıştırma haznesinin üzerine sistemin dönmeye sağlayacak olan motor ve elektronik kartın yer alacağı kapak görevini de gören düzenek tasarlanmıştır (Şekil 4.3.(b)).



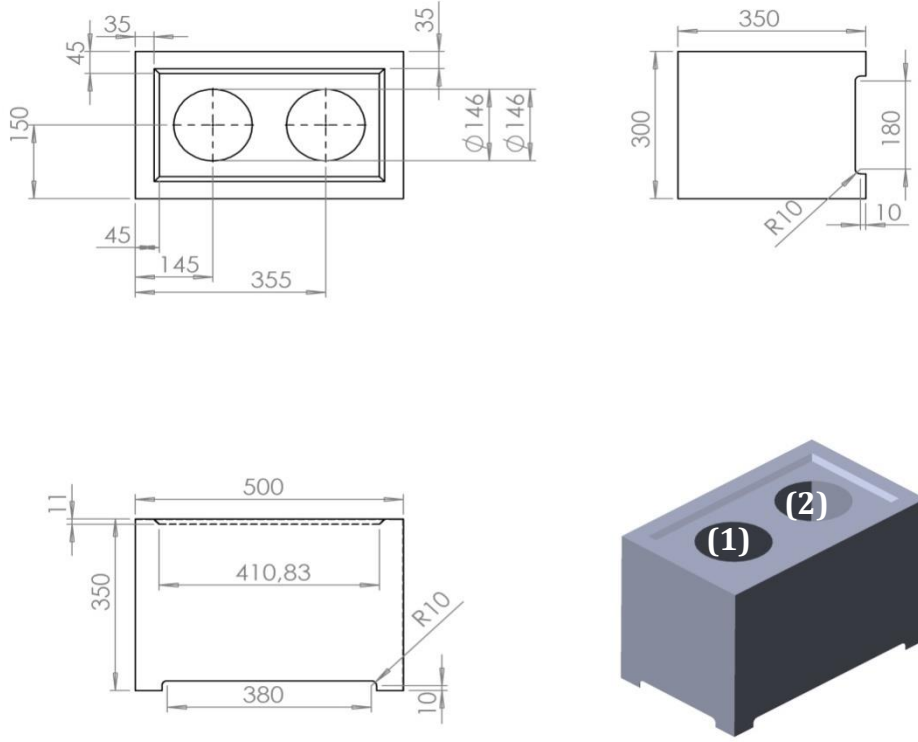
Şekil 4.3. Slayt ve motor yerleşim üniteleri.  
(a) Slaytların diske yerleşimi. (b) Motor ve elektronik kartın yerleşimi

Tasarlanan bu kapağın içerisine, karıştırma işini sağlayacak olan motor ve kontrol elektroniği yerleştirilmiştir. Yapılan bu çizimlerle dedektörlerin iz kazıma işlemine tabi tutulacağı çözelti haznesinin teknik çizimleri tamamlanmıştır (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Nükleer iz kazıma ünitesi çözelti haznesi.

Tasarlanan bu haznenin yapılmasının hemen ardından, hem iz kazıma işleminin hem de durulama işleminin yapılacağı ünitenin çizimi yapılmıştır (Şekil 4.5). Her iki işlemin yapılacağı yer için tek bir gövde kullanılmıştır.



Şekil 4.5. Nükleer iz kazıma ünitesi tasarımı.

Şekil 4.5.'te gösterilen (1) numaralı bölüm iz kazıma işleminin gerçekleştirileceği bölüm için ayrılmış olup çapı 146 mm dir. (2) numaralı bölüm ise, asidik ortamda durulama işleminin yapılacağı alan için ayrılmıştır. Bu işlemlerde kullanılan sıvıların üniteden boşaltılması için ise, her iki bölmede de tahliye hatları tasarlanmıştır.

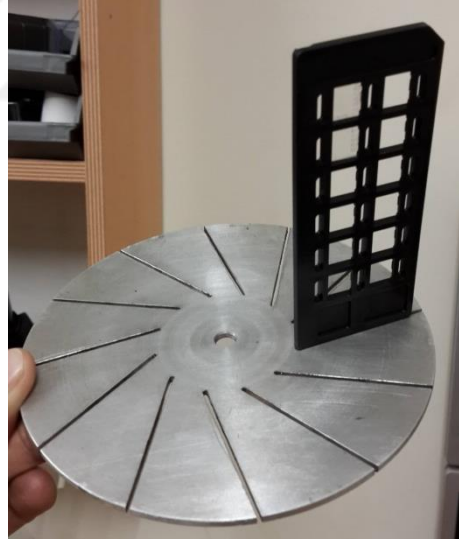
#### 4.1.2. Nükleer İz Kazıma Ünitesinin Üretimi

Yapılan çizimler doğrultusunda, ilk olarak alüminyum malzemeden disk üretimi yapılmıştır. Ancak, ilk test işleminde kullanılan %25 NaOH ile %75 saf sudan oluşturulan çözeltinin alüminyum diski tahrip ettiği gözlenmiştir. Çözeltinin zarar verdiği alüminyum malzeme, paslanmaz çelik bir malzeme ile değiştirilerek disk yeniden üretilmiştir. Daha sonra yapılan testlerde çelik malzemenin kullanılan çözelti ile tepkimeye girmediğini ve disk yüzeyinde herhangi bir aşınma olmadığı gözlenmiştir.

Diskin dönmesini sağlayacak olan motor ve buna bağlı olan mil yine paslanmaz çelik malzeme olarak seçilmiş montajı yapılmıştır (Şekil 4.6). Taşıyıcı disk üzerine 12 adet slayt yerleştirilebilmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.6. Dönmeyi sağlayacak olan motor ve paslanmaz mil.



Şekil 4.7. Diske yerleştirilen slayt.

Üretilen nükleer iz kazıma ünitesi bir seferde, 144 adet CR-39 dedektörüne iz kazıma işlemini yapmayı mümkün kılmaktadır. Kazıma işlemi yapılan bu dedektörler, üretilen sistemin hemen yan bölümündeki alanda yer alan asidik çözelti ortamına alınarak, dedektörler nötralize edilecektir. Bu sayede çözeltinin

dedektör yüzeyini daha fazla etkilenmesin önüne geçilecektir. Bu işlem 15-20 dakika süre boyunca devam edecektir.

Diskin hazırlanması ile sistemin hareketini sağlayacak olan motor ve elektronik kartı, bir kapak içerisine yerleştirilmiştir (Şekil 4.8.). Burada bulunan kartı yönlendirmek için kapağın üzerinde bir panel bulunmaktadır. Bu panel vasıtasıyla sistemin çalışma süresi ayarlanabilmektedir. Ayrıca, çözeltinin sıcaklığını ayarlamak için sistem üzerine bir termostat monte edilmiştir. Bütün parçaların sisteme monte edilmesiyle sistem iz kazıma işlemini yapabilecek duruma gelmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. Kapağa yerleştirilen motor ve elektronik kartı.



Şekil 4.9. Nükleer iz kazıma ünitesi.

Nükleer iz kazıma sistemi çalıştırılması ile her iki üniteye de deneme amaçlı su koyularak tahliye kanalları kontrol edilmiştir. Ortamda bulunan sıvıların tahliyesi Şekil 4.10.' da gösterilen tahliye hortumları vasıtasıyla yapılmaktadır. Kullanılan hortumlar daha önceden Sodyum Hidroksit (NaOH) ile etkileşip etkileşmediği kontrol edilmiş ve hortumların kullanılacak olan asit ve bazın tahliyesi için uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.10. Nükleer iz kazıma ünitesinin tahliye hattı

#### 4.2. Nükleer İz Okuma Ünitesinin Tasarlanması ve Üretilmesi

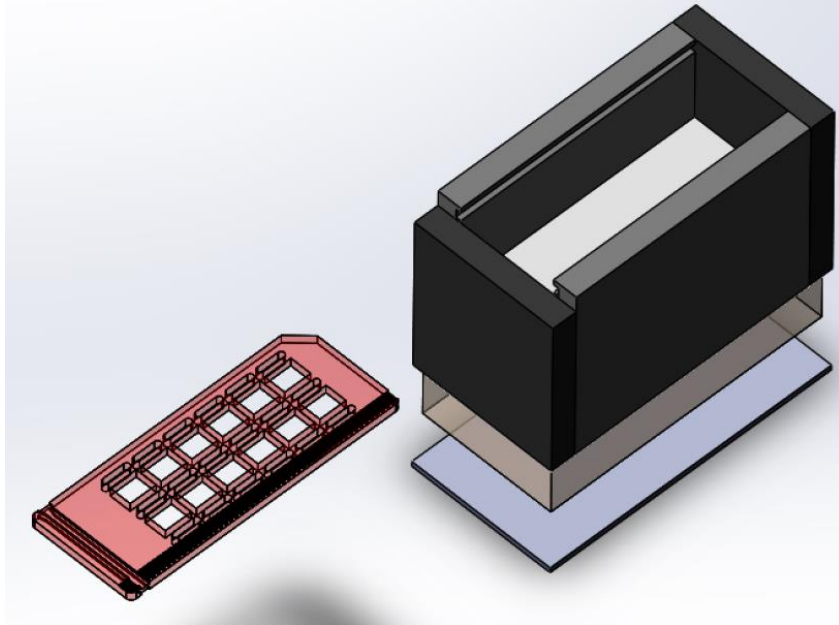
Nükleer iz kazıma işlemine tabi tutulan CR-39 dedektörlerinin üzerindeki alfa parçacıklarının bıraktıkları izler görünür hale getirildikten sonra, bu izlerin sayılarak radon konsantrasyonu hesaplamak mümkündür. İzlerin sayılabilmesi için mikroskobik özellikli bir kameraya ve kameranın monte edilebileceği, odaklama yapmayı da sağlayacak dikey eksen hareketli bir mekanizmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Üretilen bu sistemde üç eksenli (x,y,z) doğrusal hareketli bir mekanizma hazırlanmıştır. X eksenine üzerine, kullanılacak olan slaytın tam olarak yerleşebileceği şekilde bir yuva yapılmıştır. Bu yuvada yer alan dedektörü taramak için kamera z eksenine yerleştirilmiştir. Hareketli olan x eksenine de y eksenine üzerine monte edilmiştir. Eksenlerin monte edilmesi ve sistemin

kontrolünü sağlayacak yazılımın tamamlanmasıyla nükleer iz okuma ünitesi hazır hale getirilmiştir.

#### 4.2.1. Mekanik Tasarım

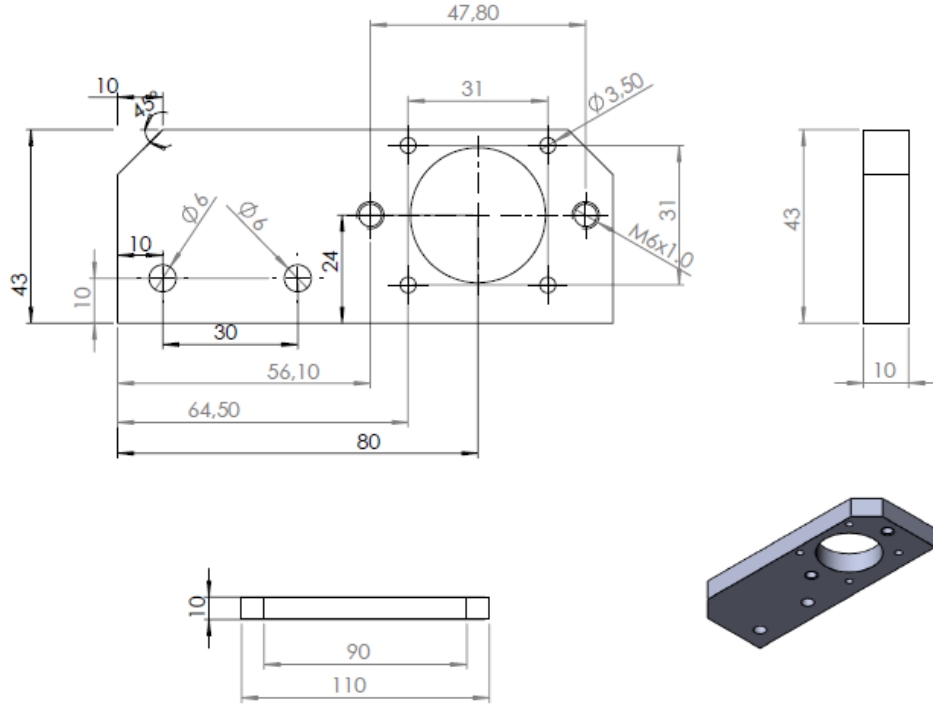
Tasarıma başlamadan önce tasarım için gerekli hesapların yapılması ve buna uygun olarak tasarımın planlanması önemlidir. Örneğin; slaytın boyutları, bu slaytın monte edileceği yatağın ebatları üste yerleştirilecek olan kameranın büyüklüğü ve yüksekliği, kameranın slayt yüzeyini tamamen tarayabilmesi için gerekli olan x ve y eksenlerindeki hareket miktarı, kameranın büyütme katsayısına bağlı olarak slayttan olan uzaklığı gibi bilgilerin ilk olarak planlanması gerekmektedir. Buna bağlı olarak ilk tasarlanan ünite slaytların yerleştirileceği yuvadır.

Nükleer iz okuma sistemi için öncelikle okunacak olan CR-39 dedektörlerinin yerleştirileceği yuva tasarımı yapılmıştır (Şekil 4.11.). Bu yuva aynı zamanda alttan aydınlatma sağlayabilecek özellikte tasarlanmıştır.

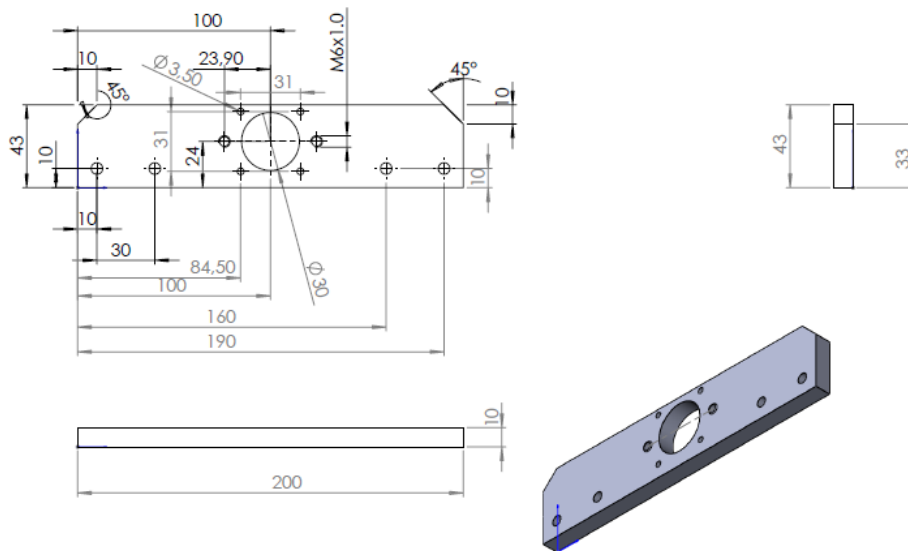


Şekil 4.11. Slaytlarının yerleştirileceği yuva

Slaytların bu şekilde yerleştirilmesi ile z ekseninde yer alan bir USB mikroskop kamera yardımı ile slayt üzerinde yer alan 12 adet dedektörün otomatik olarak okunması sağlanacaktır. X ve Y eksenlerinin hareketi için NEMA 17 tipi step motor kullanılması planlanmıştır ve bu motora uygun bağlantı noktaları tasarlanmıştır (Şekil 4.12 - 4.13 )

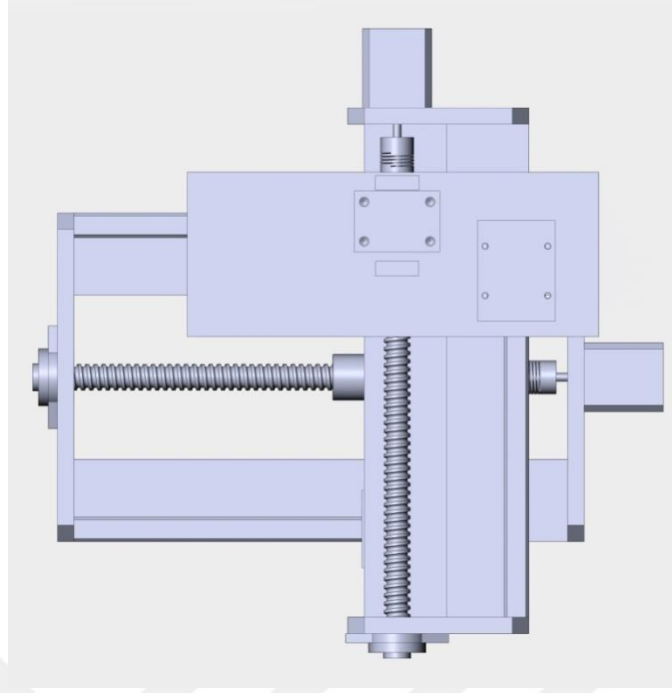


Şekil 4.12. X eksenli motor bağlantısı



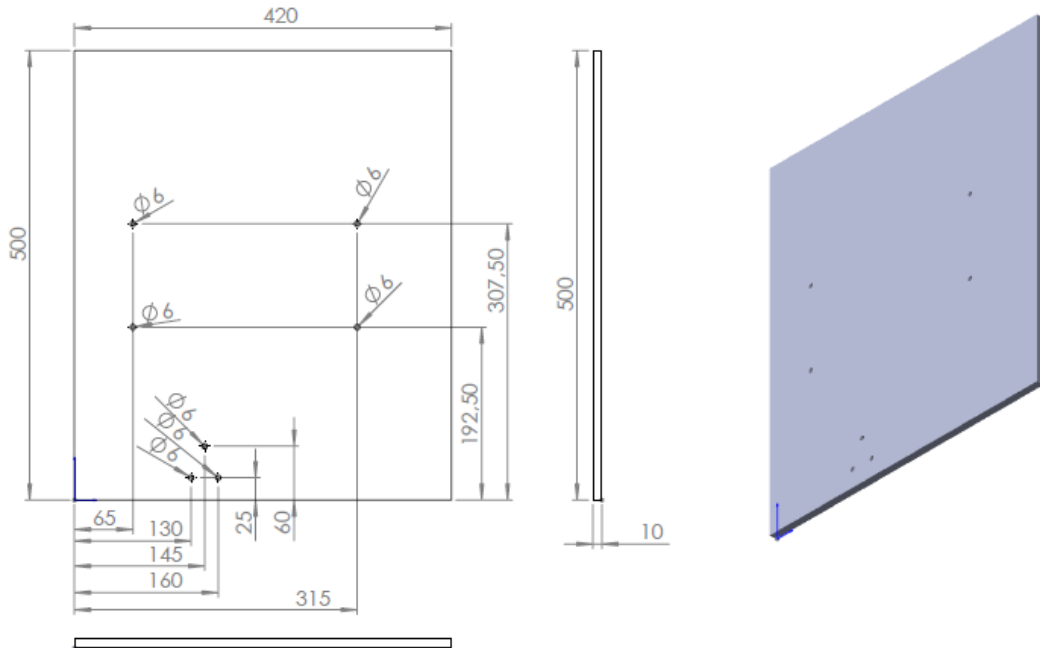
Şekil 4.13. Y eksenli step motor bağlantısı





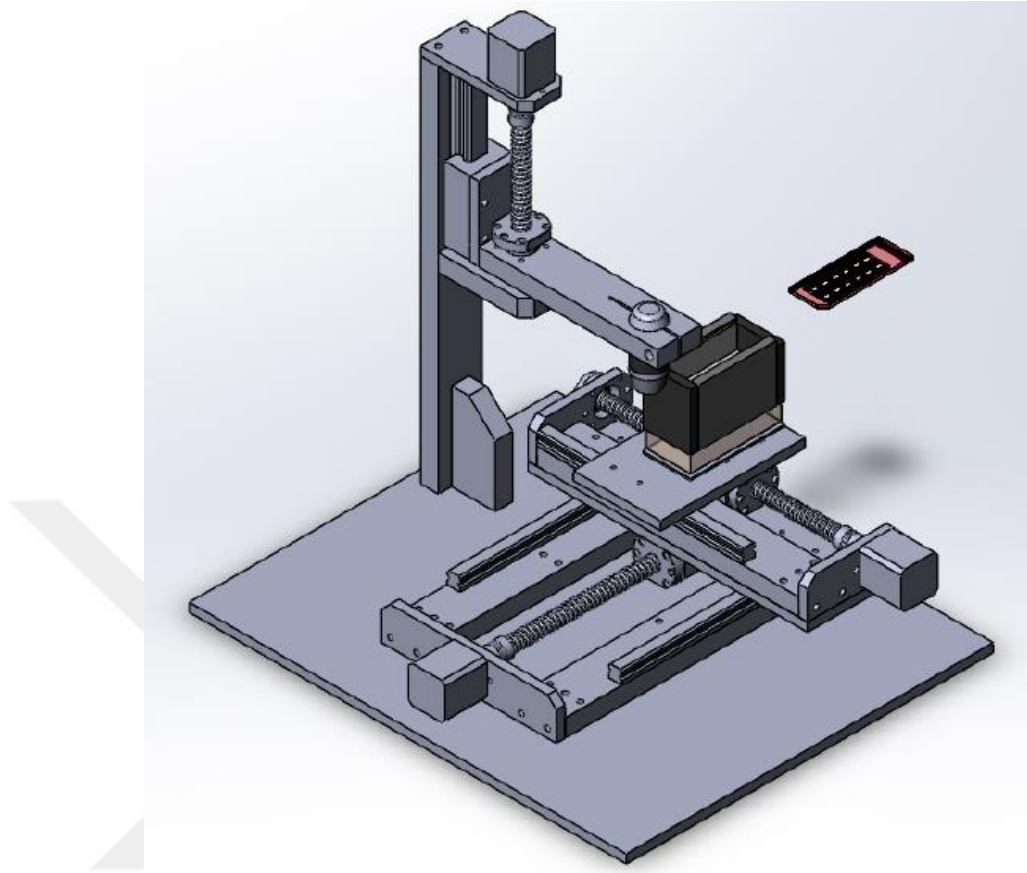
Şekil 4.16. X ve Y eksenin birleştirilmiş hali.

Nükleer iz okuma ünitesi üç eksenenden oluşmaktadır (x,y,z). Bu eksenler bir tabla üzerinde yer alacağından dolayı son olarak tablanın tasarımı yapılmıştır. Tasarımda tablanın ölçüleri üç ekseninde yerleşimine uygun şekilde 500x420x10 mm olarak hazırlanmıştır (Şekil 4.17.).



Şekil 4.17. Nükleer iz okuma ünitesinin alt tablası

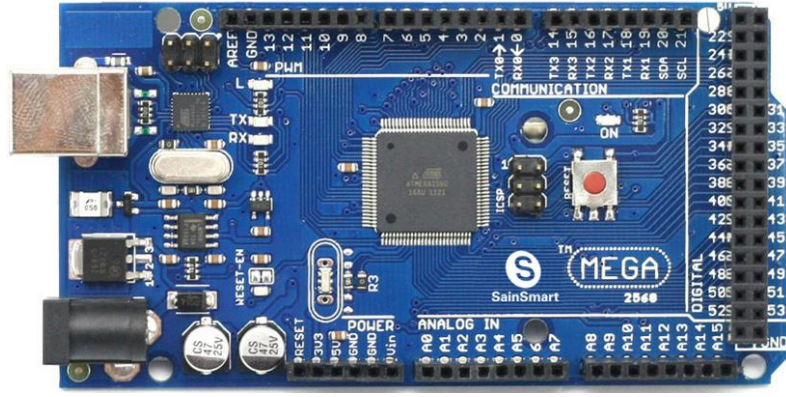
Tasarlanan tabla üzerine x,y,z eksenleri monte edilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Nükleer iz okuma ünitesi tasarımı

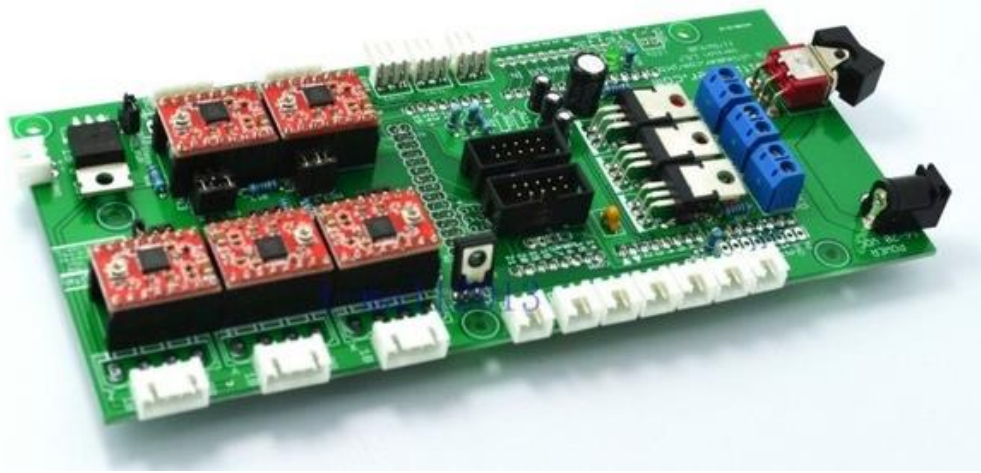
#### 4.2.2. Elektronik Kontrol Ünitesi

Üretilen sistemin hareket edebilmesi için iki tane temel elektronik kart kullanılmıştır. Bu kartlardan ilki açık kaynak kodlu Arduino Mega 2560 R3 kartıdır (Şekil 4.19.). Arduino kartları bir Atmel tabanlı mikrodenetleyici ve diğer devrelere bağlantı için gerekli yan elemanlardan oluşur.



Şekil 4.19. Arduino Mega 2560 R3 Kart.

Şekilde görülen Arduino kart üzerine çevre birimlerinin ve motor sürücülerin kontrolünü sağlayacak bir bağlantı kartı sisteme monte edilmiştir. Bu kart aracılığıyla sistemin beslemesi, sensörler ile haberleşmesi, motor sürücülerin kontrolü sağlanmaktadır. Ayrıca, alt aydınlatma kontrolleride yine bu kart aracılığıyla yapılmaktadır (Şekil 4.20).



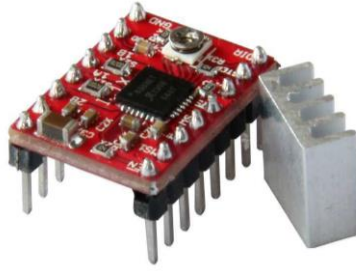
Şekil 4.20. Ultimaker kart.

Ultimaker ara bağlantı kartı üzerine Pololu a4988 modeli mikro step motor sürücü kartı takılmıştır (Şekil 4.21). Bu motor sürücü kartı 1/16 lık mikrostep adıma göre ayarlanmıştır. Kullanılan motor nema17 modeli 0.9 derecelik step motordur. Sisteme monte edilen mil, 5 mm hatveye sahip bir doğrusal hareket milidir. Bütün sistemin doğrusal hareket mekanizmasını matematiksel olarak modellersek;

$$\text{Tam tur için adım sayısı} = \frac{360^0}{\text{Motorun açısı}} \times \text{Adım sayısı} \quad (4.1)$$

$$\text{Tam tur için adım sayısı} = \frac{360^0}{0,9} \times 16 = 6400$$

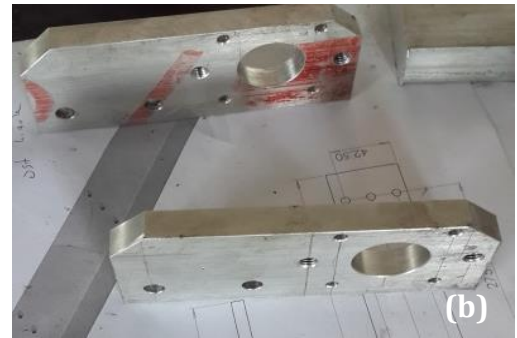
Mil hatvesi 5 mm olduğundan dolayı 1 mm hareket için atılması gereken adım sayısı =  $6400/5 = 1280$  adım olmaktadır.



Şekil 4.21. A4988 mikro step motor sürücü kartı.

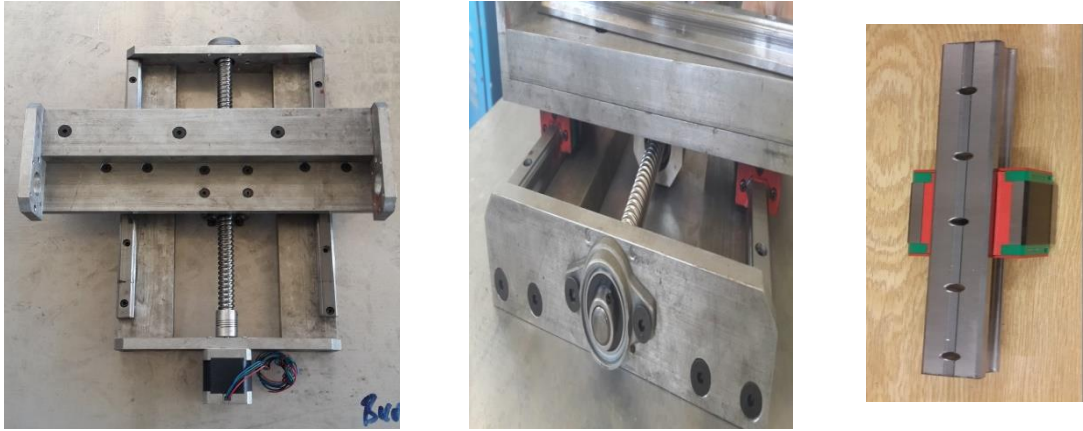
#### 4.2.3. Nükleer İz Okuma Ünitesinin Üretilmesi

Tasarımı yapılan parçaların, öncelikli olarak sistemin hareketini sağlayacak olan step motor bağlantı yuvaları, tüm eksenler için ayrı ayrı alüminyum malzemeden yaptırılmıştır (Şekil 4.22.).



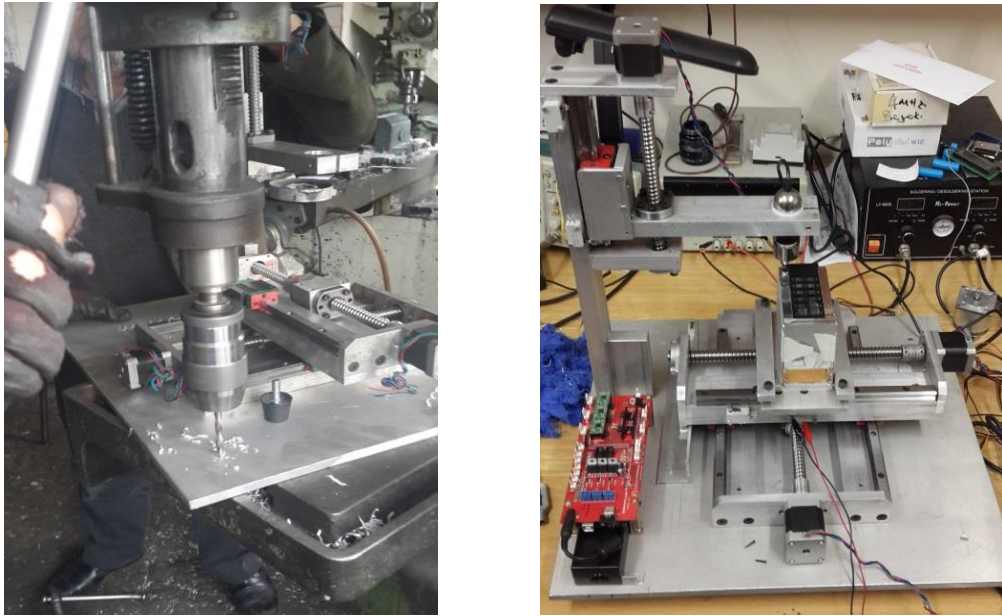
Şekil 4.22. a) x ekseninde motor yuvası b) y ekseninde motor yuvası

X ve Y eksenlerine motorların konulacağı bağlantı yuvaları ve eksenlerin hareketini sağlayacak olan lineer kızaklar monte edilmiştir (Şekil 4.23.).



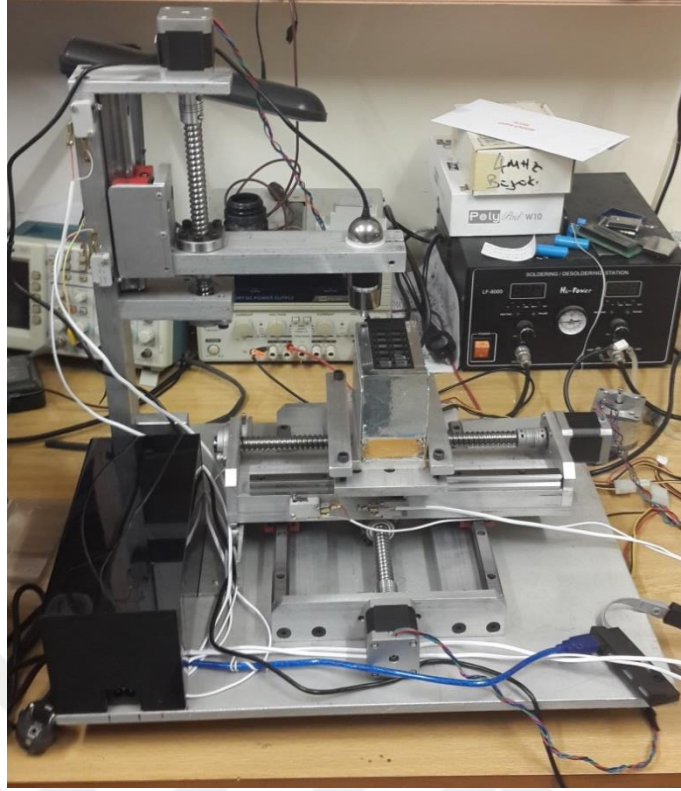
Şekil 4.23. X ve Y eksenlerinin montajı

Kızakların monte edilmesinin hemen ardından z ekseni tabla üzerine monte edilmek üzere hazırlanmıştır. Z ekseninin montajından sonra sistemin hareketini sağlayacak olan elektronik kontrol kartının yuvası da tabla üzerine monte edilmiştir (Şekil 4.24.) .



Şekil 4.24. Montaj tablasının kullanıma hazır hale getirilmesi ve montajı

Bütün sistemin hareketini sağlayacak olan elektronik karta bir koruyucu bir kapak yapılarak, nükleer iz okuma sistemi son haline getirilmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Nükleer iz okuma ünitesi ön montajı ve hareket testleri

#### 4.2.4. Kontrol ve Görüntü İşleme Yazılımı

Tasarımı yapılan okuyucu sistemin direk kontrolü için hem mikrodenetleyici kontrollü devrelerin gömülü sistem yazılımı, hem de uzak erişim ve kontrol yazılımlarının hazırlanması gerekmektedir.

Gömülü yazılımlar (mikrodenetleyici yazılımları) elektronik kart üzerinde bulunan donanımların kontrolü ve haberleşme için gereklidir. Step motor sürücü kartlarının kontrolü, limit anahtarlarının durumlarının belirlenmesi, aydınlatma kontrolü gibi işlemler gömülü yazılımlar sayesinde yapılmaktadır.

Bunun haricinde imalatın bilgisayar tarafında ise, iki tip yazılımdan bahsetmek mümkündür. Bunlardan birincisi okuyucu cihazın elektronik kontrolüne yönelik yazılım, diğeri ise okuma işlemini sağlayacak görüntü işleme ve değerlendirme yazılımıdır.

#### 4.2.4.1. Çapraz platform yazılım geliştirme

Günümüzde teknoloji ile birlikte bilgisayar ve bilgisayar temelli cihazların hem kalitesi hem de çeşitliliği artmıştır. Buna bağlı olarak işletim sistemlerinde farklılıklar oluşmuştur. Gömülü sistemlerde temelde işletim sistemi kullanılmadan gömülü yazılım üzerinden sistem kontrol edilir. Fakat daha genel amaçlı üretilen gömülü cihazlarda daha sağlam işletim sistemlerinin geliştirilmesine bağlı olarak işletim sistemlerinin kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Gömülü sistemlerde kullanılan işletim sistemlerine gerçek zamanlı işletim sistemleri (RTOS- Real Time Operating System) adı verilir. Bunların haricinde; Windows CE, JavaOs, Mobillinux, PalmOS, Windows XP Embedded, Android gibi işletim sistemleri de geliştirilmiştir.

Buna bağlı olarak geliştirilen yazılımın farklı işletim sistemlerine sahip cihazlarda da çalışabilmesi sorunu ortaya çıkmıştır. Bütün işletim sistemleri için olmasa da bazı işletim sistemlerinde bu sorunu iki yolla çözülmeye çalışılmıştır. Tek bir kaynaktan hazırlanıp derlenen yazılım farklı işletim sistemlerinde runtime modülleri ile çalıştırılabilmesi mümkündür veya kod her işletim sistemi içinde ayrı ayrı derlenerek o işletim sistemine ait çalışabilir dosya üretilmesi şeklinde çözüm bulunmuştur. Java programı tek bir üretilen kodun runtime modülleri ile farklı işletim sistemlerinde çalıştırılmasını mümkün kılmaktadır. Windows Compact Framework ise Windows tabanlı ve Microsoft mobil işletim sistemlerinde derlenmiş bu kodların çalıştırılması sağlamaktadır. Fakat bu kodlar Linux üzerinde çalıştırılmaz (BT Grubu, 2013).

Birden fazla platformda yazılım geliştirmek için ya her işletim sisteminde ayrı bir programlama dilini kullanarak yazılım geliştirmesi gereklidir ya da hibrid bir uygulama geliştirerek sorunu çözmek gereklidir.

Native kod; ilgili işletim sistemi üzerinde derlenen, o işletim sistemi ile tam uyumlu uygulamalar için kullanılan bir terimdir. Web uygulaması ile web gösterici ile kullanılan uygulama yazılımlarının bir kısmında native kod özelliklidir. İki uygulama şekli arasındaki en önemli fark native uygulamaların

aygıtın yerel işlevlerine yüzde yüz erişim sağlaması ve daha performanslı olmasıdır. Ancak; PhoneGap gibi Web-To native wrappers uygulamalarında olduğu gibi pek çok farklı işletim sisteminde, aygıt yerel işlevlerinin pek çoğuna ulaşabilmektedir. Buna karşın, web tabanlı geliştirmenin de aynen internet uygulamalarının geliştirilmesinde olduğu gibi tarayıcı farklılıklarından ötürü sıkıntıları bulunmaktadır.

Günümüzde hazırlanan yazılımların çoklu platforma iletebilen yapıya sahip olması istenmektedir. Geliştiricilerin karşılaştığı problem, zaman ve zengin içerikli modern uygulamaları yerel UX duyarlılığı ve performansı ile farklı işletim sistemleri ve sürümlerine iletebilmek için gerekli kaynak altyapısına sahip olması gerekmektedir. Bu noktada Firemonkey FM2 devreye girmektedir. Firemonkey FM2 tek kod kaynağı kullanan, Windows 8 ve Mac OS X Mountain Lion için görsel olarak çekici girişim sınıfı ve bağımsız yazılım sağlayıcı (ISV) paket uygulamaları üreten bir yönetimsel uygulama platformudur (BT grubu, 2013).

Giderek artan bir şekilde, girişimciler ve tüketiciler uygulama satın alma kararlarını uygulamanın hem Windows hem de Mac desteğine bakarak vermektedirler. Ayrıca, son kullanıcılar görsel açıdan çekici kullanıcı deneyimi yaşamak istemektedir. Profesyonel tasarlanmış stiller ile kusursuz pikseli kullanıcı ara yüzleri, çok dokunulu desteğe sahip yaygın mimiklere dâhili erişim, grafik işlemci birimi (GPU) ile güçlendirilmiş vektör merkezli kullanıcı ara yüzü, bütünüyle programlanabilir animasyonlara ve efektlere sahip grafiklere sahip bir programlama alt yapısını firemonkey sunmaktadır.

Firemonkey ayrıca taşınabilir platformlar için de çözümler sunmaktadır. Android ve IOS işletim sistemlerinde çalışacak programlarda firemonkey ile geliştirilebilmektedir. Yazılan tek kodun farklı işletim sistemlerinde direk olarak derlenebilmesi, ayrı ayrı birbirinden bağımsız yazılım geliştirme sorununa çözüm olmaktadır. Tek bir kod kaynağı ile farklı işletim sistemlerinde çalışabilen yazılımlar yazılımcının zamanını sadece uygulamaya vermesini

sağlamaktır. Böylece bir işletim sistemi için yapılan düzenlemenin tek tek diğer işletim sistemleri içinde yapılmasına gerek kalmamaktadır (Kalaycı A.G., 2014).

#### **4.2.4.2. Görüntü işleme teknikleri**

Görüntü işleme yazılımı otomasyon yazılımı ile tümleşik olarak tasarlanmıştır. Sayısal mikroskoptan usb üzerinden gelen görüntü bilgilerinin gerçek zamanlı olarak bilgisayar ekranında görüntülenmesi ve görüntü üzerine uygulanacak filtreleme ve odak kalitesinin hesapları, metrik ölçümler bu yazılım aracılığı ile yapılmaktadır. Yazılım, kenar belirleme filtreleri ile birlikte renk geçiş keskinliklerinin hesabını yaparak görüntünün odaklama kalitesini belirlemektedir. Görüntü işleme yazılımı bu fonksiyonlara ek olarak görüntülerin saklanması, görüntü birleştirme, mikroskobik görüntülerden video görüntüsü oluşturma gibi özellikler de mevcuttur.

Görüntü işlemede birçok teknik mevcuttur. Bu teknikler içinden yapılacak işe en uygun olan teknikler bu işlem için sırası ile kullanılmaktadır. Görüntü işlemede kullanılan en temel işlem evrişim filtresidir. Evrişim filtresi, matris yapısındaki filtre çekirdeğinin görüntü üzerinde hareket ettirilerek, görüntü piksellerin değerlerinin tek tek filtre çekirdeği değerleri ile karşılıklı çarpılıp, çarpımların toplamının alınması şeklinde gerçekleştirilir.

Çizelge 4.1'de verilen 3x3 filtre çekirdeğinin alanlarının toplamı  $1+1+1+1+1+1+1+1+1=9$  'dır. Toplam sıfır çıkarsa bölme oranı 1 kabul edilir. Sıfırdan farklı bir değer çıkarsa bölme oranı olarak çıkan değer alınır. Çizelge 4.1'de verilen çekirdek için bölme oranı 1'dir. Bölme oranı belirlendikten sonra filtre çekirdeği resim üzerinde 0x0 noktasının üzerine yerleştirilir ve çekirdeğin her hücresi görüntü üzerindeki hücreler ile tek tek çarpılır ve çarpımlar toplanır. Toplam değer daha önce elde edilen bölme değerine bölünür ve sonuç çekirdeğin ortasına gelen görüntü hücresine yazılır. Bu işlem filtre çekirdeği bir sağa kaydırılarak çekirdek tüm görüntü üzerinde hareket ettirilerek devam edilir (Kalaycı A.G., 2013)

Çizelge 4.1. Görüntü filtresi çekirdeği

|   |    |   |
|---|----|---|
| 1 | 1  | 1 |
| 1 | -8 | 1 |
| 1 | 1  | 1 |

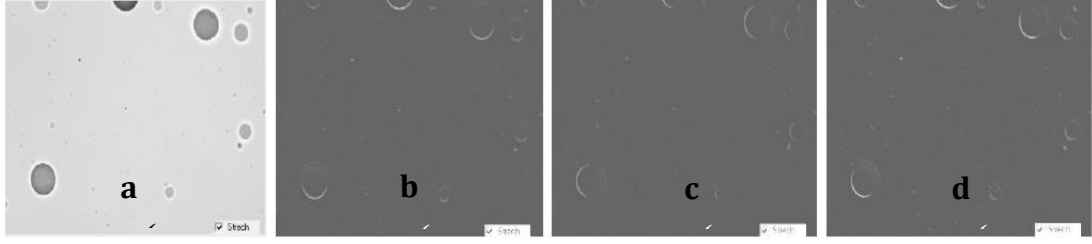
$$f(x, y) * h(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n)h(x - m, y - n) \quad (4.2)$$

Bu örnekte evrişim filtresinin çarpım değeri  $15 \times 1 + 15 \times 1 + 17 \times 1 + 15 \times 1 + 15 \times -8 + 17 \times 1 + 17 \times 1 + 17 \times 1 + 15 \times 1 = 8$  olarak hesaplanır ve merkez değeri ise  $8 / 1 = 8$  olarak bulunur ve asıl görüntüde  $1 \times 1$  adresinde bulunan 15 yerine 8 değeri yazılır. Bu işlem tüm görüntü alanı üzerinde tekrar edilir. Kenar belirleme işleminde keskinlik (sharpness) filtresi uygulanır (Şekil 4.26). Filtreyi oluşturan  $H_x$  ve  $H_y$  çekirdekleri ayrı ayrı görüntü üzerine uygulanarak X ve Y eksenindeki kenarları elde edilir.

$$H_x = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & -6 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad H_y = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Şekil 4.26. Keskinlik filtresi

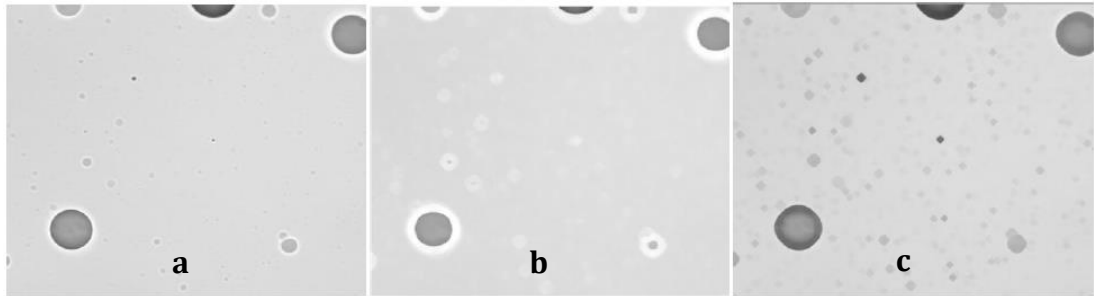
$H_x$  ve  $H_y$  çekirdekleri gerçek zamanlı görüntüye uygulandığında gerçek görüntü üzerindeki renk geçişleri keskinleştirilmiş ve görüntünün bir renk geçiş haritası elde edilmiştir. Görüntüde kenar olmayan alanlar siyaha yakın renk ile gösterilmektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Görüntü filtreleri

**a.** Gerçek zamanlı görüntü, **b.** Yatay filtre uygulanmış görüntü, **c.** Dikey filtre uygulanmış görüntü, **d.** Yatay ve dikey filtre beraber uygulanmış görüntü

Görüntü üzerine ayrıca erozyon ve genişleme filtrelerinin uygulanması gereklidir. Erozyon filtresi gerçek zamanlı görüntü üzerinde mevcut olan izlerin zemin ile birleşim noktalarının daha net ayrılabilir olmasını sağlar. Bunun için Çizelge 4.1’de gösterilen çekirdek görüntü üzerinde gezdirilir. Bu sefer evrişim filtresinden farklı olarak çekirdek içi işlemlerde çarpım sonucu elde edilen en yüksek değer çekirdeğin merkezine yazılır. Bu sayede çekirdek merkezi ile çekirdek kenarları arasındaki farkın en büyük olması sağlanır. Genleşme filtresinde ise, bu işlemin tam tersinin uygulanması gereklidir. Çekirdek çarpımlarının en küçüğü merkez içine yerleştirilerek çekirdek kenarları ile aradaki farkın en küçük olması sağlanır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Uygulanmış görüntü filtreleri

**a.** Gerçek zamanlı görüntü, **b.** Erozyon filtresi uygulanmış görüntü, **c.** Genleşme filtresi uygulanmış görüntü

Çizelge 4.2. Filtre Çekirdeği

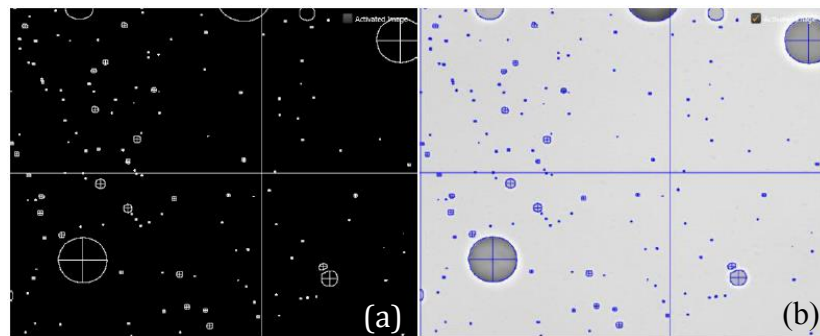
|   |   |   |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |

Görüntülerdeki izlerin tek başına bırakılması için ise kendi geliştirdiğimiz renk konsantrasyonu ile ayrıştırma yöntemini uygulanmaktadır. Bu yöntem ile zemin görüntüsü asıl görüntüde bulunan izlerden ayrılarak beyaz bir zemin bırakılması sağlanmaktadır. Bu yöntem ile hem zeminde istenmeyen görüntü parçalarının temizlenmesi sağlanmakta hem de belirli bir boyutun altındaki görüntü parçaları da bu yöntemle ayıklanmaktadır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Renk konsantrasyonu ayrıştırma yöntemi uygulanmış görüntü

Gerçek görüntü üzerine en son olarak kenar bulma işlemi uygulanır (Şekil 4.30.). Bu işlem ile gerçek zamanlı görüntü üzerinde yer alan izler görüntü üzerinden ayrılarak kenarları ile yeniden belirlenir. Bu sayede görüntü üzerindeki izlerin tam yeri ve sayısı belirlenmiş olur.



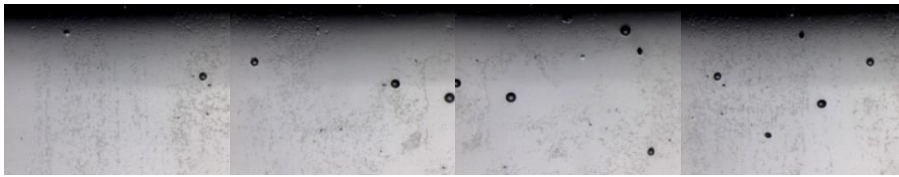
Şekil 4.30. Kenar belirleme işlemi

Şekil 4.30(a)'da Kenar belirleme işlemi ile bulunan kenarlar (b)'de ise Bulunan kenarların gerçek görüntü ile birleştirilmesi gösterilmektedir. Son olarak bulunan izler büyüklüklerine ve renk konsantrasyonuna göre listelenerek alan radyasyon şiddeti hesaplanır.

#### 4.2.4.3. Otomasyon modülü

Bilgisayar yazılımını temelde iki ayrı kısımda incelemek gereklidir. Bunlardan ilki otomasyon yazılımı kısmıdır. Otomasyon yazılım kısmında öncelikle mikroskop kameranın özelliklerine uygun kamera kontrol modülü yazılımı hazırlanmıştır. Bu yazılım kamera ile işletim sistemi arasında köprü kurarak yazılım tarafından kameranın özellikleri kontrol edilebilmektedir. Örneğin kameranın parlaklık ve kontrast ayarları, görüntü çözünürlüğü, otomatik pozlandırma değerleri, frame değerleri gibi ayarlar bu modül yardımı ile gerçekleştirilir.

Kameranın büyütme katsayısı değiştikçe kameradan alınan görüntüdeki alanın büyüklüğü değişir. Örneğin 390x büyütme katsayısında bir seferde kameradan alınan görüntü 1mm<sup>2</sup> ise büyütme katsayısı 470x'e değiştirilirse bu alan 0.3 mm<sup>2</sup> ye kadar düşer. Bu durumda, dedektörün yüzeyinin tam olarak taranabilmesi için kameranın dedektör üzerinde nasıl ve hangi adımlar ile hareket etmesi gerektiğinin hesaplanması gereklidir. Bu hesaplanan değerlere göre hareket haritasının oluşturulması yine yazılım aracılığı ile yapılmaktadır. Ayrıca bu hesaplamanın yapılması sırasında görüntü birleştirme işlemi yapılması için görüntülerin üst üste geldiğinde belirli kısmın ortak olması gereklidir. Bunlarında hesaba dahil edilerek haritanın yenilenmesi gereklidir.



Şekil 4.31. Ardışık taranan görüntüler

Şekil 4.31'de çekilmiş resimlere bakarsak; bunların birbirinin devamı niteliğinde olduğunu rahatlıkla anlayabiliriz. Örneğin a resminin sağında yer alan nokta aynen b resminin solunda yer almaktadır. İki resim birleştirilirken referans olarak bu nokta alınmaktadır. Aynı şekilde b resminin sağında yer alan iki nokta c resminin solunda yer almaktadır.

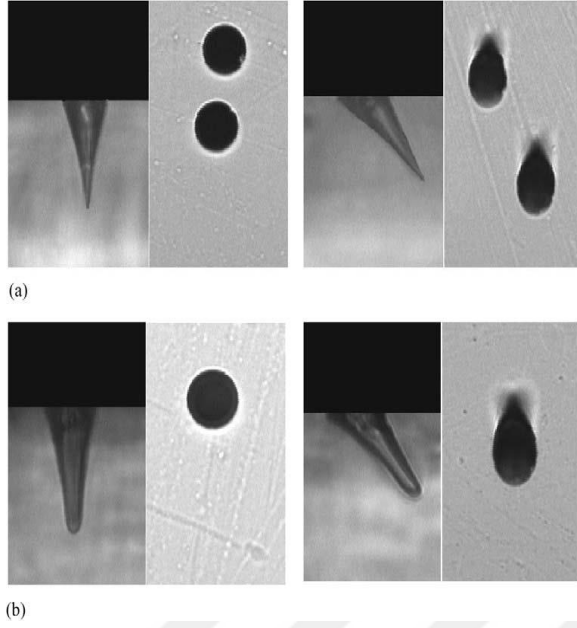
Bu hesaplamalara göre, bir tam resim elde etmek için yaklaşık 176 resim çekilmesi gerekmektedir. Çekilen resimlerin birleştirilmesi ile elde edilen tam görüntü işleme yazılımları ile değerlendirilmektedir.

Makinenin hareket haritası uluslararası standart olan gcode haline çevrilir. Bu kodlar makine için hareket ve çalışma yöntemlerini içerir. M82 kodu cihazın X,Y,Z eksenlerinde limit sınırlarına makineleri taşır. Böylece cihaz başlama konumuna alınmış olur. Örneğin x eksenini tabla üzerinde 140mm uzağa almak isteniyorsa G1 X140 komutu verilerek X eksenini hareket eder ve istenen konuma kamera taşınır.

Üç boyutlu okuma ünitesinin kontrolü için GCode denilen haberleşme algoritması kullanılmaktadır. Bu algoritma her tip tezgah (cnc, freze, dik işleme, torna, erozyon vb.) için kullanılabilen standart bir haberleşme protokolüdür (Kalaycı A.G, 2014).

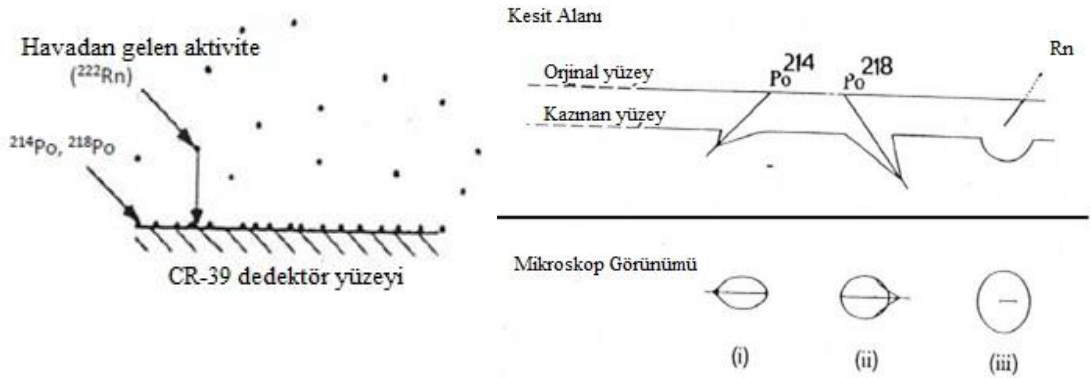
#### **4.2.4.4. Görüntü işleme ve değerlendirme modülü**

Görüntü işlemede dikkat edilecek hususların başında dedektör üzerinde gözlemlenen deliklerin niteliği ve özellikleri gelir. Elektron mikroskobu ile dedektörler incelendiğinde, dedektör yüzeyine çarpan alfa parçalarının çarpış açısına ve enerjisine göre yüzeyde oluşturdukları delikler ve yönleri Şekil 4.32.'de görülmektedir (B. Dorschel, vd. 2003).



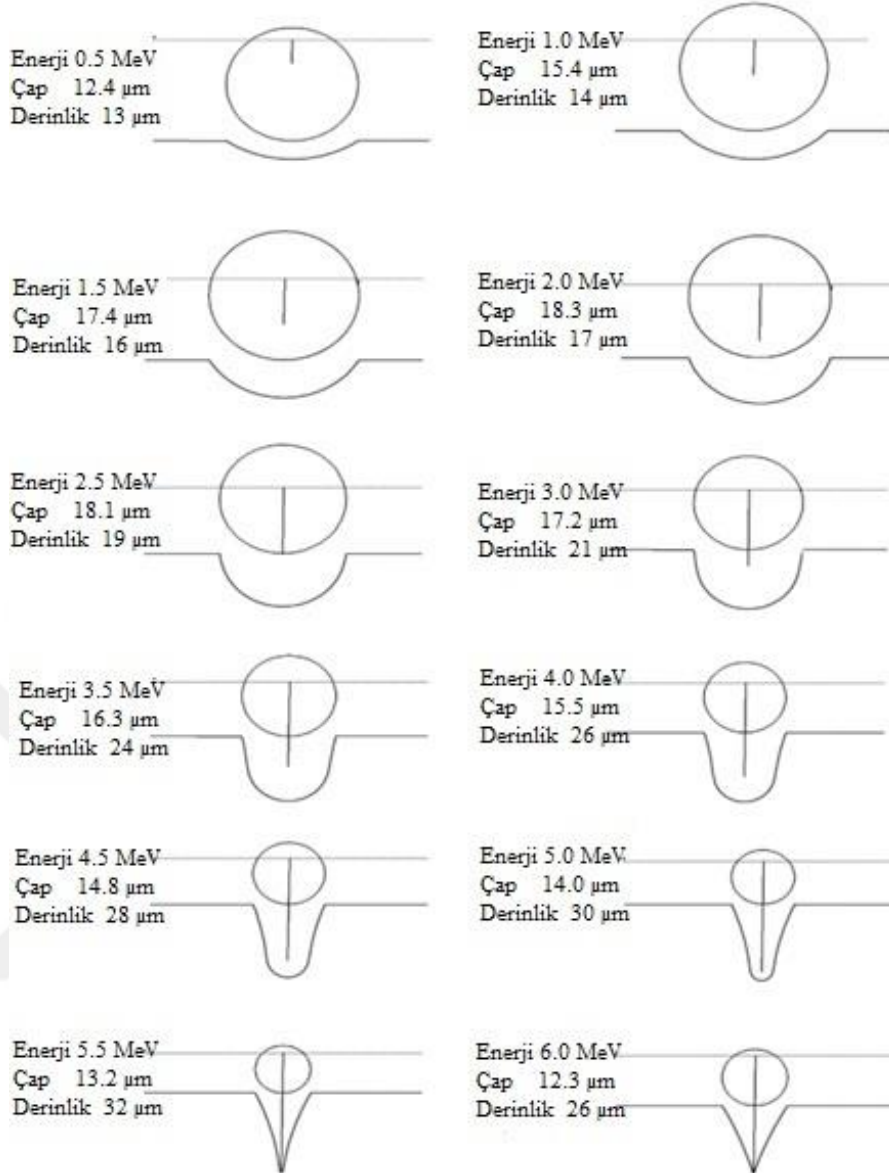
Şekil 4.32. EM altında izlerin çarpış açlarına göre görünümü

Eğer alfa parçası yüzeye dik olarak çarparsa oluşan delik dam dairesel olarak görünür. Eğer eğimli olarak çarparsa oluşan deliğin de şekli değişir. Ayrıca enerjinin miktarına göre de oluşan deliğin ucundaki sivrilik değişir. Eğer enerji miktarı fazla ise delik daha derine gider ve ucu daha sivri olmaktadır. Enerji miktarı azaldıkça deliğin ucu daha yuvarlak bir hal almaktadır.



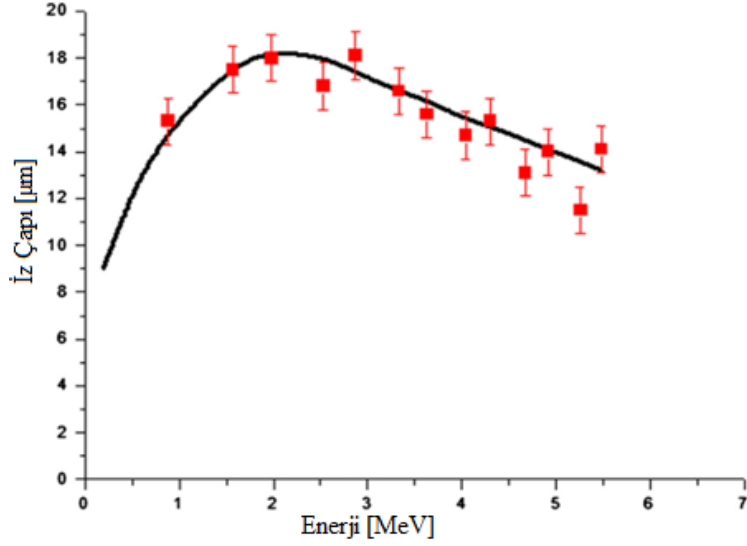
Şekil 4.33. CR-39 üzerinde oluşan izler  
(Arden Cr-39 for Measuring Exposure to Radon Course Note)

Şekil 4.33'te  $^{222}\text{Rn}$ ,  $^{214}\text{Po}$  ve  $^{218}\text{Po}$ 'dan gelen alfa parçacıklarının CR-39 dedektörünün yüzeyi ile etkileşimini, ayrıca radon ve radonla ilişkili olan  $^{214}\text{Po}$  ve  $^{218}\text{Po}$ 'in bıraktığı izleri göstermektedir.



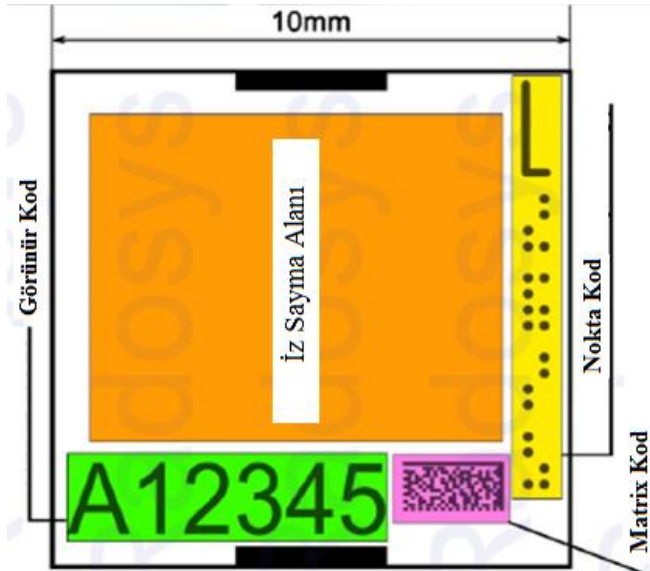
Şekil 4.34. Enerjisine göre alfa parçacığının bıraktığı izler  
(Imme G., vd. 2013)

Radonun 5.48 MeV enerjili alfa radyasyonu yayarak bozulan radyoaktif bir element olduğu göz önüne alındığında, yaklaşık olarak Şekil 4.34'te yer alan 5.5 MeV enerjisinde 13,2  $\mu\text{m}$  çapında ve 32  $\mu\text{m}$  derinliğinde yer aldığı gibi bir iz gözlenmesi (EM altında) beklenmektedir. Ayrıca, düşük enerjili alfa parçacıklarının dedektör yüzeyi üzerinde fazla girici olmadığı ve bıraktığı izlerin çapının büyük olduğu görülmektedir (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Enerjisine göre alfa parçalarının bıraktığı izlerin dağılımı (Imme G., vd. 2013)

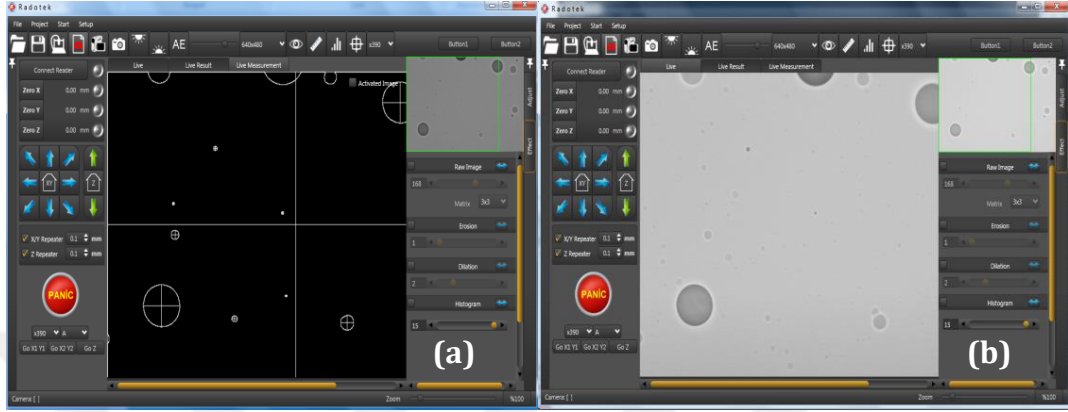
Dedektör yüzeyi farklı görevleri olan alanlardan oluşur. Şekil 4.36'da bu alanlar görülmektedir. Dedektör üzerinde lazer ile kazınmış dedektörün kod numarası, bu numaranın noktalar ile gösterimi, bazı dedektörlerde ayrıca matrix kodlama bulunur. Bunun haricinde kalan kısım ise okuma için ayrılmış alandır.



Şekil 4.36. CR-39 dedektör yüzeyi

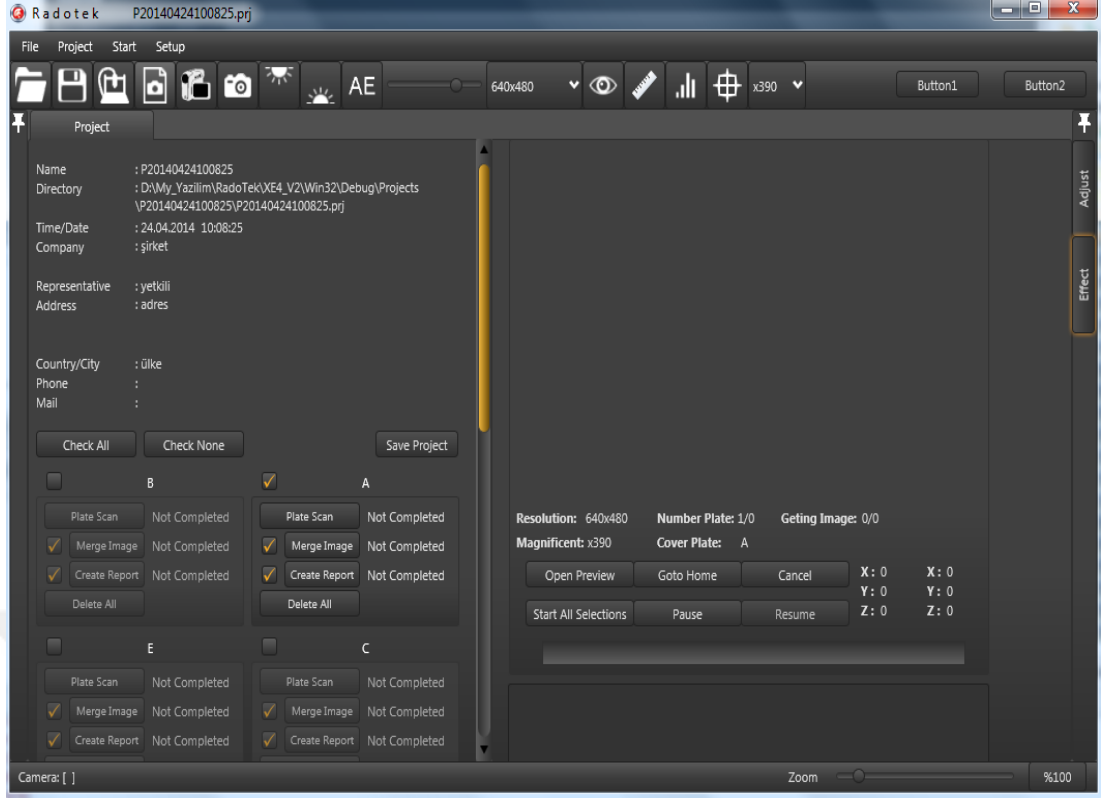
Görüntü işleme yazılımı gerçek zamanlı modül ve değerlendirme modülü olmak üzere iki kısımda incelenebilir.

Gerçek zamanlı modül kameradan alınan görüntülerin direk olarak işlenmesi ve sonuçların gerçek zamanlı olarak ekranda görüntülenmesini sağlar. Ayrıca; görüntü efektleri ve filtreler uygulanarak görüntü üzerinde düzenleme yapılmasını sağlar.



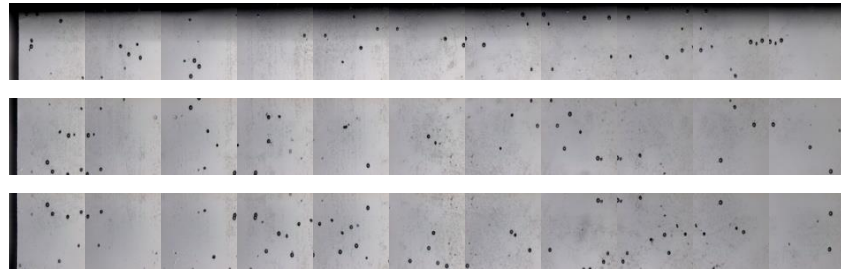
Şekil 4.37. Yazılımın ekran görüntüleri  
a) Gerçek zamanlı görüntü b) Filtre uygulanmış görüntü

Şekil 4.37(a)'da kameradan alınan direk görüntü görülmektedir. Şekil 4.37(b)'de ise, uygun görüntü efektlerinin ve filtrelerin uygulandıktan sonraki hali gözükmemektedir. Görüntü üzerinde ki mevcut noktalar belirlenmiş ve koordinatları ve yuvarlakların büyüklükleri hesaplanmıştır. Değerlendirme modülünde ise, bütün işlemler otomatik olarak gerçekleştirilmekte ve raporlar hazırlanmaktadır (Şekil 4.38.).



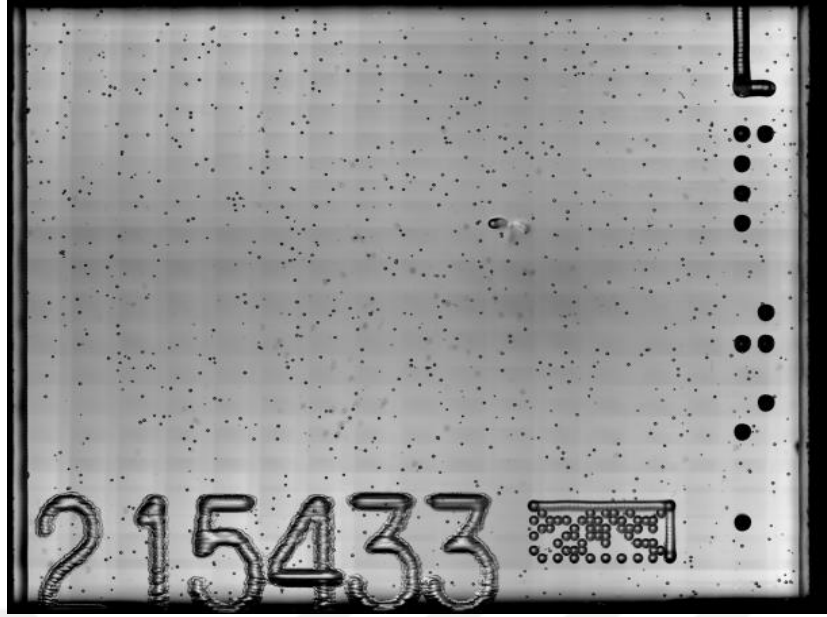
Şekil 4.38. Yazılımın proje hazırlama ve okuma ekranı

Otomatik raporlamada hangi dedektörlerin taranacağı, birleştirme ve raporların oluşturulup oluşturulmayacağı gibi seçenekler bir proje ismi altında belirlenir. Okuma işlemi başlatıldığında dedektör üzerindeki görüntüler tek tek elde edilerek kalıcı olarak kaydedilir (Şekil 4.39.).



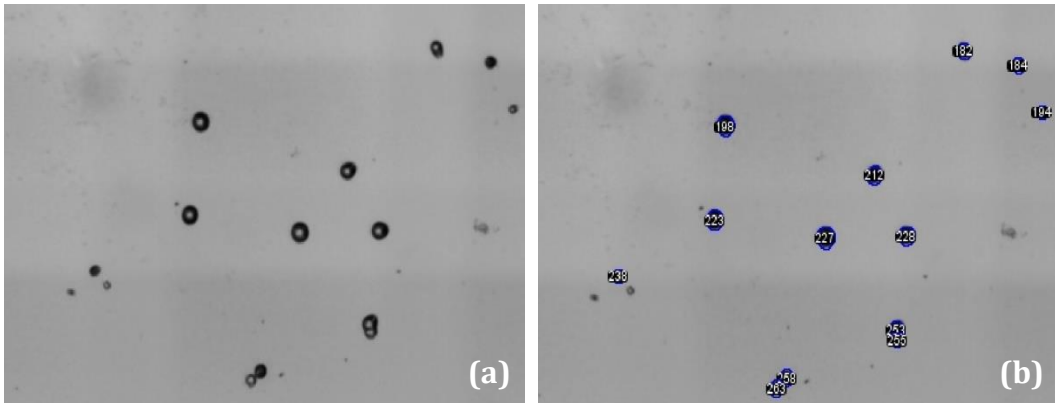
Şekil 4.39 Taranan dedektörün ilk üç satırı için elde edilen görüntüler

Şekil 4.39'te görüldüğü gibi satır satır taranan dedektörlerden elde edilen görüntüler dikilerek tek bir görüntü elde edilir (Şekil 4.40.).



Şekil 4.40. Görüntülerin birleştirilmesinden sonra tam dedektör görüntüsü

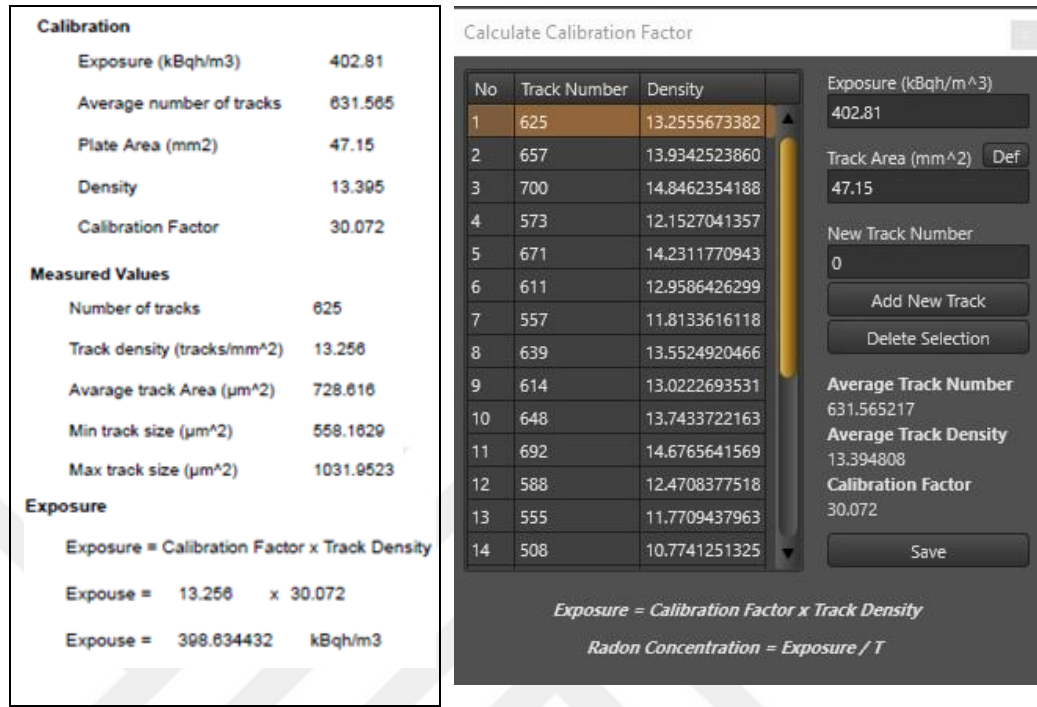
Tam görüntü elde edildikten sonra Binary Convert, Ultimate Points, Find Maxima, Erosion, Dilation, Smoot, Sharpen, Rolling Bar, Threshold (otsu, Ij Isodata), Gray Convert, watershed, Gaussian Billur gibi çeşitli görüntü işleme teknikleri görüntü üzerine uygulanır. Bu uygulanan yöntemler görüntünün temizlenmesi, gereksiz kısımların atılması, zemin ile deliklerin ayrıştırılması, deliklerin tespiti gibi işlemler için kullanılmaktadır (Şekil 4.41.). Bütün uygun işlemlerin sonunda delikler ile ilgili çok detaylı bilgilere sahip olunabilmektedir.



Şekil 4.41. Görüntü üzerinde izlerin tespiti

(a) Deliklerin yerlerinin tespiti (b) Deliklerin numaralandırılması

Daha sonra deliklerin yerleri, sayıları, büyüklükleri, renk değerleri ve benzeri değerler rapor halinde oluşturulmaktadır (Şekil 4.42.).



Şekil 4.42. Dedektördeki iz sayıları ve yoğunlukları

Rapor oluştururken öncelikle kalibrasyon faktörünün bilinmesi gereklidir. Kalibrasyon faktörü hesaplanabilmesi için öncelikle belirli sayıda bir dedektörün radon odasına konularak değeri bilinen bir radon gazına belirli bir süre içinde maruz bırakılması gerekmektedir. Bu işlemden sonra dedektörler iz kazıma işlemine tabi tutularak cihaz ile ölçümleri yapılır. Yapılan ölçümler sonunda elde edilen okuma değerleri yazılıma girilerek kalibrasyon faktörü hesaplanır.

Yoğunluk birim alandaki nokta sayısıdır:

$$\text{İz Yoğunluğu } (d) = \frac{\text{İz Sayısı}}{\text{Taranan alan}} \quad (4.3)$$

$$\text{İz Yoğunluğu } (d) = \frac{625}{47,15}$$

$$\text{İz Yoğunluğu } (d) = 13,25 \text{ iz/mm}^2$$

Yukarıdaki ekranda aynı ortama yerleştirilmiş 23 adet dedektörün ölçüm sonucu elde edilen iz sayıları görülmektedir. Bütün dedektörlerin iz sayılarının ortalaması alınarak ortalama iz sayısı tespit edilir.

$$\text{Ortalama iz sayısı} = (625 + 657 + \dots + 626) / 23 \quad (4.4)$$

$$\text{Ortalama iz sayısı} = 618,82$$

$$\text{Ortalama Yoğunluk} = \frac{\text{Ortalama iz sayısı}}{\text{Okunan alan}} \quad (4.5)$$

$$\text{Ortalama Yoğunluk} = \frac{631,56}{47,15}$$

$$\text{Ortalama Yoğunluk} = 13,39 \text{ iz/mm}^2$$

Işınlama değeri, radon odası ile uygulanan değeri bilinen bir hesaplama faktörüdür. 402.81 kBqh/m<sup>3</sup> değeri kalibrasyon amacı ile SANAEM'den gelen dedektörlere uygulanan ışınlama değeridir.

$$\text{Işınlanma Değeri} = d \times KF \quad (4.6)$$

$$402,81 = 13,39 \times KF$$

$$KF = 30,072$$

Burada d ortalama yoğunluğu, KF ise kalibrasyon faktörünü temsil etmektedir. Buradaki kalibrasyon değeri bundan sonraki hazırlanacak raporlarda dikkate alınır. Şekil 4.43.'de okuma işleminin yapılmasının ardından çıktısı alınan raporun ilk sayfası verilmektedir. Burada belirtilen ışınlama değeri, belirli bir süre ile verileceğinden dolayı, maruziyet olarak ta adlandırılmaktadır.

**Project Name** temizlenen12  
**Report Date/Time** 21.8.2018 12:41:59  
**Company**

**Representative**  
**Address**

**Country / City**

**Phone**

**Mail**

**Plate Area (mm)**

Left : 0.5      Top : 0.5      Width: 8.2      Height: 5.75      Area (mm<sup>2</sup>): 47.15

**Measured Values**

|   |           |
|---|-----------|
| Number of tracks                        | 625       |
| Track density (tracks/mm <sup>2</sup> ) | 13.256    |
| Average track Area (µm <sup>2</sup> )   | 728.616   |
| Min track size (µm <sup>2</sup> )       | 558.1629  |
| Max track size (µm <sup>2</sup> )       | 1031.9523 |

**Calibration**

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Exposure (kBq/h/m <sup>3</sup> ) | 402.81  |
| Average number of tracks         | 631.565 |
| Plate Area (mm <sup>2</sup> )    | 47.15   |
| Density                          | 13.395  |
| Calibration Factor               | 30.072  |

**Exposure**

Exposure = Calibration Factor x Track Density

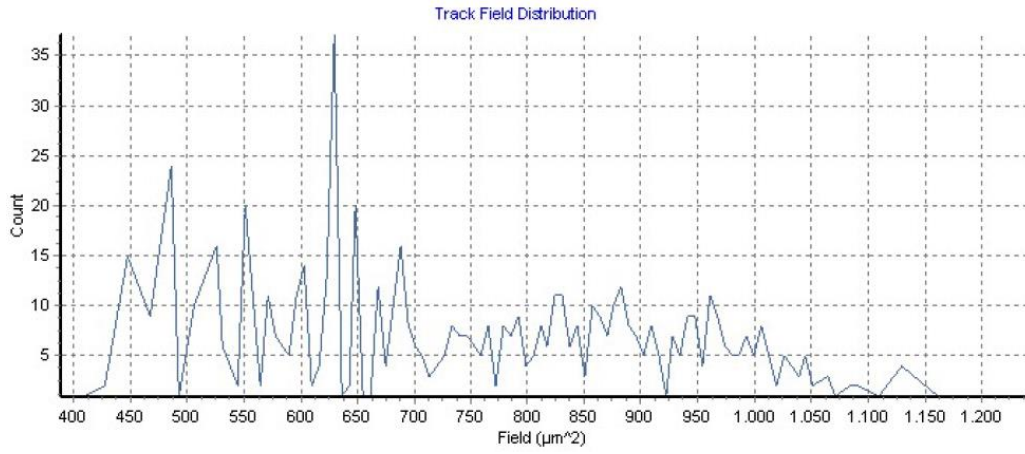
Exposure = 13.256 x 30.072

Exposure = 398.634432 kBq/h/m<sup>3</sup>

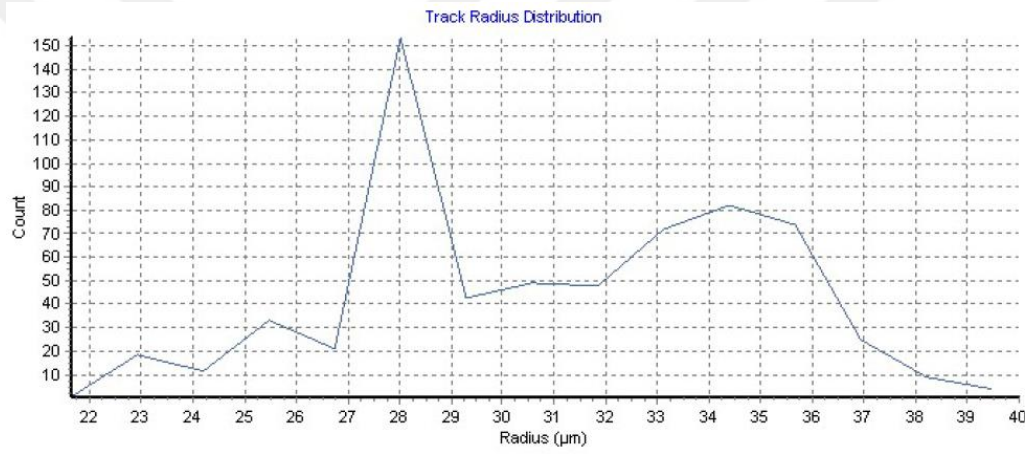
Şekil 4.43. Rapor sayfa-1

Plate area kısmında dedektör yüzeyindeki okunan alan ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Calibration kısmında, kalibrasyon amacıyla radon odasında da alfa bombardımanına maruz bırakılmış ve pozlama değeri bilinen dedektörlerden elde edilmiş kalibrasyon bilgileri yer almaktadır. Measured values kısmında, detektörden okunan iz sayıları, iz yoğunluğu, ortalama iz alanı, en küçük ve en büyük iz boyutları yer almaktadır. Exposure kısmında ise, dedektörlerin maruz kaldığı radon miktarı hesaplanmıştır.

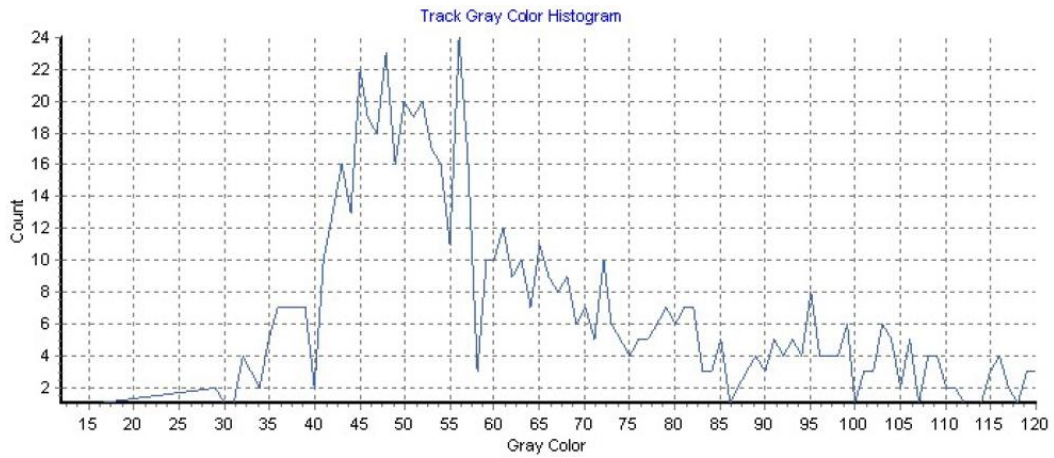
Aşağıda verilen Şekil 4.44-46'da ise izlerin bazı dağılım grafikleri verilmektedir.



Şekil 4.44. İzlerin alan büyüklüğüne göre dağılım grafiği

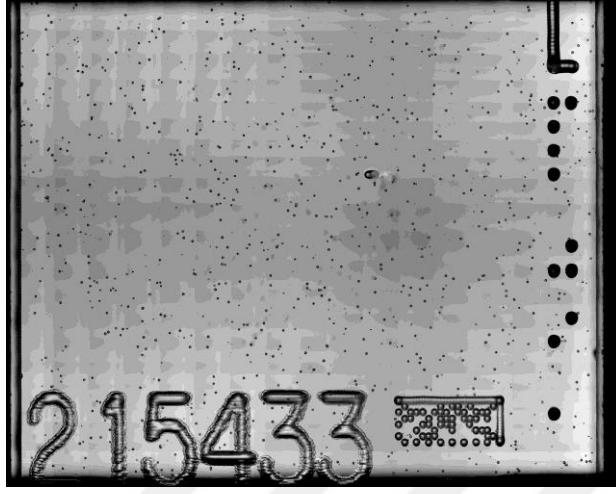


Şekil 4.45. İzlerin çapına göre dağılımı



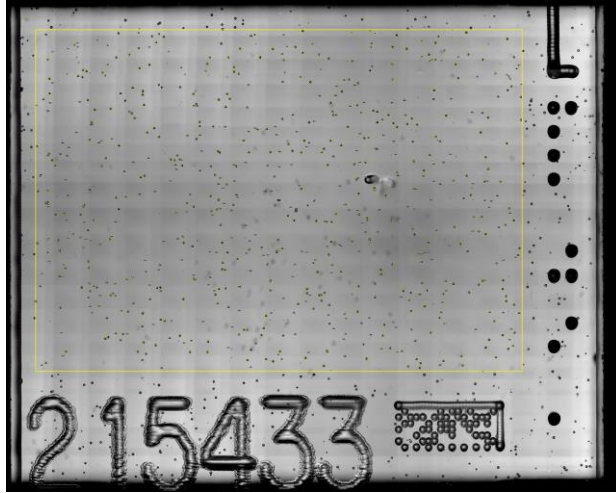
Şekil 4.46. Gri renk tonlamasına göre izlerin dağılımı

Şekil 4.47'de raporlamanın 3. sayfasında satır satır taranan dedektörün her bir görüntüsünün birleştirilmiş şekli verilmektedir.



Şekil 4.47. Taranan dedektör

Şekil 4.48'de ise taranan dedektörde sayılan izlerin olduğu alan bir dikdörtgen içerisinde sayfa-4'te gösterilmektedir. Bu dikdörtgen dışında kalan izler sistem tarafından sayılmamaktadır.



Şekil 4.48. Taranan dedektörün okunan kısmı

Rapor sayfa-5 te dedektörden okunan izler ile alakalı ayrıntılı bilgiler verilmektedir (Şekil 4.49).

| No | Area     | Mean     | Max | Min | X         | Y        | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|----|----------|----------|-----|-----|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 1  | 739.8903 | 69.0175  | 190 | 17  | 3902.588  | 506.369  | 30.5712 | 30.5712 | 31.6443 | 29.7702 | 31.8446  | 0.9899 | 0.9408 | 0.9383  |
| 2  | 629.5558 | 60.3814  | 122 | 14  | 6849.9317 | 503.545  | 30.5712 | 25.476  | 30.7481 | 26.0691 | 12.4647  | 0.983  | 0.8478 | 0.9417  |
| 3  | 817.7735 | 75.0476  | 196 | 16  | 1326.6728 | 516.4349 | 30.5712 | 35.6664 | 34.1284 | 30.509  | 86.2354  | 0.9757 | 0.8939 | 0.9368  |
| 4  | 577.6337 | 97.5955  | 160 | 34  | 3560.271  | 523.5318 | 28.0236 | 28.0236 | 29.045  | 25.3216 | 134.997  | 0.9992 | 0.8718 | 0.9271  |
| 5  | 804.793  | 68.7097  | 181 | 21  | 2526.685  | 527.3532 | 33.1188 | 30.5712 | 33.055  | 30.9997 | 0        | 1      | 0.9378 | 0.9466  |
| 6  | 785.3222 | 61.3636  | 167 | 11  | 2806.5604 | 528.4796 | 33.1188 | 28.0236 | 34.4707 | 29.0074 | 10.3535  | 0.9889 | 0.8415 | 0.9528  |
| 7  | 947.5788 | 56.0411  | 183 | 11  | 7293.1332 | 531.035  | 35.6664 | 33.1188 | 36.1203 | 33.4022 | 0.005867 | 0.9716 | 0.9247 | 0.9419  |
| 8  | 785.3222 | 54.0413  | 168 | 17  | 4361.5228 | 533.8485 | 30.5712 | 33.1188 | 33.2652 | 30.0586 | 54.2275  | 0.9767 | 0.9036 | 0.9344  |
| 9  | 486.7699 | 81.76    | 157 | 19  | 4041.4617 | 534.6393 | 22.9284 | 25.476  | 26.3843 | 23.4903 | 72.1096  | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 10 | 532.2018 | 89.7439  | 141 | 41  | 5178.432  | 535.3688 | 28.0236 | 25.476  | 27.4112 | 24.7206 | 22.0012  | 1      | 0.9018 | 0.9266  |
| 11 | 902.1469 | 47.9928  | 163 | 10  | 7154.3481 | 539.5689 | 35.6664 | 33.1188 | 35.0624 | 32.7602 | 9.545    | 0.9769 | 0.9343 | 0.9392  |
| 12 | 486.7699 | 103.2933 | 158 | 39  | 4535.6961 | 563.3763 | 22.9284 | 25.476  | 26.3843 | 23.4903 | 107.8904 | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 13 | 551.6726 | 76.9529  | 158 | 15  | 2549.2934 | 571.5166 | 28.0236 | 28.0236 | 27.4599 | 25.5795 | 45       | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 14 | 486.7699 | 83.3867  | 167 | 16  | 3593.8993 | 569.8981 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 15 | 649.0266 | 51.42    | 122 | 6   | 6013.9155 | 574.1781 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 16 | 791.8124 | 48.7377  | 148 | 16  | 6460.1707 | 591.2729 | 33.1188 | 30.5712 | 33.1587 | 30.4043 | 179.3526 | 0.9848 | 0.9169 | 0.9385  |
| 17 | 525.7115 | 106.4198 | 138 | 69  | 8135.7606 | 594.8646 | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0        | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 18 | 882.6761 | 46.7647  | 165 | 5   | 8341.3107 | 597.1499 | 35.6664 | 33.1188 | 34.9323 | 32.1725 | 163.2926 | 0.9829 | 0.921  | 0.9379  |
| 19 | 811.2832 | 46.808   | 138 | 6   | 6190.617  | 601.9979 | 35.6664 | 30.5712 | 35.1738 | 29.3672 | 22.4467  | 0.9679 | 0.8349 | 0.9328  |
| 20 | 791.8124 | 42.6803  | 125 | 3   | 5002.5258 | 623.3894 | 33.1188 | 33.1188 | 32.9765 | 30.5723 | 44.0747  | 0.9728 | 0.9271 | 0.9278  |
| 21 | 649.0266 | 49.46    | 104 | 2   | 8652.9234 | 622.4296 | 28.0236 | 30.5712 | 29.6769 | 27.8455 | 90       | 0.9996 | 0.9383 | 0.9346  |
| 22 | 571.1434 | 69.5114  | 138 | 10  | 4165.4997 | 624.5094 | 28.0236 | 25.476  | 28.3214 | 25.6768 | 158.3024 | 1      | 0.9066 | 0.9412  |
| 23 | 882.6761 | 49.5809  | 162 | 2   | 2711.1147 | 633.3409 | 35.6664 | 33.1188 | 34.9323 | 32.1725 | 16.7074  | 0.9829 | 0.921  | 0.9379  |
| 24 | 843.7345 | 61.1462  | 167 | 16  | 7996.1129 | 682.8744 | 30.5712 | 35.6664 | 35.3394 | 30.3988 | 89.8455  | 0.9506 | 0.8602 | 0.9286  |
| 25 | 447.8283 | 103.2754 | 157 | 54  | 1736.1894 | 684.0306 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 26 | 687.9682 | 46.8679  | 119 | 2   | 8575.9186 | 689.5584 | 28.0236 | 30.5712 | 30.499  | 28.7206 | 92.1505  | 0.9929 | 0.9417 | 0.9422  |
| 27 | 934.5983 | 52.9792  | 167 | 3   | 4040.2459 | 727.6582 | 35.6664 | 33.1188 | 36.1608 | 32.9077 | 14.7585  | 0.9846 | 0.91   | 0.9443  |
| 28 | 551.6726 | 98.1882  | 138 | 56  | 5710.0258 | 729.4678 | 28.0236 | 28.0236 | 27.4597 | 25.5797 | 134.9944 | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 29 | 564.6531 | 91.7241  | 129 | 44  | 6018.705  | 729.3603 | 28.0236 | 28.0236 | 27.3168 | 26.3185 | 0        | 0.9768 | 0.9635 | 0.9158  |

Şekil 4.49. Rapor sayfa-5

Burada, “No”; parçacık için verilen numarayı, “Area”; izin alanını, mean; renk ortalama değerini, “Max” ve “Min” izlerin en geniş ve en dar ölçüsünü, X,Y piksel olarak izin resimdeki koordinatını, “Width” ve “Height” piksel olarak izin büyüklüğünü, “Major” ve “Minor” en koyu renk değeri ile en açık renk değerini, “Angle”; izin açısını, “Circ”; dairesellik oranını, “Round”; enin boya oranını, “Solidty” ise izin doluluk oranını göstermektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, radon gazı konsantrasyonunu belirleyebilmek amacıyla, pasif ölçüm tekniğine dayalı bir ölçüm sistemi üretilmiştir. Set halinde üretilen bu sistem 2 ayrı cihazdan oluşmaktadır. Birinci cihazda, Radon kaynaklı alfa parçacıklarının, katı hal iz dedektörü olan CR-39 polimeri üzerinde bıraktığı izlerin görünür hale gelmesi için nükleer iz kazıma işlemini yapmaktadır. İkinci cihazda ise, iz kazıma işlemi sayesinde görünür hale gelen izlerin otomatik olarak sayılarak, radon konsantrasyonunu hesaplayan bir sistem yer almaktadır.

Ülkemizde radon gazı ölçümünde tek yetkili kurum olan Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), üretilen bu sistemin benzerini kullanmaktadır. Dolayısıyla üretilen bu sistemin test etmek amacıyla TAEK'te radon ölçümünü yapan SANAEM'den CR-39 dedektörleri alınarak test işlemleri yapılmıştır. Alınan dedektörlerin tamamı SANAEM tarafından 402,81 KBqh/m<sup>3</sup> değerinde ışınlamaya maruz bırakılmıştır. Maruz bırakılan bu dedektörlerden bir kısmı üretilen sistemde, bir kısmı ise SANAEM tarafından kullanılan iz kazıma sisteminde işleme tabi tutulmuştur. Öncelikle; SANAEM'in ölçüm için kullandığı parametreler baz alınarak iz kazıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu değerlerin baz alınmasıyla, % 75 NaOH ve % 25 saf sudan oluşturulan çözelti ile 90 °C de 4 saat boyunca nükleer iz kazıma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin ardından durulama işlemi gerçekleştirilip, dedektörlerin kurumaları için beklenilmiştir. Son olarak; bu dedektörlerin okunması için dedektörler üretilen iz okuma sistemine yerleştirilerek, dedektör üzerindeki izlerin bir mikroskop kamera ve yazılım yardımıyla, otomatik olarak sayılması ve rapor oluşturması sağlanmıştır.

Raporlama işleminin tamamlanmasıyla beraber SANAEM'den alınan sonuçlar ile karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmada üretilen sistem ile daha fazla iz sayıldığı gözlenmiştir. Bu tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalara göre, diğer okuma sistemlerinin izleri sayarken anlık olarak kafanın bulunduğu konumdaki izleri saydığı, o anda görüntü içerisindeki yarım

kalan izleri sayamadığı, görüntü keskinleştirme ve düzeltme filtreleri olmadığı için açık renkli izleri görmediği ve belirli bir boyutun altındaki izleri de tespit edemediği için tasarlanan sistemin neredeyse yarısı kadar iz sayabildiği gözlemlenmiştir. Ayrıca diğer cihazlarla aynı dedektör için arka arkaya yapılan her sayımda farklı iz sayıları okunurken (Çizelge 5.1.), tasarladığımız sistemde her seferinde aynı iz sayısı elde edilmektedir. Bu da sistemin güvenilirliğini artırmaktadır.

Çizelge 5.1. SANAEM tarafından okuma raporu

|    | Dedektör Kodu | 1. i.s* | 2.  | 3.  | 4.  | 5.  | Ort. İz Sayısı | Ort. Yoğunluk |
|----|---------------|---------|-----|-----|-----|-----|----------------|---------------|
| 1  | 213929        | 453     | 467 | 462 | 451 | 449 | 456            | 9,75          |
| 2  | 213998        | 444     | 465 | 443 | 450 | 448 | 450            | 9,62          |
| 3  | 213996        | 480     | 486 | 457 | 467 | 459 | 470            | 10,04         |
| 4  | 214000        | 425     | 419 | 424 | 417 | 422 | 421            | 9,00          |
| 5  | 213999        | 476     | 423 | 457 | 436 | 441 | 447            | 9,54          |
| 6  | 215428        | 387     | 369 | 367 | 381 | 365 | 374            | 7,99          |
| 7  | 215436        | 394     | 394 | 378 | 351 | 389 | 381            | 8,15          |
| 8  | 214014        | 458     | 456 | 452 | 453 | 457 | 455            | 9,73          |
| 9  | 213995        | 419     | 427 | 388 | 400 | 412 | 409            | 8,74          |
| 10 | 215451        | 465     | 442 | 466 | 437 | 455 | 453            | 9,68          |
| 11 | 214006        | 461     | 507 | 507 | 493 | 500 | 494            | 10,55         |
| 12 | 214001        | 425     | 437 | 426 | 446 | 438 | 434            | 9,28          |
| 13 | 215426        | 387     | 408 | 410 | 401 | 403 | 402            | 8,59          |
| 14 | 215435        | 398     | 397 | 402 | 395 | 396 | 398            | 8,50          |
| 15 | 215387        | 392     | 417 | 394 | 408 | 403 | 403            | 8,61          |
| 16 | 215379        | 388     | 443 | 443 | 420 | 431 | 425            | 9,08          |
| 17 | 215377        | 419     | 377 | 377 | 389 | 401 | 393            | 8,39          |
| 18 | 214017        | 432     | 400 | 413 | 411 | 426 | 416            | 8,90          |
| 19 | 214018        | 468     | 438 | 428 | 444 | 435 | 443            | 9,46          |
| 20 | 213979        | 477     | 481 | 478 | 485 | 472 | 479            | 10,23         |
| 21 | 215382        | 505     | 478 | 483 | 492 | 486 | 489            | 10,44         |
| 22 | 213994        | 447     | 451 | 457 | 448 | 453 | 451            | 9,64          |
| 23 | 213930        | 457     | 475 | 495 | 438 | 470 | 467            | 9,98          |

\*iz sayısı

Örneğin 213929 numaralı dedektör SANEM tarafından 5 kez okunmuş ve sonuç olarak bu beş okumanın ortalaması rapor olarak verilmiştir.

Çizelge 5.2. Karşılaştırması yapılan dedektörler.

| Dedektör Sayısı | Dedektör numarası | SANAEM'de okunan ortalama iz sayısı | Üretilen sistem ile okunan iz sayısı |
|-----------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1               | 213929            | 456                                 | 625                                  |
| 2               | 213998            | 450                                 | 657                                  |
| 3               | 213996            | 470                                 | 700                                  |
| 4               | 214000            | 421                                 | 570                                  |
| 5               | 213999            | 447                                 | 671                                  |
| 6               | 215428            | 374                                 | 608                                  |
| 7               | 215436            | 381                                 | 557                                  |
| 8               | 214014            | 455                                 | 639                                  |
| 9               | 213995            | 409                                 | 614                                  |
| 10              | 215451            | 453                                 | 648                                  |
| 11              | 214006            | 494                                 | 692                                  |
| 12              | 214001            | 434                                 | 588                                  |
| 13              | 215426            | 402                                 | 555                                  |
| 14              | 215435            | 398                                 | 508                                  |
| 15              | 215387            | 403                                 | 551                                  |
| 16              | 215379            | 425                                 | 626                                  |
| 17              | 215377            | 393                                 | 566                                  |
| 18              | 214017            | 416                                 | 644                                  |
| 19              | 214018            | 443                                 | 651                                  |
| 20              | 213979            | 479                                 | 643                                  |
| 21              | 215382            | 489                                 | 705                                  |
| 22              | 213994            | 451                                 | 626                                  |
| 23              | 213930            | 467                                 | 723                                  |

Çizelge 5.2'de verilen dedektörler kullanılarak sistemin testleri yapılmıştır. SANAEM'de yer alan sistemin tarama alanı 46,8 mm<sup>2</sup> ve kalibrasyon faktörü 43,82 iken tez çalışmasında ortaya çıkan sistemin tarama alanı 47,1 mm<sup>2</sup> ve kalibrasyon faktörü 30,07 dir. Bu değerler göz önüne alındığında; SANAEM'in okuduğu 213929 numaralı dedektör için;

$$\text{Ortalama iz} = \frac{453 + 467 + 462 + 451 + 449}{5} = 456$$

$$\text{Yoğunluk} = \frac{\text{İz Sayısı}}{\text{Tarama alanı}} = \frac{456}{46,8} = 9,74 \text{ iz/mm}^2$$

$$\text{Maruziyet} = \text{ortalama yoğunluk} \times \text{KF}$$

$$\text{Maruziyet} = 9,74 \times 43,82$$

$$\text{Maruziyet} = 426,96 \text{ kBq/m}^3$$

Aynı dedektör bu çalışmada üretilen sistemle okunduğunda;

$$\text{İz sayısı} = 625$$

$$\text{Yoğunluk} = \frac{625}{47,1} = 13,26 \text{ iz/mm}^2$$

$$\text{Maruziyet} = \text{yoğunluk} \times \text{KF} = 399,02 \text{ kBq/m}^3 \text{ olarak hesaplanmaktadır.}$$

Yapılan çalışmalar sonucunda üretilen sistemden elde edilen sonuçlar ile SANAEM'deki mevcut cihazdan alınan sonuçların yaklaşık olarak aynı olduğu gözlemlenmiştir. Okuma işlemlerinde oluşan iz sayısı farklılıkları birçok faktöre bağlı olarak değişebilir. Ortamın ışık yoğunluğu, okuyucu kameranın büyütme katsayısı, okuma hızı ve aydınlatma için kullanılan ışığın türü gibi etkenlerden kaynaklanabilir. SANAEM'in okuma işlemini hangi koşul ve şartlarda yerine getirdiğini tam olarak bilinmediği için ortaya çıkan farkların nedenlerini kesin olarak söylemek mümkün değildir.

Çizelge 5.3. Maruziyet karşılaştırma.

| Dedektör Sayısı | Dedektör | SANAEM Maruziyet (kBqh/m <sup>3</sup> ) | Üretilen Sistem Maruziyet (kBq/m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|----------|---|---|
| 1               | 213929   | 426,96                                  | 399,02  |
| 2               | 213998   | 421,35                                  | 419,45  |
| 3               | 213996   | 440,07                                  | 446,90  |
| 4               | 214000   | 394,19                                  | 363,90  |
| 5               | 213999   | 418,54                                  | 428,39  |
| 6               | 215428   | 350,19                                  | 388,16  |
| 7               | 215436   | 356,74                                  | 355,60  |
| 8               | 214014   | 426,03                                  | 407,96  |
| 9               | 213995   | 382,96                                  | 392,00  |
| 10              | 215451   | 424,16                                  | 413,70  |
| 11              | 214006   | 462,54                                  | 441,79  |
| 12              | 214001   | 406,36                                  | 375,40  |
| 13              | 215426   | 376,40                                  | 354,33  |
| 14              | 215435   | 372,66                                  | 324,32  |
| 15              | 215387   | 377,34                                  | 351,77  |
| 16              | 215379   | 397,94                                  | 399,66  |
| 17              | 215377   | 367,98                                  | 361,35  |
| 18              | 214017   | 389,51                                  | 411,15  |
| 19              | 214018   | 414,79                                  | 415,62  |
| 20              | 213979   | 448,50                                  | 410,51  |

|           |                 |               |               |
|-----------|-----------------|---------------|---------------|
| <b>21</b> | 215382          | 457,86        | 450,09        |
| <b>22</b> | 213994          | 422,28        | 399,66        |
| <b>23</b> | 213930          | 437,26        | 461,58        |
|           | <b>Ortalama</b> | <b>407,50</b> | <b>398,80</b> |

Çizelge 5.3’de aynı ortamda bulunan bu dedektörlerin ölçümlerinin ortalamaları alındığında ise ortamdaki ışınlama miktarından yaklaşık olarak  $\pm 5$  kBq/m<sup>3</sup> sapma olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre, her iki cihazında ölçme hata payı  $5/402,81 = \%1,2$  olduğu görülmektedir.

Ayrıca, SANAEM’den alınan iz kazıma işlemi uygulanmamış diğer dedektörlere farklı sıcaklıklarda, farklı molaritede ve farklı sürelerde iz kazıma işlemi uygulanmıştır (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. İz kazıma işlemi için uygulanan değerler ve dedektörler.

| <b>Dedektör Sayısı</b> | <b>Dedektör Numarası</b> | <b>Derece(°C)</b> | <b>Zaman(Saat)</b> | <b>NaOH Oranı (%)</b> |
|------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>1</b>               | 213881                   | 90                | 4                  | 25                    |
| <b>2</b>               | 213976                   | 90                | 4,15               | 25                    |
| <b>3</b>               | 215338                   | 90                | 4.5                | 25                    |
| <b>4</b>               | 215378                   | 80                | 3                  | 30                    |
| <b>5</b>               | 215381                   | 80                | 4                  | 25                    |
| <b>6</b>               | 215384                   | 80                | 4.15               | 25                    |
| <b>7</b>               | 215385                   | 80                | 4.5                | 25                    |
| <b>8</b>               | 215429                   | 90                | 4                  | 30                    |
| <b>9</b>               | 215432                   | 90                | 4                  | 20                    |
| <b>10</b>              | 215434                   | 80                | 3                  | 20                    |

Bu ölçümde, izlerin okunmaya en elverişli olduğu değerlere ulaşılmaya çalışılmıştır ve en net izler, 4 saat süre ile 90<sup>0</sup> de % 25 NaOH ve % 75 lik saf su çözeltisi ile iz kazıma işlemine tabi tutulan dedektörlerde gözlenmiştir. Bu durumun da literatür ile uyum sağladığı görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- Akyıldırım H., 2005. Isparta İlinde Radon Yoğunluğunun Ölçülmesi ve Haritalandırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 99s, Isparta.
- Allisy, A. 1995, "From the curie to the becquerel", Metrologia 32 (6): 467–479
- Ardent CR-39 for Measuring Exposure to Radon Course Note 2013.
- Bader, Richard F. W. 2008 "An Introduction to the Electronic Structure of Atoms and Molecules". McMaster University. Retrieved 2008-06-26
- Bayraktar G., 2011. Süleyman Demirel Üniversitesi'nde Bina İçi Radon Konsantrasyonlarının Nükleer İz Dedektörleri Kullanılarak Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 91s, Isparta.
- B. Dorschel, Hermsdorf D., Pieck S., Starke S., Thiele H., Weickert F., 2003. Radiation Measurements 37 (2003) 563 – 571
- BT Grubu, 2013. Erişim Tarihi:20.12.2013 [www.btgrubu.com/embarcadero](http://www.btgrubu.com/embarcadero)
- Bıçak D., 2010. CR-39 Nükleer İz Kazıma Dedektörleri İle Bazı Bitki Örneklerinde Alfa Radyoaktivitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- BEIR VI, 1999. Health Effects Of Exposure to Radon.
- Bozkurt V., 2008. Niğde İlinde Bulunan Tarihi Mekanlardaki Radon Gazı Ölçümleri. Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 67s, Niğde.
- Bruzzone, D., Bussallino, M., Castello, G., Maggiolo, S., Rossi, D., 2006. Measurement of the concentration of radon gas in the Toirano's caves (Liguria), Annali di Chimica, Sep-Oct, 96(9-10), 515-24.
- Canbazoglu C., 2004. Elazığ Yöresinde Radyoaktivite Tayini. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 143s, Elazığ.
- Çömlek Ü., 2010. Tınaztepe Mağarası'nın Radon Seviyesinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 98s. Konya.
- Darby S, Deo H, Auvinen A. Residential radon and lung cancer: Detailed results of a collaborative analysis of individual data on 7148 subjects with lung cancer and 14208 subjects without lung cancer from 13 epidemiologic studies in Europe. Scand J Work Environ Health 2006, 32 (Suppl 1), 1-83.

- Değerlier M., 2007. Adana İli ve Çevresinin Çevresel Doğal Radyoaktivitesinin Saptanması ve Doğal Radyasyonların Yıllık Etkin Doz Eşdeğerinin Bulunması., Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi,175s Adana.
- Denman A.R. and Phillips P. S. Workplace radon in Northamptonshire. Environmental Management and Health 1998, 9/5, 194-199.
- Durrani AS ve Iliç, R., 1997. Radon measurements by etched track detectors applications in radiation protection, earth sciences, and the environment, World Scientific, Singapore.
- Durak S., 2010. Kütahya İli Kaplıca Sularında Radon-Radyum Konsantrasyonlarının Ve Kaplıcalardaki Kapalı Ortam Radon Konsantrasyonunun Belirlenmesi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 72s, Kütahya.
- Francesco S. De, 2010 Indoor radon seasonal variability at different floors of buildings Radiation Measurements 45 928-934.
- Gelgün S., 2010. Kütahya İli Kapalı Mekânları Radon Gazı Konsantrasyonu Ölçümü. Dumlupınar Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 79s, Kütahya.
- Glenn F. Knoll, 1989. Radiation detection and measurement. Wiley. ISBN 978-0-471-81504-4.
- IAEA, 1996 "Radiation Safety", IAEA Division of Public Information, 96-00725 IAEA/PI/A47E.
- ICRP, 1993. Annual Report of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication. Ann ICRP Oxford:Pergamon; No:65.
- ICRP publication 1990. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection 60 21 (1-3).
- Imme G., D. M. Morelli, Aranzulla M.,Catalano R., Mangano G. 2013. Nuclear track detector characterization for alpha-particle spectroscopy.
- Kalaycı A.G., vd., Nükleer İz Dedektörü Analizi için Görüntü İşleme Sisteminin Tasarımı Ve Prototipinin Üretimi. Adım Fizik Günleri III, 2014 Isparta.
- Kalaycı A.G., Çok Noktadan Otomatik Odaklama Kontrollü Sayısal Mikroskop SDÜ Teknik Bilimler Dergisi, 2013.
- Kapdan E., 2009. Adapazarı Merkezi Kış Dönemi Radon Ölçüm ve Analizleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul.

- Kovler K., Haquin G., V. Manasherov, N. Lavi. 2002 Natural radionuclides in building materials available in Israel. *Building and Environment*, 37, 531-537.
- Krane, Kenneth S. (1988). *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley & Sons. pp. 246-269. ISBN 0-471-80553-X.
- Kürkçüoğlu I, Karakılıç V. Assessment of atmospheric radon exposure of the dental faculty staff in Isparta in Turkey. 34th Annual Conference of the European Prosthodontic Association and 1st Conference of the Association of Prosthetic Dentistry of Kosovo, September 23-25 Prishtina-Kosovo 2010, 85.
- Kürkçüoğlu ME ve Tozun F., 2015. Isparta İl Merkezindeki İş Yerlerinde Atmosferik Radon Ölçümleri. *SDU Journal of Science (E-Journal)*, 10 (1), 62-74, Isparta.
- Köksal EM, Çelebi N, Ataksor B, Uluğ A, Taşdelen M, Kopuz G, Akar B, Karabulut MT. A Survey of <sup>222</sup>Rn concentrations in dwellings of Turkey. *J Radioanal Nucl Chem* 2004, 259-2, 213-216.
- Lederer C.M., Hollander J.M., Perlman I., 1968. *Table of Isotopes* (6th ed.). New York: John Wiley & Sons
- Liew S. C. "Electromagnetic Waves". Centre for Remote Imaging, Sensing and Processing. Erişim tarihi: 04.05.2015
- Mıhçı, M., 2008. Sivas Merkez Yerleşiminde Radon Gazı Dağılımının Belirlenmesi Ve Türkiye'de Yapılaşma Öncesi Radon Gazı Ölçümüne Yönelik Yönetmelik Taslağı Hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği, Sivas.
- NCRP Report No 97. Measurement of radon and radon daughters in air. 1988, 14.
- NCR National Research Council. Health effects of exposure to radon. Committee on the biological effects of ionizing radiations. Washington. DC, National Academy Press, 1999.
- NRPB, 1998, *Living With Radiation*, Fifth Edition, ISBN 085951-419-6.
- Özger A.G., 2005. Ceyhan, Yumurtalık Ve Pozantı Bölgelerinin Doğal Radyoaktivite Düzeylerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi 100s., Adana.
- Papastefanou C, Stoulos S, Manolopoulou M., 2005. The radioactivity of building materials, *J. Radioanal Nucl Chem.*, 367-372

Papachristodoulou, C.A., Ionknides, K.G., Stamoulis, K.C., Patiris, D.L., and Pavcides, S.B., 2004. Radon activity levels and effective doses in the Perama Cave, Greece, Health Physics. 86(6), 619-624.

Particle Physics Booklet Particle Data Group 2014, MS 50R6008 Lawrence Berkeley National Laboratory Berkeley, CA 94720-8166, USA

RADOSYS, [www.radosys.com/index\\_htm\\_files/RSKS\\_RS\\_Man82-130129\\_c.pdf](http://www.radosys.com/index_htm_files/RSKS_RS_Man82-130129_c.pdf)  
Erişim Tarihi: 14.11.2015

Rahman S., Matiullah, B. M. Ghauri, 2010. Comparison of seasonal and yearly average indoor radon levels using CR-39 detectors. Radiation Measurements 45 247–252.

Resmi Gazete, 2004 (24.03.2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinin, 29 Eylül 2004 tarih ve 25598 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik ile değişik 37. maddesi).

Richard H. Carmona 2005. Surgeon General Releases National Health Advisory On Radon.

Sandıkçioğlu A, Afyon deprem fay hattı üzerinde bulunan kaplıca ve kuyu sularındaki radon değişiminin ölçümü. Afyon 2004.

Soğukpınar H., 2013 Eskişehir İlinde Kapalı Ortam Radon Yoğunlukları İçin Mevsimsel Düzeltme Faktörlerinin Belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi 140s. Eskişehir.

TAEK <http://www.taek.gov.tr/nukleer-enerji-ve-nukleer-reaktorler/626-notron-nedir-ve-nasil-elde-edilir.html> Erişim Tarihi: 07.08.2015

TAEK Teknik Rapor, Türkiye'deki çevre radyoaktivitesinin izlenmesi 2008, 17.

Thomas, A.W.; Weise, W. 2001, The Structure of the Nucleon, Wiley-WCH, Berlin, ISBN 3-527-40297-7

Topçu N., 2010. Bina Materyallerinden Kaynaklanan Radon Solumasının Araştırılması. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 59s. Manisa.

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Teknik Rapor No:32, 1985. Tıp ve Biyolojik Bilimlerde Radyasyon Korunması Kurs Notları, İstanbul.

UNSCEAR Report 1982. Exposure From Natural Sources of Radiation, United Nations Scientific Committee on The Effects of Atomic Radiation, Annex B, p. 84.

UNSCEAR 1993 Report, United Nations Scientific Committee on The Effects of Atomic Radiation Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiations. New York.

UNSCEAR Report 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Sources. Effects and Risks of Ionizing Radiations. New York. United Nations Publications,.

Uluğ A, Karabulut MT, Çelebi N. Radon measurement with CR-39 track detectors at specific locations in Turkey. Nuclear Technology & Radiation Protection 2004, 19-1, 46-49.

Üzbey S., 2009. Çorum İli Genelinde Faaliyet Gösteren Kömür Ocaklarındaki Radon Gazının Ölçülmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 67s, Ankara.

Vahap K., Teslime K., Gökhan E., M.E. Kürkçüoğlu, 2013. Ekonomik Bir Nükleer İz Kazıma Ünitesinin Üretilmesi ve Performansının Test Edilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 17(3), 1-8.

Valkovic V. 2000. Radioactivity in the Environment, Elsevier Science B.V., Netherlands.

Van Loon, R., and Van Tiggelen, R., 2004. Radiation Dosimetry in Medical Exposure: A Short Historical Overview.

WHO, 2005. Radon and Cancer. World Health Organization Fact Sheet, No: 91.

WHO, 2009. Handbook on Indoor Radon. a Public Health Perspective. Edited By Hajo Zeeb. and Ferid Shannoun. World Health Organization, s83.

Williams, David R. (2007-04-19). "Earth Fact Sheet". NASA. Retrieved 2008-06-26.

WEB, <http://www.nukleer.web.tr>. Erişim Tarihi: 20.12.2015.

WEB, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Radon> Erişim Tarihi: 12.01.2016.

WEB, <http://www.gulflink.osd.mil/library/randrep/du/mr1018.7.appb.html>  
Erişim Tarihi: 14.04.2016

WEB, [http://en.wikipedia.org/wiki/Radioactive\\_series](http://en.wikipedia.org/wiki/Radioactive_series). Erişim Tarihi: 14.04.2016

WEB, <https://ce4nurses.org/wp-content/uploads/2014/07/Diagram-4.png>  
Erişim Tarihi: 16.04.2016

WEB, <https://www.epa.gov/radon/health-risk-radon#head> Erişim Tarihi: 15.06.2016

WEB, <http://www.gulflink.osd.mil/library/randrep/du/mr1018.7.appa.html>  
Erişim Tarihi : 14.04.2016

WEB, [http://www.finfacts.ie/irishfinancenews/article\\_1022546.shtml](http://www.finfacts.ie/irishfinancenews/article_1022546.shtml) Erişim  
Tarihi: 10.03.2016



## **EKLER**

**EK A.** 213930 numaralı dedektörün raporu

**EK B.** Başarı belgesi



## RadoTek

Radyasyon Ölçüm Teknolojileri Limited Hirketi

**RADOTEK**  
Radyasyon Ölçüm Teknolojileri Ltd. Şti.

**Project Name** P20140707120356  
**Report Date/Time** 07.07.2014 12:03:56  
**Company** Taek

**Representative** Taek  
**Address** Taek

**Country / City**

**Phone**

**Mail**

### Plate Area (mm)

Left : 0.5      Top : 0.5      Width: 8.2      Height: 5.75      Area (mm<sup>2</sup>): 47.15

### Measured Values

|   |           |
|---|-----------|
| Number of tracks                        | 755       |
| Track density (tracks/mm <sup>2</sup> ) | 16.013    |
| Avarage track Area (1 m <sup>2</sup> )  | 755.089   |
| Min track size (1 m <sup>2</sup> )      | 428.3575  |
| Max track size (1 m <sup>2</sup> )      | 1226.6602 |

### Calibration

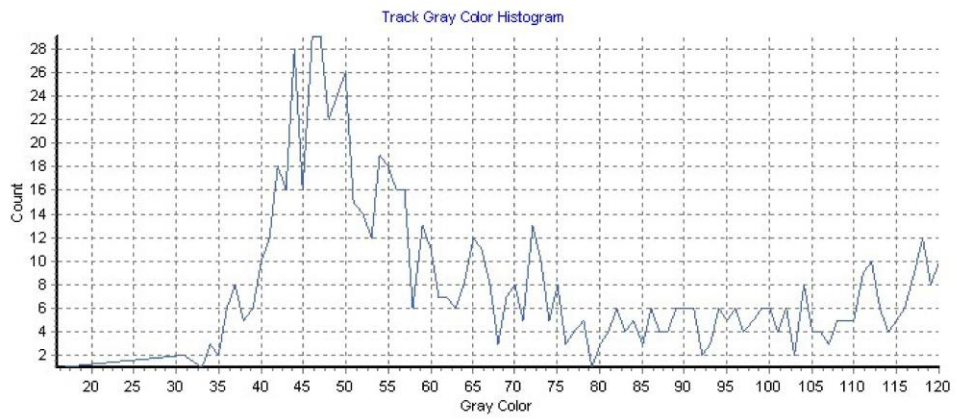
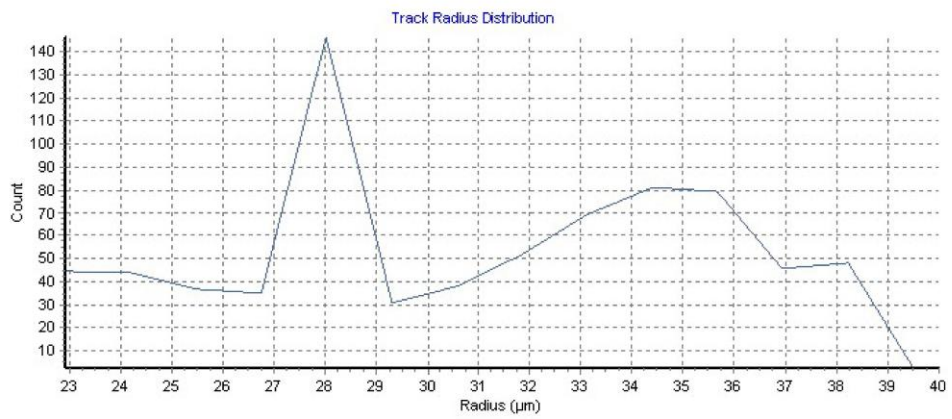
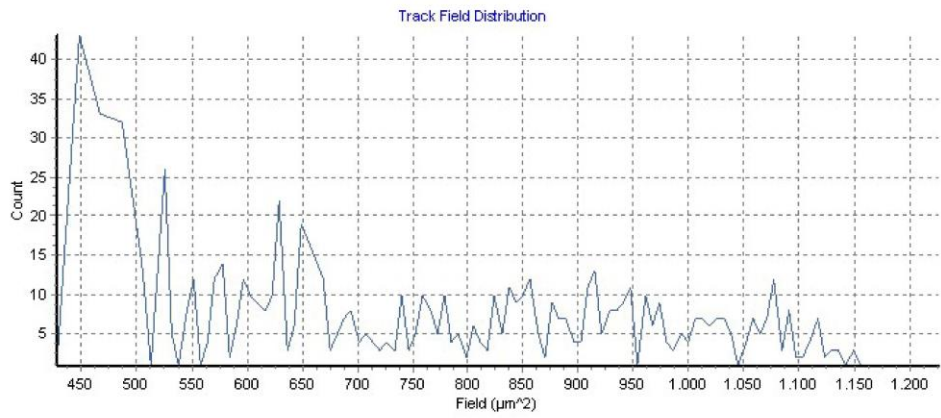
|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Exposure (kBqh/m <sup>3</sup> ) | 402.81 |
| Number of tracks                | 11     |
| Plate Area (mm <sup>2</sup> )   | 47.15  |
| Density                         | 14.864 |
| Calibration Factor              | 27.1   |

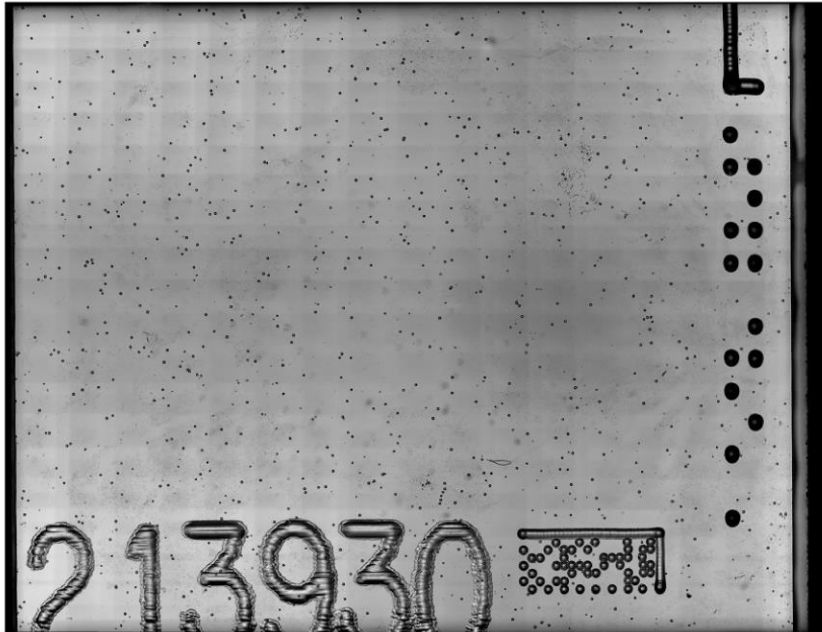
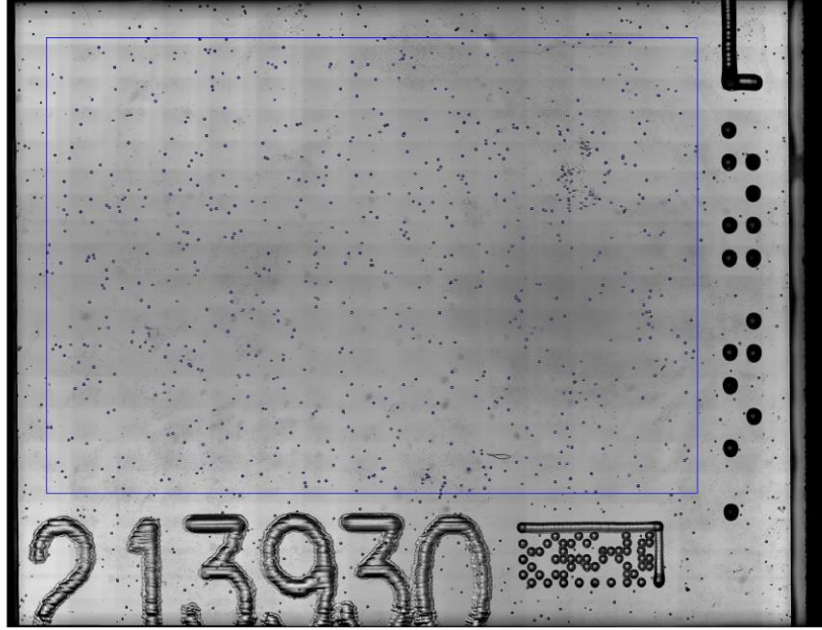
### Exposure

Exposure = Calibration Factor x Track Density

Expouse = 16.013 x 27.1

Expouse = 433.9523 kBqh/m<sup>3</sup>





| No | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 1  | 876.1859  | 65.7259  | 166 | 10  | 1783.1973 | 506.4157  | 35.6664 | 30.5712 | 35.5842 | 31.3508 | 177.7093 | 0.9871 | 0.881  | 0.9474  |
| 2  | 908.6372  | 37.4429  | 155 | 1   | 4756.2054 | 510.6482  | 35.6664 | 33.1188 | 35.1079 | 32.9531 | 8.3173   | 0.984  | 0.9386 | 0.9396  |
| 3  | 947.5788  | 57.2603  | 168 | 6   | 2430.0614 | 518.1225  | 35.6664 | 33.1188 | 36.1519 | 33.373  | 161.4323 | 0.9983 | 0.9231 | 0.9511  |
| 4  | 850.2248  | 43.3588  | 157 | 0   | 2763.3778 | 520.7897  | 33.1188 | 33.1188 | 34.0938 | 31.7518 | 45.6425  | 0.9855 | 0.9313 | 0.9391  |
| 5  | 623.0655  | 59.8438  | 147 | 2   | 4668.4239 | 533.8549  | 28.0236 | 28.0236 | 28.4463 | 27.8881 | 158.1986 | 1      | 0.9804 | 0.9366  |
| 6  | 915.1275  | 53.9362  | 157 | 7   | 1752.541  | 544.2559  | 35.6664 | 35.6664 | 37.8028 | 30.8225 | 134.0371 | 0.9533 | 0.8153 | 0.9307  |
| 7  | 597.1044  | 70.9348  | 143 | 33  | 7613.1703 | 551.8877  | 28.0236 | 28.0236 | 30.3687 | 25.0342 | 45       | 0.9976 | 0.8243 | 0.934   |
| 8  | 467.2991  | 119.8472 | 151 | 78  | 7019.381  | 551.5554  | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 9  | 960.5593  | 45.5473  | 161 | 2   | 7846.9351 | 565.068   | 35.6664 | 35.6664 | 36.1807 | 33.8032 | 149.4104 | 0.974  | 0.9343 | 0.9367  |
| 10 | 447.8283  | 119.8261 | 150 | 65  | 7213.5294 | 564.2934  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 11 | 649.0266  | 37.35    | 124 | 1   | 5743.2585 | 571.6305  | 28.0236 | 28.0236 | 29.5561 | 27.9593 | 134.9917 | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 12 | 467.2991  | 117.8056 | 145 | 78  | 6714.1998 | 587.7525  | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 13 | 486.7699  | 118.3867 | 141 | 57  | 7135.0633 | 612.1883  | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 134.947  | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 14 | 915.1275  | 40.7163  | 150 | 0   | 1158.625  | 622.4546  | 35.6664 | 33.1188 | 35.5132 | 32.8097 | 166.0702 | 0.9641 | 0.9239 | 0.9338  |
| 15 | 934.5983  | 38.9931  | 151 | 0   | 3484.1614 | 623.5782  | 33.1188 | 35.6664 | 35.6126 | 33.4143 | 65.0998  | 0.9846 | 0.9383 | 0.9443  |
| 16 | 967.0496  | 43.255   | 157 | 5   | 2501.3756 | 650.245   | 35.6664 | 35.6664 | 36.0745 | 34.1318 | 147.1762 | 0.9805 | 0.9461 | 0.9401  |
| 17 | 525.7115  | 118.7531 | 135 | 77  | 6813.5562 | 648.3642  | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0        | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 18 | 447.8283  | 113.4928 | 165 | 63  | 2561.6118 | 648.3642  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 19 | 908.6372  | 44.7214  | 157 | 1   | 2619.6425 | 668.5994  | 35.6664 | 33.1188 | 36.0124 | 32.1254 | 152.8785 | 0.984  | 0.8921 | 0.9428  |
| 20 | 467.2991  | 95.5     | 162 | 28  | 2834.7357 | 666.1974  | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 21 | 447.8283  | 119.5797 | 153 | 67  | 4969.0938 | 666.1974  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 22 | 824.2638  | 58.7717  | 162 | 6   | 2538.6834 | 689.3665  | 33.1188 | 33.1188 | 32.8054 | 31.9912 | 0        | 0.9834 | 0.9752 | 0.9338  |
| 23 | 525.7115  | 83.8642  | 155 | 16  | 2115.4044 | 688.9371  | 28.0236 | 25.476  | 27.3143 | 24.5057 | 18.4898  | 0.9914 | 0.8972 | 0.9257  |
| 24 | 623.0655  | 65.5729  | 158 | 7   | 1216.3463 | 691.6203  | 28.0236 | 28.0236 | 28.4463 | 27.8881 | 68.1986  | 1      | 0.9804 | 0.9366  |
| 25 | 486.7699  | 100.4667 | 147 | 42  | 5353.2719 | 693.7115  | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 26 | 486.7699  | 119.4267 | 180 | 75  | 1048.3374 | 694.221   | 28.0236 | 22.9284 | 26.973  | 22.9776 | 0        | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 27 | 649.0266  | 61.76    | 137 | 6   | 5830.4883 | 704.1057  | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 28 | 532.2018  | 101.878  | 167 | 31  | 1568.9488 | 707.394   | 25.476  | 28.0236 | 27.4112 | 24.7206 | 112.0012 | 1      | 0.9018 | 0.9266  |
| 29 | 915.1275  | 33.6667  | 148 | 0   | 6054.4075 | 715.7582  | 33.1188 | 35.6664 | 35.0186 | 33.273  | 94.6193  | 0.991  | 0.9502 | 0.9431  |
| 30 | 785.3222  | 33.3967  | 115 | 0   | 5001.6441 | 719.4654  | 30.5712 | 33.1188 | 32.9327 | 30.362  | 91.9602  | 0.9767 | 0.9219 | 0.9344  |
| 31 | 486.7699  | 88.2267  | 142 | 2   | 5094.8433 | 752.5101  | 25.476  | 22.9284 | 26.3843 | 23.4903 | 17.8904  | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 32 | 973.5399  | 37.88    | 145 | 0   | 4987.8441 | 764.9254  | 35.6664 | 35.6664 | 37.0929 | 33.4174 | 133.229  | 0.9612 | 0.9009 | 0.9346  |
| 33 | 467.2991  | 109.2778 | 175 | 34  | 2110.6866 | 767.5706  | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 34 | 447.8283  | 109.7101 | 149 | 49  | 4956.3558 | 775.7442  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 35 | 791.8124  | 65.3361  | 161 | 3   | 6365.9095 | 783.4288  | 33.1188 | 30.5712 | 33.0169 | 30.5349 | 3.8297   | 0.9848 | 0.9248 | 0.9457  |
| 36 | 616.5752  | 61.3789  | 157 | 3   | 8673.036  | 788.4822  | 28.0236 | 28.0236 | 28.4382 | 27.6054 | 90       | 0.9956 | 0.9707 | 0.9314  |
| 37 | 817.7735  | 56.9286  | 149 | 8   | 3506.6501 | 806.5985  | 33.1188 | 33.1188 | 32.5335 | 32.0046 | 161.3563 | 0.9757 | 0.9837 | 0.9299  |
| 38 | 1057.9133 | 46.4663  | 166 | 1   | 4350.574  | 807.3782  | 38.214  | 35.6664 | 37.9017 | 35.5387 | 165.0476 | 0.9808 | 0.9377 | 0.9449  |
| 39 | 837.2443  | 63       | 155 | 5   | 1809.3786 | 811.5291  | 35.6664 | 33.1188 | 33.3073 | 32.0054 | 172.6425 | 0.9591 | 0.9609 | 0.9247  |
| 40 | 733.4     | 46.2478  | 128 | 1   | 3289.4138 | 819.6847  | 30.5712 | 30.5712 | 31.5938 | 29.5562 | 140.7991 | 0.9812 | 0.9355 | 0.9339  |
| 41 | 960.5593  | 47.6351  | 159 | 1   | 4079.5166 | 832.8242  | 35.6664 | 35.6664 | 36.5664 | 33.4466 | 48.4348  | 0.9484 | 0.9147 | 0.9308  |
| 42 | 577.6337  | 69.0899  | 156 | 10  | 7878.453  | 834.339   | 28.0236 | 28.0236 | 29.045  | 25.3216 | 45.003   | 0.9992 | 0.8718 | 0.9271  |
| 43 | 577.6337  | 93.9663  | 163 | 34  | 3344.5265 | 836.8866  | 28.0236 | 28.0236 | 27.2128 | 27.0265 | 90       | 0.9992 | 0.9932 | 0.9271  |
| 44 | 1012.4815 | 43.3141  | 161 | 1   | 4547.5803 | 839.4342  | 35.6664 | 33.1188 | 37.4211 | 34.4493 | 0        | 0.9843 | 0.9206 | 0.9571  |
| 45 | 687.9682  | 64.9717  | 160 | 16  | 4865.6516 | 839.4342  | 30.5712 | 28.0236 | 30.3396 | 28.8714 | 0        | 0.9929 | 0.9516 | 0.9381  |
| 46 | 629.5558  | 68.8969  | 149 | 14  | 6171.561  | 839.4342  | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 47 | 960.5593  | 47.1892  | 149 | 2   | 1355.8912 | 873.4825  | 35.6664 | 35.6664 | 35.7259 | 34.2335 | 141.808  | 0.974  | 0.9582 | 0.9367  |
| 48 | 1012.4815 | 48.8077  | 163 | 3   | 3386.9689 | 873.2552  | 38.214  | 35.6664 | 36.6081 | 35.2144 | 12.0033  | 0.9632 | 0.9619 | 0.9341  |
| 49 | 616.5752  | 58.5158  | 160 | 4   | 4066.9752 | 872.553   | 28.0236 | 28.0236 | 28.4382 | 27.6054 | 90       | 0.9956 | 0.9707 | 0.9314  |
| 50 | 915.1275  | 42.2553  | 139 | 0   | 5128.364  | 874.9922  | 35.6664 | 33.1188 | 35.3953 | 32.9189 | 176.2496 | 0.991  | 0.93   | 0.9431  |
| 51 | 739.8903  | 37.2719  | 126 | 0   | 7927.0362 | 894.0512  | 33.1188 | 30.5712 | 31.6886 | 29.7286 | 171.0819 | 0.9774 | 0.9381 | 0.9268  |
| 52 | 850.2248  | 71.9771  | 171 | 17  | 7113.1617 | 897.0177  | 35.6664 | 30.5712 | 35.0381 | 30.8961 | 170.3614 | 0.9855 | 0.8818 | 0.9424  |
| 53 | 746.3806  | 53.9913  | 152 | 13  | 2380.4221 | 930.749   | 28.0236 | 33.1188 | 33.3079 | 28.5314 | 79.2907  | 0.9986 | 0.8566 | 0.9465  |
| 54 | 636.046   | 66.9082  | 167 | 9   | 3127.491  | 933.3834  | 28.0236 | 28.0236 | 29.7368 | 27.2335 | 35.9869  | 0.9932 | 0.9158 | 0.9378  |
| 55 | 726.9098  | 58.8036  | 146 | 4   | 2719.3583 | 947.0021  | 28.0236 | 33.1188 | 33.3438 | 27.7572 | 96.9981  | 0.9725 | 0.8325 | 0.9333  |
| 56 | 1109.8354 | 42.4737  | 152 | 0   | 4394.1109 | 966.0842  | 38.214  | 38.214  | 38.8992 | 36.3269 | 42.2149  | 0.9681 | 0.9339 | 0.9421  |
| 57 | 467.2991  | 119.7917 | 179 | 55  | 576.5006  | 961.719   | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 58 | 486.7699  | 119.8533 | 156 | 65  | 7717.9542 | 964.2666  | 28.0236 | 22.9284 | 26.973  | 22.9776 | 0        | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 59 | 980.0301  | 59.8808  | 164 | 6   | 2591.2888 | 995.732   | 35.6664 | 35.6664 | 36.2487 | 34.4237 | 135      | 0.9937 | 0.9497 | 0.9467  |
| 60 | 791.8124  | 48.623   | 148 | 5   | 686.5991  | 1001.4365 | 33.1188 | 30.5712 | 34.0646 | 29.5957 | 155.1295 | 0.9848 | 0.8688 | 0.9385  |
| 61 | 882.6761  | 42.0221  | 144 | 1   | 2918.2196 | 1002.3682 | 33.1188 | 33.1188 | 35.0803 | 32.0367 | 137.9003 | 0.9944 | 0.9132 | 0.9477  |
| 62 | 720.4195  | 37.9369  | 111 | 0   | 4936.5717 | 1006.1758 | 30.5712 | 30.5712 | 30.5132 | 30.0613 | 151.8838 | 0.9942 | 0.9852 | 0.9367  |
| 63 | 908.6372  | 53.8714  | 154 | 7   | 4644.3658 | 1027.9566 | 35.6664 | 33.1188 | 35.4412 | 32.6431 | 0        | 0.984  | 0.921  | 0.9396  |
| 64 | 467.2991  | 99.1667  | 144 | 37  | 7516.6938 | 1023.3921 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 65 | 876.1859  | 47.7111  | 146 | 4   | 7813.1212 | 1080.2107 | 33.1188 | 35.6664 | 35.27   | 31.6301 | 56.6982  | 0.9488 | 0.8968 | 0.9247  |
| 66 | 447.8283  | 93.6232  | 165 | 29  | 8186.7126 | 1104.3846 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 67 | 869.6956  | 44.8582  | 146 | 3   | 2585.9471 | 1112.5217 | 35.6664 | 33.1188 | 34.3887 | 32.2005 | 22.1311  | 0.9684 | 0.9364 | 0.9306  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round | Solidty |        |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|-------|---------|--------|
| 68  | 447.8283  | 99.0725  | 161 | 29  | 1700.523  | 1117.1226 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1     | 0.9452  |        |
| 69  | 467.2991  | 119.6111 | 144 | 48  | 6219.4346 | 1137.5034 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      |       | 0.9198  | 0.9351 |
| 70  | 876.1859  | 42.1259  | 143 | 0   | 4202.4927 | 1145.8256 | 33.1188 | 35.6664 | 34.5392 | 32.2994 | 106.9204 | 0.9757 |       | 0.9352  | 0.9343 |
| 71  | 668.4974  | 65.5728  | 148 | 12  | 5396.497  | 1142.5986 | 28.0236 | 28.0236 | 29.2225 | 29.1268 | 90       | 1      |       | 0.9967  | 0.9537 |
| 72  | 759.3611  | 38.5983  | 138 | 0   | 5531.286  | 1147.2583 | 30.5712 | 33.1188 | 32.0127 | 30.202  | 76.8114  | 0.9731 |       | 0.9434  | 0.9286 |
| 73  | 616.5752  | 82.4947  | 169 | 20  | 1369.0668 | 1150.2414 | 28.0236 | 28.0236 | 28.4382 | 27.6054 | 90       | 0.9956 |       | 0.9707  | 0.9314 |
| 74  | 837.2443  | 43.5504  | 145 | 1   | 2594.7306 | 1157.8842 | 33.1188 | 33.1188 | 32.6498 | 32.6498 | 0        | 0.9989 | 1     |         | 0.9416 |
| 75  | 876.1859  | 49.9259  | 156 | 1   | 7759.1687 | 1166.2252 | 33.1188 | 35.6664 | 34.7722 | 32.083  | 111.7898 | 0.9757 |       | 0.9227  | 0.9343 |
| 76  | 571.1434  | 94.8182  | 154 | 30  | 8429.4873 | 1170.7669 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2023 | 26.7331 | 154.2949 | 0.988  |       | 0.9828  | 0.9215 |
| 77  | 506.2407  | 104.7564 | 149 | 45  | 6308.6415 | 1188.4554 | 25.476  | 28.0236 | 26.379  | 24.4348 | 90       | 0.9906 |       | 0.9263  | 0.9176 |
| 78  | 629.5558  | 103.7216 | 173 | 45  | 597.4122  | 1196.0982 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      |       | 1       | 0.9417 |
| 79  | 804.793   | 81.9113  | 164 | 24  | 1838.3399 | 1217.6295 | 30.5712 | 33.1188 | 33.3125 | 30.7601 | 106.0324 | 0.9719 |       | 0.9234  | 0.943  |
| 80  | 759.3611  | 46.7778  | 150 | 3   | 7921.6533 | 1218.3516 | 33.1188 | 28.0236 | 34.3796 | 28.1228 | 17.4881  | 0.9854 |       | 0.818   | 0.9474 |
| 81  | 947.5788  | 46.0137  | 157 | 2   | 8208.7162 | 1229.5311 | 35.6664 | 33.1188 | 36.1519 | 33.373  | 161.4323 | 0.9983 |       | 0.9231  | 0.9511 |
| 82  | 960.5593  | 55.8378  | 162 | 7   | 4407.7611 | 1236.0852 | 35.6664 | 35.6664 | 35.9057 | 34.0621 | 26.0723  | 0.974  |       | 0.9487  | 0.9367 |
| 83  | 642.5363  | 58.6061  | 136 | 11  | 5616.2099 | 1243.3703 | 28.0236 | 30.5712 | 30.7652 | 26.5918 | 55.6021  | 0.9896 |       | 0.8643  | 0.9256 |
| 84  | 447.8283  | 119.5797 | 145 | 74  | 6566.439  | 1262.3358 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      |       | 1       | 0.9492 |
| 85  | 811.2832  | 70.736   | 146 | 19  | 1073.5688 | 1279.9244 | 33.1188 | 33.1188 | 32.1541 | 32.1252 | 45.6268  | 0.9679 |       | 0.9991  | 0.9259 |
| 86  | 571.1434  | 99.4432  | 166 | 60  | 3371.8065 | 1282.5718 | 28.0236 | 28.0236 | 28.7101 | 25.3292 | 41.118   | 0.988  |       | 0.8822  | 0.9215 |
| 87  | 1005.9912 | 49.729   | 158 | 4   | 7191.768  | 1289.0445 | 35.6664 | 35.6664 | 36.017  | 35.5629 | 68.9625  | 0.9932 |       | 0.9874  | 0.948  |
| 88  | 934.5983  | 49.5625  | 149 | 4   | 1872.2383 | 1300.2313 | 35.6664 | 33.1188 | 36.1608 | 32.9077 | 165.2415 | 0.9846 |       | 0.91    | 0.9443 |
| 89  | 525.7115  | 82.0247  | 144 | 24  | 6876.6801 | 1299.9837 | 25.476  | 25.476  | 27.6848 | 24.1777 | 45.0028  | 1      |       | 0.8733  | 0.9419 |
| 90  | 999.5009  | 67.3442  | 157 | 18  | 2742.1275 | 1385.6297 | 38.214  | 35.6664 | 37.0398 | 34.3577 | 162.9271 | 0.9761 |       | 0.9276  | 0.939  |
| 91  | 668.4974  | 59.7767  | 142 | 14  | 4617.2282 | 1398.1006 | 28.0236 | 30.5712 | 30.3099 | 28.0818 | 69.6252  | 0.9964 |       | 0.9265  | 0.9364 |
| 92  | 993.0107  | 42.0784  | 145 | 1   | 878.2143  | 1410.7626 | 35.6664 | 35.6664 | 35.9081 | 35.2105 | 79.7707  | 0.9804 |       | 0.9806  | 0.9444 |
| 93  | 674.9876  | 55.9135  | 131 | 10  | 5578.8521 | 1441.0107 | 30.5712 | 28.0236 | 30.7479 | 27.9505 | 160.0811 | 1      |       | 0.909   | 0.9412 |
| 94  | 486.7699  | 116.88   | 147 | 83  | 7884.0577 | 1442.7059 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 134.947  | 1      |       | 0.9935  | 0.9259 |
| 95  | 603.5947  | 90.6129  | 157 | 33  | 1051.2685 | 1450.4747 | 28.0236 | 28.0236 | 28.655  | 26.8198 | 135      | 1      |       | 0.936   | 0.9347 |
| 96  | 882.6761  | 40.4559  | 140 | 1   | 5686.6178 | 1452.9188 | 35.6664 | 33.1188 | 34.9668 | 32.1407 | 163.3802 | 0.9829 |       | 0.9192  | 0.9379 |
| 97  | 856.7151  | 43.8485  | 149 | 1   | 8482.0026 | 1453.1163 | 33.1188 | 33.1188 | 33.7213 | 32.3476 | 128.4435 | 0.9931 |       | 0.9593  | 0.9429 |
| 98  | 967.0496  | 62.6309  | 162 | 13  | 7223.9592 | 1458.501  | 38.214  | 33.1188 | 37.5682 | 32.7747 | 0        | 0.9548 |       | 0.8724  | 0.9312 |
| 99  | 973.5399  | 41.7133  | 150 | 1   | 4716.0152 | 1461.8299 | 35.6664 | 35.6664 | 36.272  | 34.1737 | 140.5911 | 0.9871 |       | 0.9422  | 0.9434 |
| 100 | 941.0885  | 37.1793  | 144 | 0   | 5821.5032 | 1470.9755 | 35.6664 | 33.1188 | 35.7928 | 33.4769 | 17.3218  | 0.9914 |       | 0.9353  | 0.9477 |
| 101 | 551.6726  | 74.6235  | 163 | 16  | 1563.0125 | 1473.1872 | 28.0236 | 25.476  | 28.6689 | 24.5008 | 28.7664  | 1      |       | 0.8546  | 0.9341 |
| 102 | 447.8283  | 98.7536  | 162 | 7   | 1519.6434 | 1481.4294 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      |       | 1       | 0.9452 |
| 103 | 525.7115  | 108.4938 | 141 | 60  | 7063.5984 | 1483.7883 | 28.0236 | 25.476  | 27.3143 | 24.5057 | 161.5102 | 0.9914 |       | 0.8972  | 0.9257 |
| 104 | 837.2443  | 45.2636  | 144 | 1   | 4158.3053 | 1493.18   | 35.6664 | 30.5712 | 35.1812 | 30.3006 | 168.0332 | 0.9705 |       | 0.8613  | 0.9348 |
| 105 | 467.2991  | 110.6944 | 166 | 59  | 2283.3926 | 1504.3578 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      |       | 0.9198  | 0.9351 |
| 106 | 824.2638  | 50.0157  | 139 | 4   | 2492.9871 | 1527.4467 | 33.1188 | 33.1188 | 32.7032 | 32.0913 | 45.0309  | 0.9834 |       | 0.9813  | 0.9338 |
| 107 | 1109.8354 | 35.9708  | 143 | 0   | 5277.8003 | 1529.8338 | 38.214  | 38.214  | 37.6121 | 37.57   | 90       | 0.9681 |       | 0.9989  | 0.9396 |
| 108 | 467.2991  | 116.9028 | 171 | 51  | 1341.3114 | 1543.1025 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      |       | 0.9198  | 0.9351 |
| 109 | 467.2991  | 108.4167 | 152 | 53  | 8069.523  | 1549.6838 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      |       | 0.9198  | 0.9351 |
| 110 | 791.8124  | 72.2295  | 149 | 21  | 2873.0455 | 1555.0592 | 30.5712 | 33.1188 | 32.5061 | 31.0147 | 91.5055  | 0.9848 |       | 0.9541  | 0.9385 |
| 111 | 707.439   | 47.1284  | 144 | 4   | 2252.9315 | 1561.3866 | 30.5712 | 30.5712 | 30.1631 | 29.8623 | 156.8014 | 0.9763 |       | 0.99    | 0.9277 |
| 112 | 1116.3257 | 34.3721  | 141 | 0   | 5760.4939 | 1570.4917 | 38.214  | 38.214  | 38.0217 | 37.3826 | 103.7162 | 0.9738 |       | 0.9832  | 0.9425 |
| 113 | 902.1469  | 35.7266  | 129 | 1   | 5939.8394 | 1574.1327 | 33.1188 | 35.6664 | 34.747  | 33.0575 | 95.8517  | 0.9769 |       | 0.9514  | 0.936  |
| 114 | 941.0885  | 44.2759  | 160 | 2   | 7968.6029 | 1583.1226 | 35.6664 | 33.1188 | 36.0397 | 33.2475 | 166.2853 | 0.9914 |       | 0.9225  | 0.9477 |
| 115 | 486.7699  | 112.96   | 163 | 42  | 3700.389  | 1585.881  | 22.9284 | 28.0236 | 26.973  | 22.9776 | 90       | 1      |       | 0.8519  | 0.9259 |
| 116 | 921.6177  | 65.9718  | 154 | 16  | 934.9692  | 1593.5238 | 35.6664 | 33.1188 | 35.3282 | 33.2154 | 0        | 0.998  |       | 0.9402  | 0.9467 |
| 117 | 1064.4036 | 47.1463  | 142 | 5   | 3658.307  | 1595.9316 | 35.6664 | 38.214  | 37.3108 | 36.323  | 90.662   | 0.962  |       | 0.9735  | 0.9371 |
| 118 | 577.6337  | 71.5393  | 138 | 14  | 6384.7579 | 1593.5238 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2128 | 27.0265 | 90       | 0.9992 |       | 0.9932  | 0.9271 |
| 119 | 603.5947  | 80.5699  | 160 | 23  | 7252.1269 | 1593.1403 | 28.0236 | 28.0236 | 28.655  | 26.8198 | 135      | 1      |       | 0.936   | 0.9347 |
| 120 | 843.7345  | 61.9692  | 146 | 13  | 3515.492  | 1608.4175 | 33.1188 | 33.1188 | 33.4101 | 32.1542 | 145.9105 | 0.978  |       | 0.9624  | 0.9386 |
| 121 | 1070.8939 | 38.4303  | 141 | 1   | 4765.4556 | 1607.9911 | 38.214  | 33.1188 | 39.4834 | 34.5336 | 9.7798   | 0.9781 |       | 0.8746  | 0.9593 |
| 122 | 571.1434  | 71.3636  | 142 | 14  | 6945.9735 | 1613.7598 | 28.0236 | 28.0236 | 28.7101 | 25.3292 | 138.882  | 0.988  |       | 0.8822  | 0.9215 |
| 123 | 830.754   | 43.7656  | 133 | 1   | 6563.354  | 1629.6281 | 33.1188 | 33.1188 | 35.5445 | 29.7585 | 131.2707 | 0.963  |       | 0.8372  | 0.9309 |
| 124 | 629.5558  | 48.0825  | 139 | 1   | 6388.107  | 1634.2854 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      |       | 1       | 0.9417 |
| 125 | 1057.9133 | 35.9571  | 141 | 0   | 6428.4779 | 1640.3027 | 38.214  | 35.6664 | 37.6587 | 35.768  | 20.1334  | 0.9808 |       | 0.9498  | 0.9449 |
| 126 | 804.793   | 39.0726  | 116 | 0   | 7067.0424 | 1660.501  | 30.5712 | 33.1188 | 33.055  | 30.9997 | 90       | 1      |       | 0.9378  | 0.9466 |
| 127 | 649.0266  | 46.84    | 138 | 0   | 3374.2962 | 1672.0408 | 28.0236 | 30.5712 | 29.6769 | 27.8455 | 90       | 0.9996 |       | 0.9383  | 0.9346 |
| 128 | 616.5752  | 55.2105  | 153 | 5   | 3891.459  | 1671.9362 | 28.0236 | 28.0236 | 30.0263 | 26.1454 | 41.347   | 0.9956 |       | 0.8707  | 0.936  |
| 129 | 889.1664  | 15.9562  | 94  | 0   | 6188.2227 | 1674.9912 | 30.5712 | 33.1188 | 35.8845 | 31.549  | 114.7082 | 0.9854 |       | 0.8792  | 0.9614 |
| 130 | 486.7699  | 106.2267 | 162 | 57  | 6970.1826 | 1679.6327 | 25.476  | 25.476  | 26.7703 | 23.1515 | 136.4528 | 1      |       | 0.8648  | 0.9259 |
| 131 | 1025.462  | 36.1329  | 136 | 1   | 5670.49   | 1686.0436 | 35.6664 | 35.6664 | 36.654  | 35.6212 | 134.9747 | 0.9862 |       | 0.9718  | 0.9489 |
| 132 | 577.6337  | 74.5281  | 155 | 22  | 4701.9393 | 1689.3594 | 28.0236 | 25.476  | 28.5461 | 25.7642 | 161.8914 | 1      |       | 0.9025  | 0.9418 |
| 133 | 1018.9717 | 53.7643  | 160 | 9   | 7377.4845 | 1694.3893 | 38.214  | 35.6664 | 37.1123 | 34.9586 | 2.2212   | 0.9694 |       | 0.942   | 0.9373 |
| 134 | 1025.462  | 56.6076  | 157 | 8   | 7520.9183 | 1701.8774 | 38.214  | 35.6664 | 37.0742 | 35.2174 | 7.9664   | 0.9756 |       | 0.9499  | 0.9405 |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle     | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|-----------|--------|--------|---------|
| 135 | 1226.6602 | 44.6138  | 149 | 1   | 5004.6524 | 1709.6485 | 38.214  | 40.7616 | 42.0248 | 37.1645 | 49.6592   | 0.9616 | 0.8843 | 0.945   |
| 136 | 908.6372  | 39.5286  | 134 | 2   | 6693.546  | 1704.6901 | 33.1188 | 33.1188 | 34.7561 | 33.2866 | 138.5808  | 0.9954 | 0.9577 | 0.9556  |
| 137 | 895.6567  | 47.0072  | 149 | 4   | 8036.478  | 1711.8211 | 33.1188 | 35.6664 | 34.4804 | 33.0735 | 103.1833  | 0.9699 | 0.9592 | 0.9324  |
| 138 | 1025.462  | 40.2405  | 146 | 0   | 6972.4748 | 1717.4049 | 35.6664 | 35.6664 | 36.708  | 35.5688 | 29.1413   | 0.9862 | 0.969  | 0.9489  |
| 139 | 616.5752  | 93.2105  | 156 | 31  | 4574.2158 | 1729.9411 | 28.0236 | 28.0236 | 28.2926 | 27.7475 | 0         | 0.9956 | 0.9807 | 0.9406  |
| 140 | 1012.4815 | 58.2885  | 157 | 6   | 4996.7908 | 1732.7436 | 33.1188 | 38.214  | 38.0354 | 33.893  | 77.2835   | 0.9737 | 0.8911 | 0.9483  |
| 141 | 993.0107  | 56.5817  | 148 | 13  | 2516.9705 | 1735.2236 | 35.6664 | 35.6664 | 36.0355 | 35.086  | 168.44    | 0.9804 | 0.9737 | 0.9415  |
| 142 | 597.1044  | 105.4457 | 169 | 56  | 4359.6913 | 1756.9025 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3583 | 26.8089 | 126.1232  | 0.9976 | 0.9454 | 0.9293  |
| 143 | 649.0266  | 37.39    | 121 | 1   | 2079.8097 | 1774.7091 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45        | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 144 | 850.2248  | 40.1069  | 123 | 1   | 7027.1462 | 1794.5897 | 33.1188 | 33.1188 | 33.7305 | 32.0938 | 133.4094  | 0.9855 | 0.9515 | 0.9391  |
| 145 | 486.7699  | 116.2667 | 150 | 50  | 6036.5382 | 1792.2366 | 28.0236 | 22.9284 | 26.973  | 22.9776 | 0         | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 146 | 772.3416  | 50.8487  | 133 | 11  | 4332.1938 | 1804.9746 | 33.1188 | 28.0236 | 33.792  | 29.1009 | 0         | 1      | 0.8612 | 0.952   |
| 147 | 467.2991  | 101.75   | 150 | 54  | 7317.4502 | 1815.165  | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0         | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 148 | 597.1044  | 63.6304  | 147 | 4   | 7921.4299 | 1817.1865 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3583 | 26.8089 | 36.1232   | 0.9976 | 0.9454 | 0.9293  |
| 149 | 1064.4036 | 47.2988  | 140 | 3   | 1535.4416 | 1825.1224 | 38.214  | 38.214  | 37.4153 | 36.2216 | 46.0778   | 0.952  | 0.9681 | 0.9292  |
| 150 | 999.5009  | 61.3377  | 150 | 11  | 3224.2856 | 1829.5077 | 38.214  | 35.6664 | 36.7762 | 34.604  | 157.3842  | 0.9761 | 0.9409 | 0.939   |
| 151 | 525.7115  | 116.5926 | 151 | 54  | 7248.6297 | 1823.3739 | 25.476  | 25.476  | 27.685  | 24.1776 | 135       | 1      | 0.8733 | 0.9419  |
| 152 | 571.1434  | 70.8636  | 149 | 13  | 6143.5953 | 1829.7847 | 28.0236 | 28.0236 | 27.3231 | 26.615  | 17.5518   | 0.988  | 0.9741 | 0.9215  |
| 153 | 856.7151  | 41.3106  | 127 | 5   | 6036.847  | 1836.009  | 33.1188 | 33.1188 | 34.0688 | 32.0176 | 140.7177  | 0.9931 | 0.9398 | 0.9429  |
| 154 | 1077.3841 | 48.9759  | 143 | 4   | 2752.0833 | 1862.9709 | 38.214  | 38.214  | 37.9336 | 36.1623 | 134.9841  | 0.9636 | 0.9533 | 0.9352  |
| 155 | 447.8283  | 104.1014 | 151 | 43  | 7300.1478 | 1866.117  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 156 | 687.9682  | 90.6604  | 158 | 42  | 8686.0422 | 1870.2028 | 28.0236 | 30.5712 | 30.3396 | 28.8714 | 90        | 0.9929 | 0.9516 | 0.9381  |
| 157 | 1051.4231 | 44.4383  | 145 | 3   | 819.8554  | 1882.7236 | 35.6664 | 35.6664 | 36.6129 | 36.564  | 95.7106   | 0.9852 | 0.9987 | 0.9529  |
| 158 | 532.2018  | 73.4878  | 141 | 14  | 7236.0228 | 1883.0492 | 28.0236 | 25.476  | 27.4112 | 24.7206 | 157.9988  | 1      | 0.9018 | 0.9266  |
| 159 | 467.2991  | 118.0833 | 152 | 62  | 7264.4814 | 1892.1237 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 160 | 1025.462  | 39.2152  | 135 | 0   | 6305.6325 | 1906.1369 | 35.6664 | 35.6664 | 37.0357 | 35.2541 | 146.4005  | 0.9862 | 0.9519 | 0.9489  |
| 161 | 947.5788  | 34.8082  | 123 | 2   | 5907.5354 | 1906.5645 | 35.6664 | 33.1188 | 36.1519 | 33.373  | 161.4323  | 0.9983 | 0.9231 | 0.9511  |
| 162 | 571.1434  | 58.5909  | 143 | 4   | 7300.9005 | 1904.1862 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2023 | 26.7331 | 25.7051   | 0.988  | 0.9828 | 0.9215  |
| 163 | 447.8283  | 110.5942 | 150 | 56  | 7340.9094 | 1901.7834 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 164 | 1116.3257 | 42.5116  | 143 | 0   | 7433.4525 | 1909.1892 | 38.214  | 38.214  | 37.835  | 37.5671 | 156.8014  | 0.9738 | 0.9929 | 0.9425  |
| 165 | 623.0655  | 64.9896  | 142 | 11  | 6905.2167 | 1924.5791 | 28.0236 | 28.0236 | 28.4463 | 27.8881 | 21.8014   | 1      | 0.9804 | 0.9366  |
| 166 | 778.8319  | 43.0667  | 140 | 0   | 8676.7435 | 1933.3099 | 33.1188 | 30.5712 | 32.8739 | 30.165  | 1.0782    | 0.9687 | 0.9176 | 0.9302  |
| 167 | 915.1275  | 41.3688  | 131 | 6   | 5044.3654 | 1937.4137 | 35.6664 | 33.1188 | 35.0186 | 33.273  | 175.3807  | 0.991  | 0.9502 | 0.9431  |
| 168 | 707.439   | 60.8073  | 136 | 18  | 3985.1593 | 1939.9974 | 33.1188 | 28.0236 | 31.6745 | 28.4374 | 0         | 0.9763 | 0.8978 | 0.9316  |
| 169 | 778.8319  | 56.7917  | 143 | 3   | 2388.1202 | 1952.9265 | 33.1188 | 30.5712 | 33.8927 | 29.2582 | 152.4424  | 0.9687 | 0.8633 | 0.9375  |
| 170 | 532.2018  | 100.8415 | 153 | 52  | 7347.9308 | 1954.0092 | 25.476  | 25.476  | 26.096  | 25.9665 | 90        | 1      | 0.995  | 0.9425  |
| 171 | 486.7699  | 111.1733 | 148 | 60  | 7248.6863 | 1960.8877 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 134.947   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 172 | 941.0885  | 72.7862  | 153 | 20  | 1994.4809 | 1968.2318 | 35.6664 | 33.1188 | 36.0397 | 33.2475 | 13.7147   | 0.9914 | 0.9225 | 0.9477  |
| 173 | 778.8319  | 85.8083  | 154 | 38  | 2452.7019 | 1978.2114 | 30.5712 | 33.1188 | 31.8289 | 31.1553 | 90        | 0.9687 | 0.9788 | 0.9302  |
| 174 | 447.8283  | 112.4203 | 148 | 52  | 6204.6798 | 1973.1162 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 175 | 921.6177  | 48.3944  | 137 | 12  | 4185.7068 | 1980.759  | 35.6664 | 33.1188 | 35.3282 | 33.2154 | 0         | 0.998  | 0.9402 | 0.9467  |
| 176 | 551.6726  | 72.1529  | 154 | 20  | 8548.0522 | 1977.7918 | 28.0236 | 28.0236 | 27.4597 | 25.5797 | 134.9944  | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 177 | 649.0266  | 53.86    | 148 | 8   | 607.9083  | 1981.0647 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5561 | 27.9593 | 134.9917  | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 178 | 720.4195  | 39.1712  | 123 | 2   | 7328.1714 | 1983.3066 | 33.1188 | 28.0236 | 33.1601 | 27.6618 | 159.9751  | 0.9942 | 0.8342 | 0.9407  |
| 179 | 908.6372  | 42.65    | 127 | 6   | 5740.871  | 1992.0594 | 33.1188 | 35.6664 | 35.1079 | 32.9531 | 81.6827   | 0.984  | 0.9386 | 0.9396  |
| 180 | 1038.4425 | 65.5438  | 151 | 15  | 7761.7092 | 1995.4555 | 35.6664 | 35.6664 | 37.7584 | 35.017  | 48.8343   | 0.9731 | 0.9274 | 0.9496  |
| 181 | 447.8283  | 107.6377 | 156 | 39  | 3715.6746 | 2001.1398 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 182 | 986.5204  | 46.7303  | 142 | 6   | 3255.1121 | 2011.9336 | 35.6664 | 35.6664 | 35.5786 | 35.3043 | 175.6219  | 0.974  | 0.9923 | 0.9412  |
| 183 | 1012.4815 | 52.1026  | 143 | 13  | 7759.516  | 2016.7683 | 35.6664 | 35.6664 | 37.0175 | 34.8249 | 55.3755   | 0.9737 | 0.9408 | 0.9455  |
| 184 | 902.1469  | 56.7698  | 145 | 16  | 789.5819  | 2020.6409 | 35.6664 | 35.6664 | 34.893  | 32.9192 | 56.8801   | 0.9658 | 0.9434 | 0.9298  |
| 185 | 532.2018  | 81.3415  | 147 | 19  | 6084.5076 | 2020.6196 | 28.0236 | 25.476  | 27.4112 | 24.7206 | 157.9988  | 1      | 0.9018 | 0.9266  |
| 186 | 1077.3841 | 41.2289  | 136 | 2   | 6260.727  | 2027.8896 | 38.214  | 35.6664 | 37.4875 | 36.5927 | 0         | 0.9738 | 0.9761 | 0.9432  |
| 187 | 616.5752  | 65.3053  | 154 | 10  | 3287.1146 | 2025.8649 | 28.0236 | 28.0236 | 28.2204 | 27.8184 | 106.877   | 0.9956 | 0.9858 | 0.936   |
| 188 | 967.0496  | 47.5839  | 134 | 9   | 5433.6461 | 2037.6953 | 35.6664 | 35.6664 | 35.8035 | 34.3901 | 60.0411   | 0.9805 | 0.9605 | 0.9401  |
| 189 | 467.2991  | 119.7222 | 158 | 67  | 4306.187  | 2036.8062 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0         | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 190 | 850.2248  | 50.5038  | 135 | 6   | 2328.8467 | 2048.6885 | 35.6664 | 30.5712 | 35.5342 | 30.4647 | 168.0937  | 0.9855 | 0.8573 | 0.9424  |
| 191 | 1116.3257 | 46.8198  | 147 | 3   | 7544.6137 | 2075.9237 | 38.214  | 38.214  | 38.0217 | 37.3826 | 13.7162   | 0.9738 | 0.9832 | 0.9425  |
| 192 | 746.3806  | 37.1217  | 115 | 0   | 5281.4739 | 2079.0742 | 30.5712 | 30.5712 | 31.9345 | 29.7585 | 40.5116   | 0.9986 | 0.9319 | 0.9426  |
| 193 | 467.2991  | 101.2639 | 155 | 34  | 7792.3653 | 2090.3058 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0         | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 194 | 889.1664  | 62.8175  | 148 | 17  | 1178.6369 | 2103.8992 | 33.1188 | 35.6664 | 35.0288 | 32.3198 | 111.5923  | 0.9901 | 0.9227 | 0.9416  |
| 195 | 980.0301  | 49.8874  | 144 | 6   | 7915.0136 | 2109.0332 | 35.6664 | 35.6664 | 36.2482 | 34.4241 | 45.0134   | 0.9937 | 0.9497 | 0.9467  |
| 196 | 811.2832  | 63.656   | 143 | 18  | 2294.3584 | 2118.574  | 33.1188 | 33.1188 | 32.1541 | 32.1252 | 45.6268   | 0.9679 | 0.9991 | 0.9259  |
| 197 | 954.0691  | 44.6871  | 129 | 5   | 4020.6414 | 2130.2529 | 35.6664 | 35.6664 | 35.5505 | 34.1699 | 28.5971   | 0.9674 | 0.9612 | 0.9333  |
| 198 | 804.793   | 47.2581  | 128 | 9   | 5467.6838 | 2127.246  | 33.1188 | 30.5712 | 33.055  | 30.9997 | 1.592E-13 | 1      | 0.9378 | 0.9466  |
| 199 | 447.8283  | 119.4203 | 150 | 63  | 7004.6262 | 2123.4246 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 200 | 447.8283  | 118.2319 | 152 | 62  | 7134.5538 | 2153.9958 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 201 | 629.5558  | 54.1856  | 131 | 3   | 5435.3046 | 2166.7338 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0         | 1      | 1      | 0.9417  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 202 | 467.2991  | 108.6389 | 147 | 51  | 7080.5234 | 2169.2814 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 203 | 551.6726  | 77.7529  | 149 | 13  | 7594.4406 | 2175.1559 | 25.476  | 28.0236 | 28.5836 | 24.574  | 59.3512  | 1      | 0.8597 | 0.9341  |
| 204 | 1077.3841 | 46.1867  | 137 | 5   | 1979.7461 | 2180.5921 | 35.6664 | 35.6664 | 37.852  | 36.2403 | 134.8302 | 0.984  | 0.9574 | 0.9568  |
| 205 | 1038.4425 | 61.6312  | 144 | 15  | 1064.4191 | 2196.0312 | 38.214  | 35.6664 | 37.3209 | 35.4275 | 0        | 0.9879 | 0.9493 | 0.9467  |
| 206 | 467.2991  | 115.7639 | 150 | 65  | 7205.8866 | 2195.2881 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 207 | 486.7699  | 99.9733  | 143 | 54  | 7076.8761 | 2196.9993 | 25.476  | 22.9284 | 26.3843 | 23.4903 | 17.8904  | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 208 | 889.1664  | 42.2044  | 127 | 1   | 7575.6791 | 2206.3797 | 33.1188 | 33.1188 | 34.6337 | 32.6885 | 34.9211  | 0.974  | 0.9438 | 0.9448  |
| 209 | 551.6726  | 87.4588  | 144 | 34  | 5145.8373 | 2213.5497 | 25.476  | 25.476  | 27.3389 | 25.6927 | 45.0063  | 1      | 0.9398 | 0.9497  |
| 210 | 882.6761  | 37.9191  | 121 | 0   | 4587.01   | 2222.6686 | 33.1188 | 33.1188 | 35.0803 | 32.0367 | 42.0997  | 0.9944 | 0.9132 | 0.9477  |
| 211 | 863.2053  | 48.0451  | 119 | 9   | 7027.2098 | 2223.1258 | 33.1188 | 33.1188 | 34.0225 | 32.3041 | 45       | 1      | 0.9495 | 0.9466  |
| 212 | 506.2407  | 116.4615 | 147 | 59  | 7110.3516 | 2217.6858 | 25.476  | 22.9284 | 26.6594 | 24.1778 | 0        | 1      | 0.9069 | 0.9512  |
| 213 | 928.108   | 50.5035  | 136 | 12  | 1316.8687 | 2230.691  | 35.6664 | 33.1188 | 35.4977 | 33.2896 | 29.4075  | 0.9778 | 0.9378 | 0.9408  |
| 214 | 629.5558  | 51.1546  | 143 | 0   | 7537.0746 | 2227.8762 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 215 | 1057.9133 | 45.3681  | 140 | 3   | 4401.5885 | 2239.0044 | 38.214  | 35.6664 | 37.8196 | 35.6158 | 154.0433 | 0.9808 | 0.9417 | 0.9449  |
| 216 | 668.4974  | 34.6311  | 122 | 0   | 5685.1178 | 2235.8158 | 30.5712 | 28.0236 | 30.4094 | 27.9899 | 20.5521  | 0.9964 | 0.9204 | 0.9406  |
| 217 | 447.8283  | 117.4203 | 161 | 61  | 2724.6582 | 2235.519  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 218 | 447.8283  | 110.2609 | 156 | 19  | 4026.4818 | 2235.519  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 219 | 882.6761  | 44.0882  | 126 | 3   | 5745.1377 | 2245.3722 | 35.6664 | 33.1188 | 34.8809 | 32.2199 | 153.224  | 0.9829 | 0.9237 | 0.9379  |
| 220 | 934.5983  | 39.2222  | 124 | 1   | 6157.3015 | 2250.2915 | 35.6664 | 33.1188 | 36.3609 | 32.7265 | 159.5873 | 0.9846 | 0.9    | 0.9443  |
| 221 | 447.8283  | 114.971  | 143 | 63  | 6994.4358 | 2250.8046 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 222 | 759.3611  | 42.0684  | 124 | 0   | 3925.1004 | 2261.5829 | 33.1188 | 30.5712 | 32.7581 | 29.5148 | 7.6812   | 0.9731 | 0.901  | 0.9323  |
| 223 | 707.439   | 62.5229  | 145 | 16  | 3549.1223 | 2268.0769 | 33.1188 | 28.0236 | 32.8231 | 27.4422 | 18.0972  | 0.9763 | 0.8361 | 0.9356  |
| 224 | 765.8514  | 54.2712  | 144 | 3   | 2318.8989 | 2286.0824 | 30.5712 | 33.1188 | 32.9662 | 29.5791 | 74.4167  | 0.9814 | 0.8973 | 0.9328  |
| 225 | 973.5399  | 51.9267  | 132 | 11  | 3678.3947 | 2292.5683 | 35.6664 | 35.6664 | 36.3053 | 34.1424 | 40.4603  | 0.9871 | 0.9404 | 0.9434  |
| 226 | 486.7699  | 110.8    | 148 | 52  | 5729.1957 | 2286.1653 | 25.476  | 22.9284 | 26.3843 | 23.4903 | 17.8904  | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 227 | 525.7115  | 96.9506  | 142 | 54  | 6940.7475 | 2291.1888 | 25.476  | 28.0236 | 27.3143 | 24.5057 | 71.5102  | 0.9914 | 0.8972 | 0.9257  |
| 228 | 1090.3646 | 48.6726  | 141 | 7   | 8058.0588 | 2296.4491 | 35.6664 | 38.214  | 38.0554 | 36.4809 | 90       | 0.9855 | 0.9586 | 0.9492  |
| 229 | 467.2991  | 119.8333 | 144 | 63  | 7050.483  | 2294.6445 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 230 | 1129.3062 | 64.6092  | 148 | 23  | 721.5565  | 2312.0495 | 38.214  | 38.214  | 38.1038 | 37.7358 | 27.089   | 0.9851 | 0.9903 | 0.9482  |
| 231 | 551.6726  | 97.8706  | 142 | 63  | 7111.2058 | 2309.819  | 28.0236 | 28.0236 | 27.4599 | 25.5795 | 45       | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 232 | 694.4584  | 43.2336  | 128 | 1   | 3769.7456 | 2314.447  | 30.5712 | 28.0236 | 31.7869 | 27.8169 | 28.6797  | 1      | 0.8751 | 0.9469  |
| 233 | 811.2832  | 60.352   | 135 | 13  | 7529.7579 | 2324.685  | 33.1188 | 33.1188 | 32.1528 | 32.1266 | 90       | 0.9679 | 0.9992 | 0.9259  |
| 234 | 746.3806  | 31.1217  | 125 | 0   | 5785.6328 | 2342.6511 | 30.5712 | 33.1188 | 31.5779 | 30.0945 | 84.9023  | 0.986  | 0.953  | 0.9312  |
| 235 | 960.5593  | 75.4392  | 146 | 27  | 2401.2679 | 2361.7629 | 38.214  | 35.6664 | 35.874  | 34.0921 | 7.7118   | 0.9632 | 0.9503 | 0.9308  |
| 236 | 856.7151  | 49.3258  | 128 | 13  | 3987.959  | 2360.8146 | 33.1188 | 33.1188 | 34.0688 | 32.0176 | 39.2823  | 0.9931 | 0.9398 | 0.9429  |
| 237 | 577.6337  | 72.8876  | 141 | 21  | 6631.8751 | 2365.4466 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2128 | 27.0265 | 90       | 0.9992 | 0.9932 | 0.9271  |
| 238 | 603.5947  | 65.5914  | 152 | 7   | 2893.1833 | 2372.7059 | 28.0236 | 28.0236 | 28.655  | 26.8198 | 135      | 1      | 0.936  | 0.9347  |
| 239 | 577.6337  | 65.2135  | 152 | 9   | 5521.923  | 2372.2879 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2128 | 27.0265 | 0        | 0.9992 | 0.9932 | 0.9271  |
| 240 | 447.8283  | 116.6377 | 144 | 65  | 7035.1974 | 2370.5418 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 241 | 447.8283  | 117      | 149 | 65  | 7295.0526 | 2378.1846 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 242 | 993.0107  | 42.451   | 131 | 3   | 5222.6216 | 2397.3998 | 35.6664 | 35.6664 | 36.0973 | 35.0259 | 171.6948 | 0.9804 | 0.9703 | 0.9415  |
| 243 | 486.7699  | 105.3733 | 142 | 68  | 7064.8515 | 2403.3549 | 25.476  | 22.9284 | 26.3843 | 23.4903 | 162.1096 | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 244 | 798.3027  | 51.2439  | 135 | 1   | 2182.8272 | 2417.6413 | 30.5712 | 35.6664 | 34.436  | 29.5165 | 92.1252  | 0.9525 | 0.8571 | 0.9248  |
| 245 | 486.7699  | 106.48   | 161 | 48  | 1672.4994 | 2413.851  | 28.0236 | 22.9284 | 26.973  | 22.9776 | 0        | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 246 | 649.0266  | 72.03    | 135 | 27  | 1534.6233 | 2423.7357 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5561 | 27.9593 | 134.9917 | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 247 | 447.8283  | 113.4348 | 150 | 72  | 7144.7442 | 2426.589  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 248 | 785.3222  | 47.4959  | 141 | 1   | 8439.683  | 2430.063  | 33.1188 | 30.5712 | 33.2548 | 30.0679 | 178.8153 | 0.9767 | 0.9042 | 0.9344  |
| 249 | 486.7699  | 115.2933 | 145 | 62  | 7353.3417 | 2440.2441 | 22.9284 | 25.476  | 26.3843 | 23.4903 | 72.1096  | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 250 | 785.3222  | 44.3636  | 119 | 2   | 4601.9446 | 2445.7907 | 33.1188 | 30.5712 | 33.7596 | 29.6184 | 147.515  | 0.9767 | 0.8773 | 0.9344  |
| 251 | 545.1823  | 80.9048  | 145 | 17  | 5813.0773 | 2449.9723 | 28.0236 | 25.476  | 27.6607 | 25.0951 | 2.2114   | 0.9916 | 0.9072 | 0.9282  |
| 252 | 707.439   | 77.3211  | 146 | 27  | 6385.5594 | 2454.6126 | 28.0236 | 28.0236 | 30.0123 | 30.0123 | 0        | 1      | 1      | 0.9646  |
| 253 | 447.8283  | 117.4203 | 145 | 79  | 7091.2446 | 2452.065  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 254 | 759.3611  | 55.4444  | 131 | 12  | 5070.9107 | 2463.9756 | 33.1188 | 30.5712 | 32.4287 | 29.8146 | 25.1717  | 0.9731 | 0.9194 | 0.9286  |
| 255 | 629.5558  | 58.5052  | 139 | 15  | 4816.2378 | 2467.3506 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 256 | 856.7151  | 44.4242  | 127 | 5   | 2064.4438 | 2474.7618 | 33.1188 | 33.1188 | 34.0762 | 32.0107 | 139.9465 | 0.9931 | 0.9394 | 0.9429  |
| 257 | 1012.4815 | 37.6346  | 129 | 0   | 6162.6444 | 2476.2672 | 35.6664 | 35.6664 | 35.9045 | 35.9045 | 0        | 0.9996 | 1      | 0.9512  |
| 258 | 772.3416  | 65.8403  | 142 | 16  | 7967.4905 | 2477.1128 | 33.1188 | 30.5712 | 32.3583 | 30.3903 | 175.571  | 0.9606 | 0.9392 | 0.9261  |
| 259 | 603.5947  | 90.5269  | 140 | 44  | 6935.4575 | 2479.7051 | 28.0236 | 28.0236 | 28.6548 | 26.82   | 45.0065  | 1      | 0.936  | 0.9347  |
| 260 | 486.7699  | 114.2667 | 140 | 56  | 7346.0046 | 2480.0886 | 28.0236 | 22.9284 | 26.973  | 22.9776 | 0        | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 261 | 564.6531  | 114.908  | 128 | 75  | 7376.5758 | 2482.6362 | 28.0236 | 28.0236 | 28.4142 | 25.3021 | 36.419   | 0.9768 | 0.8905 | 0.9158  |
| 262 | 973.5399  | 72.1267  | 149 | 29  | 735.7639  | 2496.9877 | 35.6664 | 35.6664 | 36.0077 | 34.4245 | 128.0663 | 0.9871 | 0.956  | 0.9434  |
| 263 | 467.2991  | 118.125  | 147 | 70  | 7136.5706 | 2500.4694 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 264 | 947.5788  | 44.9863  | 128 | 5   | 1746.6939 | 2516.6798 | 33.1188 | 35.6664 | 36.1519 | 33.373  | 71.4323  | 0.9983 | 0.9231 | 0.9511  |
| 265 | 668.4974  | 65.7961  | 132 | 19  | 1488.4786 | 2515.755  | 28.0236 | 28.0236 | 29.2225 | 29.1268 | 90       | 1      | 0.9967 | 0.9537  |
| 266 | 798.3027  | 47.3171  | 126 | 0   | 2571.3051 | 2518.344  | 30.5712 | 33.1188 | 33.2742 | 30.5471 | 86.7945  | 0.9929 | 0.918  | 0.9425  |
| 267 | 1031.9523 | 35.761   | 122 | 1   | 8010.0149 | 2524.247  | 35.6664 | 35.6664 | 36.9466 | 35.5627 | 38.0299  | 0.9924 | 0.9625 | 0.9521  |
| 268 | 824.2638  | 43.3937  | 122 | 0   | 7298.0014 | 2527.6505 | 33.1188 | 30.5712 | 34.1158 | 30.7624 | 18.7102  | 0.9954 | 0.9017 | 0.9478  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 269 | 525.7115  | 107.716  | 141 | 57  | 7417.0543 | 2525.0962 | 28.0236 | 25.476  | 26.9433 | 24.8432 | 157.0304 | 0.9914 | 0.9221 | 0.9205  |
| 270 | 467.2991  | 119.375  | 142 | 75  | 7078.5066 | 2526.4761 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 271 | 1057.9133 | 68.1963  | 147 | 22  | 1057.9339 | 2537.1517 | 38.214  | 35.6664 | 37.6841 | 35.7439 | 18.5007  | 0.9808 | 0.9485 | 0.9449  |
| 272 | 577.6337  | 60.3596  | 145 | 5   | 1459.3025 | 2541.231  | 28.0236 | 28.0236 | 27.2128 | 27.0265 | 90       | 0.9992 | 0.9932 | 0.9271  |
| 273 | 551.6726  | 75.2353  | 135 | 17  | 6965.9926 | 2544.1982 | 28.0236 | 28.0236 | 27.4599 | 25.5795 | 45       | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 274 | 837.2443  | 52.0853  | 135 | 10  | 8343.6566 | 2545.6152 | 35.6664 | 30.5712 | 35.2495 | 30.242  | 168.2717 | 0.9705 | 0.8579 | 0.9348  |
| 275 | 856.7151  | 47.8409  | 125 | 2   | 3704.5192 | 2549.7616 | 30.5712 | 35.6664 | 35.4105 | 30.8045 | 79.1001  | 0.9931 | 0.8699 | 0.9462  |
| 276 | 1077.3841 | 43.3976  | 143 | 4   | 6267.096  | 2551.4214 | 35.6664 | 38.214  | 37.4875 | 36.5927 | 90       | 0.9738 | 0.9761 | 0.9432  |
| 277 | 486.7699  | 107.2133 | 139 | 63  | 7075.959  | 2553.969  | 22.9284 | 28.0236 | 26.973  | 22.9776 | 90       | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 278 | 752.8708  | 56.181   | 137 | 13  | 3094.5214 | 2563.3029 | 33.1188 | 30.5712 | 34.0219 | 28.1756 | 36.8412  | 0.9648 | 0.8282 | 0.928   |
| 279 | 726.9098  | 56.4911  | 128 | 11  | 5121.6768 | 2563.8864 | 28.0236 | 33.1188 | 32.2225 | 28.7231 | 77.9794  | 0.9725 | 0.8914 | 0.9333  |
| 280 | 739.8903  | 41.5526  | 115 | 1   | 5366.7205 | 2576.4281 | 28.0236 | 33.1188 | 33.2324 | 28.3476 | 97.7781  | 0.9899 | 0.853  | 0.9421  |
| 281 | 447.8283  | 102.8551 | 153 | 25  | 3246.9162 | 2574.3498 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 282 | 850.2248  | 79.5954  | 136 | 34  | 4080.4287 | 2582.965  | 33.1188 | 33.1188 | 33.6754 | 32.1463 | 35.4599  | 0.9855 | 0.9546 | 0.9424  |
| 283 | 629.5558  | 65.3918  | 129 | 21  | 7613.5026 | 2579.445  | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 284 | 447.8283  | 118.4058 | 144 | 79  | 7241.553  | 2581.9926 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 285 | 700.9487  | 55.6111  | 125 | 15  | 5597.0772 | 2589.6354 | 30.5712 | 28.0236 | 31.0391 | 28.7533 | 0        | 1      | 0.9264 | 0.9474  |
| 286 | 545.1823  | 83.7381  | 144 | 37  | 7959.9762 | 2590.6362 | 28.0236 | 25.476  | 27.8715 | 24.9053 | 0        | 0.9916 | 0.8936 | 0.9231  |
| 287 | 772.3416  | 44.1008  | 123 | 7   | 5199.1913 | 2597.7064 | 30.5712 | 33.1188 | 32.8166 | 29.9658 | 74.8134  | 0.9898 | 0.9131 | 0.937   |
| 288 | 590.6142  | 91.0769  | 135 | 68  | 7086.5413 | 2602.6534 | 28.0236 | 28.0236 | 28.4766 | 26.4074 | 57.6508  | 0.9868 | 0.9273 | 0.9239  |
| 289 | 447.8283  | 117.5362 | 145 | 66  | 7396.9566 | 2599.8258 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 290 | 1005.9912 | 63.5677  | 140 | 18  | 1257.3557 | 2614.306  | 38.214  | 35.6664 | 36.5892 | 35.0068 | 3.9665   | 0.9571 | 0.9568 | 0.9309  |
| 291 | 551.6726  | 118.0824 | 149 | 79  | 2522.9782 | 2612.1442 | 28.0236 | 28.0236 | 27.4597 | 25.5797 | 134.9944 | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 292 | 1116.3257 | 59.1977  | 141 | 16  | 2870.5231 | 2619.6438 | 38.214  | 38.214  | 38.2895 | 37.1212 | 130.9189 | 0.95   | 0.9695 | 0.9322  |
| 293 | 467.2991  | 118.25   | 145 | 69  | 7289.4266 | 2625.3018 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 294 | 447.8283  | 112.9855 | 149 | 11  | 7740.8826 | 2625.3018 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 295 | 603.5947  | 57.7097  | 143 | 8   | 1407.1655 | 2630.7805 | 28.0236 | 28.0236 | 28.655  | 26.8198 | 135      | 1      | 0.936  | 0.9347  |
| 296 | 447.8283  | 112.3043 | 158 | 38  | 1718.3562 | 2630.397  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 297 | 850.2248  | 53.6641  | 124 | 18  | 3652.3152 | 2635.1421 | 33.1188 | 33.1188 | 33.5383 | 32.2777 | 27.9182  | 0.9855 | 0.9624 | 0.9391  |
| 298 | 915.1275  | 48.0284  | 129 | 4   | 1291.6784 | 2640.6958 | 35.6664 | 33.1188 | 35.3953 | 32.9189 | 3.7504   | 0.991  | 0.93   | 0.9431  |
| 299 | 525.7115  | 110.716  | 136 | 68  | 7075.7703 | 2648.6076 | 25.476  | 28.0236 | 27.3143 | 24.5057 | 108.4898 | 0.9914 | 0.8972 | 0.9257  |
| 300 | 1051.4231 | 57.2654  | 133 | 11  | 2637.7882 | 2655.9831 | 38.214  | 38.214  | 36.8265 | 36.3519 | 106.2062 | 0.9645 | 0.9871 | 0.9337  |
| 301 | 915.1275  | 43.539   | 124 | 8   | 6610.9046 | 2655.9091 | 35.6664 | 33.1188 | 35.0186 | 33.273  | 175.3807 | 0.991  | 0.9502 | 0.9431  |
| 302 | 616.5752  | 87.1895  | 138 | 64  | 7231.9258 | 2652.5745 | 28.0236 | 28.0236 | 28.2204 | 27.8184 | 73.123   | 0.9956 | 0.9858 | 0.936   |
| 303 | 967.0496  | 67.8255  | 147 | 19  | 2570.554  | 2665.9437 | 35.6664 | 38.214  | 35.7662 | 34.4259 | 94.436   | 0.9697 | 0.9625 | 0.9342  |
| 304 | 863.2053  | 69.0301  | 143 | 27  | 718.835   | 2670.5456 | 35.6664 | 33.1188 | 34.3376 | 32.0077 | 163.9457 | 0.9612 | 0.9321 | 0.9268  |
| 305 | 700.9487  | 43.3611  | 139 | 2   | 6756.1408 | 2670.6868 | 30.5712 | 30.5712 | 30.1745 | 29.5771 | 91.924   | 0.9674 | 0.9802 | 0.9231  |
| 306 | 856.7151  | 51.9848  | 130 | 11  | 6867.5576 | 2684.7072 | 33.1188 | 35.6664 | 34.2852 | 31.8156 | 100.5396 | 0.954  | 0.928  | 0.9231  |
| 307 | 538.6921  | 88.9518  | 138 | 29  | 6785.2257 | 2684.1115 | 28.0236 | 28.0236 | 27.0947 | 25.3143 | 44.1048  | 0.9654 | 0.9343 | 0.9071  |
| 308 | 921.6177  | 47.9577  | 130 | 3   | 1421.489  | 2690.4091 | 35.6664 | 35.6664 | 36.4233 | 32.2167 | 140.5175 | 0.96   | 0.8845 | 0.9281  |
| 309 | 908.6372  | 42.6143  | 123 | 0   | 5253.2422 | 2688.9918 | 35.6664 | 33.1188 | 35.4412 | 32.6431 | 0        | 0.984  | 0.921  | 0.9396  |
| 310 | 486.7699  | 118.2133 | 139 | 74  | 7088.1875 | 2685.9347 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 311 | 642.5363  | 77.5152  | 129 | 36  | 7778.9165 | 2686.8045 | 28.0236 | 28.0236 | 29.6357 | 27.6053 | 50.0292  | 1      | 0.9315 | 0.9429  |
| 312 | 1109.8354 | 45.9006  | 139 | 5   | 928.8833  | 2697.3646 | 38.214  | 38.214  | 37.6747 | 37.5075 | 152.4421 | 0.9681 | 0.9956 | 0.9396  |
| 313 | 720.4195  | 58.3604  | 141 | 8   | 4583.4881 | 2697.851  | 30.5712 | 30.5712 | 33.5472 | 27.3426 | 45.0076  | 0.9639 | 0.815  | 0.9289  |
| 314 | 1031.9523 | 53.6541  | 140 | 11  | 2797.0004 | 2710.8627 | 35.6664 | 35.6664 | 36.902  | 35.6058 | 39.1326  | 0.9924 | 0.9649 | 0.9521  |
| 315 | 980.0301  | 56.5232  | 136 | 14  | 2155.6492 | 2712.8144 | 35.6664 | 35.6664 | 36.2487 | 34.4237 | 135      | 0.9937 | 0.9497 | 0.9467  |
| 316 | 447.8283  | 113.8261 | 161 | 65  | 760.4586  | 2729.7534 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 317 | 623.0655  | 54.8854  | 135 | 4   | 4495.1871 | 2761.0146 | 28.0236 | 28.0236 | 29.9372 | 26.4992 | 136.1069 | 1      | 0.8852 | 0.9412  |
| 318 | 1077.3841 | 53.247   | 142 | 9   | 4662.7833 | 2766.0183 | 38.214  | 38.214  | 37.9341 | 36.1618 | 45       | 0.9636 | 0.9533 | 0.9352  |
| 319 | 999.5009  | 46.2078  | 138 | 7   | 5540.8149 | 2766.6936 | 35.6664 | 35.6664 | 36.0186 | 35.3319 | 90       | 0.9868 | 0.9809 | 0.9448  |
| 320 | 1064.4036 | 63.7927  | 141 | 18  | 1626.6737 | 2793.3347 | 38.214  | 38.214  | 37.0408 | 36.5878 | 164.0546 | 0.9765 | 0.9878 | 0.9398  |
| 321 | 486.7699  | 106.2933 | 149 | 54  | 3254.0495 | 2800.5767 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 322 | 467.2991  | 116.2778 | 139 | 33  | 6441.6066 | 2800.5554 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 323 | 733.4     | 55.1681  | 141 | 3   | 5009.3369 | 2826.0437 | 28.0236 | 33.1188 | 33.4733 | 27.8966 | 76.6247  | 0.9812 | 0.8334 | 0.9378  |
| 324 | 999.5009  | 41.6494  | 132 | 1   | 7000.6559 | 2827.6871 | 35.6664 | 35.6664 | 35.9848 | 35.3651 | 45.0406  | 0.9868 | 0.9828 | 0.9448  |
| 325 | 739.8903  | 41.6316  | 131 | 2   | 1074.4838 | 2830.7188 | 30.5712 | 30.5712 | 31.6443 | 29.7702 | 121.8446 | 0.9899 | 0.9408 | 0.9383  |
| 326 | 525.7115  | 104.037  | 146 | 54  | 6851.7702 | 2844.3954 | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0        | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 327 | 1064.4036 | 39.7378  | 136 | 1   | 5606.5064 | 2872.186  | 38.214  | 38.214  | 37.4153 | 36.2216 | 46.0778  | 0.952  | 0.9681 | 0.9292  |
| 328 | 629.5558  | 84.1856  | 142 | 36  | 2151.4482 | 2882.6094 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 329 | 850.2248  | 42.4198  | 108 | 1   | 6270.4896 | 2884.7292 | 33.1188 | 33.1188 | 34.0725 | 31.7716 | 134.9914 | 0.9855 | 0.9325 | 0.9391  |
| 330 | 571.1434  | 92.1136  | 143 | 33  | 4103.0545 | 2892.8577 | 28.0236 | 28.0236 | 28.7101 | 25.3292 | 131.118  | 0.988  | 0.8822 | 0.9215  |
| 331 | 577.6337  | 72.9775  | 144 | 19  | 3429.3702 | 2895.6909 | 25.476  | 28.0236 | 28.5461 | 25.7642 | 108.1086 | 1      | 0.9025 | 0.9418  |
| 332 | 668.4974  | 41.5825  | 112 | 2   | 4965.8042 | 2920.5266 | 30.5712 | 28.0236 | 30.3099 | 28.0818 | 159.6252 | 0.9964 | 0.9265 | 0.9364  |
| 333 | 1038.4425 | 45.725   | 132 | 3   | 8037.3595 | 2932.606  | 35.6664 | 35.6664 | 37.1913 | 35.5509 | 45.0162  | 0.9987 | 0.9559 | 0.9552  |
| 334 | 973.5399  | 54.3867  | 133 | 11  | 2949.7811 | 2937.6545 | 35.6664 | 35.6664 | 36.3053 | 34.1424 | 139.5397 | 0.9871 | 0.9404 | 0.9434  |
| 335 | 571.1434  | 75.9886  | 147 | 18  | 735.1273  | 2940.4515 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2023 | 26.7331 | 64.2949  | 0.988  | 0.9828 | 0.9215  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle     | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|-----------|--------|--------|---------|
| 336 | 467.2991  | 115.7917 | 150 | 61  | 2232.4406 | 2946.2994 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0         | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 337 | 525.7115  | 112.1358 | 161 | 59  | 5030.2362 | 2948.847  | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0         | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 338 | 603.5947  | 60.5161  | 138 | 15  | 4283.4059 | 2954.3257 | 28.0236 | 28.0236 | 28.655  | 26.8198 | 135       | 1      | 0.936  | 0.9347  |
| 339 | 525.7115  | 112.037  | 140 | 66  | 8273.331  | 2953.9422 | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0         | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 340 | 1090.3646 | 49.1488  | 132 | 9   | 2276.0683 | 2960.3112 | 38.214  | 35.6664 | 38.0554 | 36.4809 | 0         | 0.9855 | 0.9586 | 0.9492  |
| 341 | 804.793   | 53.7742  | 132 | 15  | 2865.5158 | 2973.0492 | 33.1188 | 30.5712 | 33.055  | 30.9997 | 0         | 1      | 0.9378 | 0.9466  |
| 342 | 915.1275  | 51.3759  | 129 | 2   | 1907.4206 | 2977.5391 | 33.1188 | 35.6664 | 36.9368 | 31.5452 | 123.4682  | 0.9641 | 0.854  | 0.9369  |
| 343 | 668.4974  | 66.7476  | 131 | 15  | 8236.7247 | 2984.7855 | 30.5712 | 30.5712 | 32.4295 | 26.2464 | 46.2398   | 0.9521 | 0.8093 | 0.9196  |
| 344 | 973.5399  | 46.3533  | 139 | 8   | 5006.5265 | 2993.7697 | 35.6664 | 35.6664 | 36.0077 | 34.4245 | 51.9337   | 0.9871 | 0.956  | 0.9434  |
| 345 | 506.2407  | 99.8974  | 141 | 44  | 8097.3506 | 2988.7267 | 25.476  | 25.476  | 26.3476 | 24.464  | 49.7658   | 1      | 0.9285 | 0.9341  |
| 346 | 597.1044  | 59.8587  | 119 | 8   | 6954.1173 | 2994.4546 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3265 | 26.839  | 142.5145  | 0.9976 | 0.9475 | 0.9293  |
| 347 | 571.1434  | 99.9545  | 144 | 52  | 2749.3815 | 3012.3922 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2023 | 26.7331 | 154.2949  | 0.988  | 0.9828 | 0.9215  |
| 348 | 960.5593  | 46.9392  | 128 | 7   | 2843.7757 | 3021.1954 | 35.6664 | 35.6664 | 35.7383 | 34.2216 | 125.7821  | 0.974  | 0.9576 | 0.9367  |
| 349 | 915.1275  | 48.8936  | 129 | 13  | 6505.3327 | 3023.8838 | 33.1188 | 35.6664 | 35.0186 | 33.273  | 94.6193   | 0.991  | 0.9502 | 0.9431  |
| 350 | 447.8283  | 119.3478 | 140 | 29  | 7618.5978 | 3020.1798 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 351 | 778.8319  | 41.0667  | 115 | 0   | 5057.8777 | 3034.5313 | 33.1188 | 30.5712 | 32.8722 | 30.1665 | 20.2351   | 0.9981 | 0.9177 | 0.9412  |
| 352 | 947.5788  | 47.7534  | 131 | 5   | 2411.7396 | 3049.9309 | 38.214  | 33.1188 | 36.92   | 32.6786 | 13.7386   | 0.9608 | 0.8851 | 0.9359  |
| 353 | 545.1823  | 88.4643  | 131 | 36  | 6966.0483 | 3058.1208 | 28.0236 | 28.0236 | 27.1438 | 25.573  | 143.5986  | 0.977  | 0.9421 | 0.913   |
| 354 | 577.6337  | 75.3483  | 138 | 30  | 3901.6494 | 3063.489  | 28.0236 | 28.0236 | 29.045  | 25.3216 | 45.003    | 0.9992 | 0.8718 | 0.9271  |
| 355 | 765.8514  | 83.9746  | 164 | 41  | 5377.4007 | 3083.3516 | 30.5712 | 30.5712 | 31.4387 | 31.0163 | 10.6385   | 0.9938 | 0.9866 | 0.9478  |
| 356 | 629.5558  | 75.2268  | 125 | 31  | 2171.829  | 3088.965  | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0         | 1      | 1      | 0.9417  |
| 357 | 597.1044  | 110.6304 | 174 | 59  | 4472.6441 | 3089.4911 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3583 | 26.8089 | 36.1232   | 0.9976 | 0.9454 | 0.9293  |
| 358 | 506.2407  | 113.1282 | 135 | 73  | 5949.9198 | 3102.1929 | 28.0236 | 25.476  | 26.379  | 24.4348 | 2.0923E-1 | 0.9906 | 0.9263 | 0.9176  |
| 359 | 941.0885  | 43.4138  | 122 | 1   | 2270.3069 | 3109.5566 | 35.6664 | 33.1188 | 36.2669 | 33.0392 | 160.6932  | 0.9914 | 0.911  | 0.9477  |
| 360 | 863.2053  | 67.0827  | 137 | 22  | 535.2546  | 3112.3531 | 35.6664 | 33.1188 | 34.0089 | 32.317  | 24.2665   | 0.9612 | 0.9503 | 0.9268  |
| 361 | 545.1823  | 101.9405 | 128 | 60  | 6364.8147 | 3127.452  | 28.0236 | 28.0236 | 27.1438 | 25.573  | 36.4014   | 0.977  | 0.9421 | 0.913   |
| 362 | 811.2832  | 44.136   | 117 | 0   | 3991.651  | 3147.9674 | 30.5712 | 33.1188 | 33.9365 | 30.4379 | 100.3922  | 0.9797 | 0.8969 | 0.9398  |
| 363 | 824.2638  | 55.7874  | 139 | 16  | 7114.173  | 3152.4143 | 33.1188 | 33.1188 | 32.8054 | 31.9912 | 0         | 0.9834 | 0.9752 | 0.9338  |
| 364 | 525.7115  | 88.4074  | 141 | 32  | 1604.0916 | 3154.4478 | 28.0236 | 25.476  | 27.3303 | 24.4914 | 15.7536   | 0.9914 | 0.8961 | 0.9205  |
| 365 | 804.793   | 43.0887  | 113 | 7   | 2222.781  | 3166.0094 | 33.1188 | 30.5712 | 33.1798 | 30.8831 | 0         | 1      | 0.9308 | 0.9466  |
| 366 | 649.0266  | 49.79    | 116 | 6   | 6324.1113 | 3196.2699 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45        | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 367 | 739.8903  | 43.7719  | 107 | 2   | 6043.5106 | 3204.5456 | 30.5712 | 30.5712 | 31.6443 | 29.7702 | 121.8446  | 0.9899 | 0.9408 | 0.9383  |
| 368 | 642.5363  | 72.1515  | 133 | 26  | 3900.2341 | 3206.8237 | 30.5712 | 28.0236 | 29.4762 | 27.7547 | 5.7897    | 0.9896 | 0.9416 | 0.9296  |
| 369 | 908.6372  | 40.2143  | 116 | 0   | 7468.2894 | 3210.067  | 33.1188 | 35.6664 | 35.4412 | 32.6431 | 90        | 0.984  | 0.921  | 0.9396  |
| 370 | 765.8514  | 47.6525  | 139 | 1   | 512.0676  | 3212.5236 | 30.5712 | 30.5712 | 34.6788 | 28.1184 | 134.9974  | 0.9938 | 0.8108 | 0.9516  |
| 371 | 934.5983  | 42.7222  | 134 | 1   | 4447.915  | 3215.885  | 35.6664 | 33.1188 | 36.1317 | 32.9342 | 156.9629  | 0.9846 | 0.9115 | 0.9443  |
| 372 | 1031.9523 | 44.3899  | 133 | 5   | 3293.7824 | 3219.9501 | 35.6664 | 35.6664 | 36.902  | 35.6058 | 140.8674  | 0.9924 | 0.9649 | 0.9521  |
| 373 | 856.7151  | 43.7727  | 124 | 11  | 4307.0073 | 3218.661  | 33.1188 | 33.1188 | 33.7213 | 32.3476 | 38.4435   | 0.9931 | 0.9593 | 0.9429  |
| 374 | 629.5558  | 46.7938  | 135 | 0   | 1769.3082 | 3221.4402 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0         | 1      | 1      | 0.9417  |
| 375 | 817.7735  | 52.3413  | 123 | 9   | 1089.9886 | 3239.698  | 30.5712 | 33.1188 | 33.5146 | 31.0677 | 101.8086  | 0.9875 | 0.927  | 0.9438  |
| 376 | 694.4584  | 59.3925  | 122 | 20  | 3879.9353 | 3236.1068 | 30.5712 | 28.0236 | 31.8557 | 27.7568 | 27.323    | 1      | 0.8713 | 0.9469  |
| 377 | 824.2638  | 50.9449  | 141 | 11  | 5601.0591 | 3241.6605 | 33.1188 | 33.1188 | 32.7035 | 32.0909 | 135       | 0.9834 | 0.9813 | 0.9338  |
| 378 | 1187.7186 | 47.224   | 130 | 2   | 1032.2165 | 3266.1276 | 38.214  | 40.7616 | 39.5196 | 38.2658 | 85.8305   | 0.9534 | 0.9683 | 0.9361  |
| 379 | 928.108   | 54.007   | 149 | 10  | 5518.0036 | 3263.6627 | 35.6664 | 35.6664 | 36.1016 | 32.7327 | 138.6084  | 0.9668 | 0.9067 | 0.9316  |
| 380 | 765.8514  | 40.7627  | 131 | 0   | 1100.5632 | 3281.5463 | 30.5712 | 30.5712 | 31.572  | 30.8853 | 4.8994E-1 | 0.9938 | 0.9782 | 0.944   |
| 381 | 713.9292  | 39.5273  | 124 | 0   | 4590.1267 | 3307.5954 | 30.5712 | 30.5712 | 32.0299 | 28.3798 | 41.1084   | 0.9853 | 0.886  | 0.9362  |
| 382 | 947.5788  | 41.5753  | 125 | 0   | 8543.6907 | 3308.9834 | 33.1188 | 35.6664 | 36.1519 | 33.373  | 71.4323   | 0.9983 | 0.9231 | 0.9511  |
| 383 | 1155.2673 | 48.882   | 133 | 6   | 1009.7083 | 3313.5689 | 38.214  | 38.214  | 38.9449 | 37.7696 | 135       | 0.9832 | 0.9698 | 0.9493  |
| 384 | 687.9682  | 65.2453  | 139 | 21  | 5241.687  | 3309.068  | 28.0236 | 30.5712 | 30.3396 | 28.8714 | 90        | 0.9929 | 0.9516 | 0.9381  |
| 385 | 791.8124  | 45.8525  | 115 | 4   | 7398.0842 | 3310.4391 | 30.5712 | 33.1188 | 34.1501 | 29.5216 | 58.7912   | 0.9848 | 0.8645 | 0.9385  |
| 386 | 882.6761  | 47.5956  | 120 | 3   | 1343.372  | 3322.445  | 33.1188 | 35.6664 | 34.9668 | 32.1407 | 106.6198  | 0.9829 | 0.9192 | 0.9379  |
| 387 | 623.0655  | 69.1458  | 139 | 20  | 3557.6703 | 3325.2018 | 28.0236 | 28.0236 | 29.9372 | 26.4992 | 43.8931   | 1      | 0.8852 | 0.9412  |
| 388 | 889.1664  | 42.4015  | 121 | 2   | 2367.9942 | 3333.5346 | 33.1188 | 33.1188 | 35.3902 | 31.9897 | 45.0062   | 1      | 0.9039 | 0.9514  |
| 389 | 941.0885  | 48       | 130 | 6   | 681.2722  | 3342.0559 | 33.1188 | 35.6664 | 36.2669 | 33.0392 | 109.3068  | 0.9914 | 0.911  | 0.9477  |
| 390 | 1096.8549 | 57.3491  | 148 | 11  | 4263.891  | 3344.132  | 38.214  | 38.214  | 38.1825 | 36.5759 | 128.1506  | 0.981  | 0.9579 | 0.9441  |
| 391 | 551.6726  | 74.6235  | 138 | 21  | 3917.3546 | 3349.2398 | 28.0236 | 28.0236 | 27.4597 | 25.5797 | 134.9944  | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 392 | 668.4974  | 72.1359  | 145 | 33  | 6300.7466 | 3376.547  | 30.5712 | 28.0236 | 30.3099 | 28.0818 | 159.6252  | 0.9964 | 0.9265 | 0.9364  |
| 393 | 447.8283  | 111.3478 | 143 | 45  | 3022.7274 | 3394.677  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 394 | 447.8283  | 114.9565 | 158 | 66  | 3904.197  | 3399.7722 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 395 | 1005.9912 | 49.7742  | 129 | 7   | 3240.5883 | 3413.6772 | 35.6664 | 35.6664 | 36.017  | 35.5629 | 158.9625  | 0.9932 | 0.9874 | 0.948   |
| 396 | 577.6337  | 85.8539  | 133 | 45  | 8123.0226 | 3409.1611 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2128 | 27.0265 | 0         | 0.9992 | 0.9932 | 0.9271  |
| 397 | 843.7345  | 82.2077  | 166 | 39  | 5461.2509 | 3418.2913 | 33.1188 | 33.1188 | 33.4728 | 32.094  | 160.1453  | 0.978  | 0.9588 | 0.9386  |
| 398 | 1051.4231 | 49.6667  | 125 | 7   | 1255.5894 | 3428.1418 | 35.6664 | 38.214  | 37.7616 | 35.4517 | 110.2448  | 0.9748 | 0.9388 | 0.9419  |
| 399 | 447.8283  | 116.3478 | 148 | 70  | 2146.353  | 3422.7006 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 400 | 902.1469  | 45.0791  | 127 | 1   | 3304.503  | 3433.6058 | 35.6664 | 35.6664 | 35.0796 | 32.7441 | 44.3104   | 0.9658 | 0.9334 | 0.9298  |
| 401 | 636.046   | 72.3367  | 144 | 18  | 2403.3486 | 3433.203  | 28.0236 | 28.0236 | 29.7368 | 27.2335 | 35.9869   | 0.9932 | 0.9158 | 0.9378  |
| 402 | 1031.9523 | 55.1698  | 138 | 12  | 506.9163  | 3450.0512 | 33.1188 | 38.214  | 39.1508 | 33.5606 | 88.3696   | 0.967  | 0.8572 | 0.9521  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 403 | 973.5399  | 47.3933  | 141 | 11  | 5992.3628 | 3454.0531 | 35.6664 | 35.6664 | 36.272  | 34.1737 | 140.5911 | 0.9871 | 0.9422 | 0.9434  |
| 404 | 915.1275  | 72.5532  | 161 | 28  | 4770.2726 | 3457.048  | 33.1188 | 35.6664 | 35.3953 | 32.9189 | 86.2496  | 0.991  | 0.93   | 0.9431  |
| 405 | 960.5593  | 47.277   | 127 | 4   | 7784.8976 | 3471.105  | 35.6664 | 33.1188 | 36.3822 | 33.616  | 0        | 0.9849 | 0.924  | 0.9487  |
| 406 | 694.4584  | 58.757   | 145 | 8   | 575.8171  | 3471.724  | 30.5712 | 28.0236 | 31.8557 | 27.7568 | 27.323   | 1      | 0.8713 | 0.9469  |
| 407 | 447.8283  | 118.8986 | 148 | 72  | 3137.3694 | 3468.5574 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 408 | 447.8283  | 104.3623 | 163 | 48  | 4844.2614 | 3468.5574 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 409 | 597.1044  | 75.7065  | 141 | 20  | 2373.4217 | 3492.0119 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3583 | 26.8089 | 36.1232  | 0.9976 | 0.9454 | 0.9293  |
| 410 | 856.7151  | 41.1894  | 118 | 0   | 3179.7908 | 3505.1888 | 35.6664 | 30.5712 | 35.4105 | 30.8045 | 10.8999  | 0.9931 | 0.8699 | 0.9462  |
| 411 | 1057.9133 | 46.1656  | 127 | 4   | 8349.8997 | 3539.9683 | 38.214  | 38.214  | 36.704  | 36.6984 | 60.9454  | 0.9705 | 0.9998 | 0.9368  |
| 412 | 856.7151  | 50.3106  | 124 | 10  | 1260.097  | 3540.3534 | 33.1188 | 33.1188 | 34.0688 | 32.0176 | 140.7177 | 0.9931 | 0.9398 | 0.9429  |
| 413 | 506.2407  | 106.2051 | 142 | 57  | 5656.4559 | 3552.6282 | 25.476  | 28.0236 | 26.379  | 24.4348 | 90       | 0.9906 | 0.9263 | 0.9176  |
| 414 | 571.1434  | 83.0795  | 141 | 25  | 2042.6541 | 3562.6738 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2023 | 26.7331 | 25.7051  | 0.988  | 0.9828 | 0.9215  |
| 415 | 752.8708  | 58.1466  | 133 | 18  | 3769.2181 | 3573.1408 | 28.0236 | 33.1188 | 32.7653 | 29.2561 | 92.7879  | 0.977  | 0.8929 | 0.9393  |
| 416 | 577.6337  | 73.0337  | 133 | 19  | 4082.529  | 3578.1042 | 28.0236 | 28.0236 | 29.045  | 25.3216 | 134.997  | 0.9992 | 0.8718 | 0.9271  |
| 417 | 1031.9523 | 45.8553  | 158 | 3   | 5594.6498 | 3585.1221 | 35.6664 | 38.214  | 37.9994 | 34.5775 | 79.3689  | 0.9568 | 0.9099 | 0.9353  |
| 418 | 967.0496  | 54.094   | 127 | 10  | 1664.1214 | 3594.8944 | 35.6664 | 35.6664 | 35.7017 | 34.4881 | 46.2632  | 0.9805 | 0.966  | 0.9401  |
| 419 | 486.7699  | 97.7733  | 137 | 42  | 3888.4019 | 3597.9755 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 420 | 629.5558  | 73.8454  | 132 | 37  | 6670.8906 | 3606.1278 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 421 | 649.0266  | 89.43    | 121 | 48  | 6714.5055 | 3610.9173 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 422 | 947.5788  | 47.3082  | 142 | 10  | 7508.353  | 3619.7208 | 35.6664 | 35.6664 | 35.4547 | 34.0292 | 126.8342 | 0.9608 | 0.9598 | 0.9299  |
| 423 | 934.5983  | 41.1389  | 117 | 2   | 1201.8834 | 3621.0949 | 35.6664 | 33.1188 | 35.6126 | 33.4143 | 155.0998 | 0.9846 | 0.9383 | 0.9443  |
| 424 | 597.1044  | 89.1848  | 135 | 52  | 1863.6535 | 3618.5335 | 28.0236 | 28.0236 | 28.4212 | 26.7496 | 50.4903  | 0.9976 | 0.9412 | 0.934   |
| 425 | 960.5593  | 43.9595  | 138 | 9   | 5963.3636 | 3637.4908 | 35.6664 | 35.6664 | 35.7527 | 34.2078 | 52.8575  | 0.974  | 0.9568 | 0.9367  |
| 426 | 525.7115  | 117.9383 | 133 | 82  | 7766.3586 | 3641.7942 | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0        | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 427 | 649.0266  | 71.71    | 149 | 21  | 5195.5245 | 3647.1951 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 428 | 623.0655  | 55.375   | 132 | 9   | 5911.0158 | 3646.8363 | 28.0236 | 28.0236 | 29.9372 | 26.4992 | 46.1069  | 1      | 0.8852 | 0.9412  |
| 429 | 1077.3841 | 46.4096  | 124 | 4   | 1452.132  | 3662.175  | 35.6664 | 38.214  | 37.4875 | 36.5927 | 90       | 0.9738 | 0.9761 | 0.9432  |
| 430 | 687.9682  | 48.6604  | 127 | 2   | 1224.1218 | 3661.7424 | 28.0236 | 30.5712 | 31.373  | 27.9205 | 120.387  | 0.9929 | 0.89   | 0.9422  |
| 431 | 649.0266  | 55.02    | 119 | 14  | 6482.6739 | 3687.3453 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 432 | 1012.4815 | 33.8077  | 121 | 1   | 7880.6903 | 3693.7587 | 35.6664 | 38.214  | 38.4284 | 33.5463 | 58.629   | 0.9632 | 0.873  | 0.9369  |
| 433 | 1044.9328 | 58.9814  | 148 | 15  | 8105.6325 | 3693.6956 | 38.214  | 35.6664 | 37.4481 | 35.5278 | 161.6161 | 0.9688 | 0.9487 | 0.9388  |
| 434 | 1083.8744 | 45.0539  | 125 | 2   | 2823.6942 | 3709.3285 | 38.214  | 35.6664 | 37.7537 | 36.5536 | 175.7378 | 0.9796 | 0.9682 | 0.9462  |
| 435 | 564.6531  | 96.3218  | 153 | 46  | 7480.9396 | 3718.31   | 28.0236 | 28.0236 | 28.3428 | 25.3658 | 134.9964 | 0.9768 | 0.895  | 0.9158  |
| 436 | 525.7115  | 94.0617  | 157 | 39  | 3150.8622 | 3743.3208 | 25.476  | 28.0236 | 27.3303 | 24.4914 | 74.2464  | 0.9914 | 0.8961 | 0.9205  |
| 437 | 649.0266  | 84.87    | 142 | 44  | 8247.5493 | 3751.6467 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 438 | 941.0885  | 53.6828  | 141 | 9   | 6412.5288 | 3766.486  | 35.6664 | 33.1188 | 36.3141 | 32.9963 | 16.8118  | 0.9394 | 0.9086 | 0.9295  |
| 439 | 902.1469  | 76.8058  | 149 | 32  | 8093.4594 | 3773.4813 | 35.6664 | 35.6664 | 34.7941 | 33.0127 | 43.6837  | 0.9658 | 0.9488 | 0.9298  |
| 440 | 486.7699  | 118.6933 | 149 | 69  | 3891.1533 | 3777.7341 | 22.9284 | 25.476  | 26.3843 | 23.4903 | 72.1096  | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 441 | 629.5558  | 62.1134  | 138 | 6   | 5524.4706 | 3779.3646 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 442 | 1051.4231 | 45.5802  | 139 | 6   | 6417.2629 | 3785.0574 | 35.6664 | 35.6664 | 36.6704 | 36.5066 | 167.0371 | 0.9852 | 0.9955 | 0.9529  |
| 443 | 915.1275  | 48.8723  | 147 | 6   | 6925.759  | 3788.236  | 33.1188 | 35.6664 | 35.3953 | 32.9189 | 93.7504  | 0.991  | 0.93   | 0.9431  |
| 444 | 642.5363  | 73.798   | 146 | 25  | 3927.3827 | 3796.7603 | 28.0236 | 28.0236 | 29.6293 | 27.6113 | 39.0422  | 1      | 0.9319 | 0.9429  |
| 445 | 1116.3257 | 52.9012  | 151 | 3   | 7343.4126 | 3802.841  | 38.214  | 38.214  | 37.9072 | 37.4955 | 64.1252  | 0.9738 | 0.9891 | 0.9425  |
| 446 | 1025.462  | 70.1962  | 134 | 23  | 1694.412  | 3813.3863 | 35.6664 | 35.6664 | 36.6236 | 35.6508 | 42.9411  | 0.9862 | 0.9734 | 0.9489  |
| 447 | 1129.3062 | 53.3333  | 162 | 5   | 6448.5466 | 3815.4556 | 38.214  | 38.214  | 38.5052 | 37.3424 | 132.4117 | 0.9611 | 0.9698 | 0.938   |
| 448 | 597.1044  | 72.1957  | 139 | 21  | 2146.8791 | 3823.0061 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3583 | 26.8089 | 53.8768  | 0.9976 | 0.9454 | 0.9293  |
| 449 | 1109.8354 | 57.4678  | 141 | 11  | 2834.6519 | 3827.769  | 38.214  | 38.214  | 37.6121 | 37.57   | 90       | 0.9681 | 0.9989 | 0.9396  |
| 450 | 668.4974  | 61.9903  | 139 | 19  | 3229.6766 | 3835.4118 | 28.0236 | 28.0236 | 29.2225 | 29.1268 | 90       | 1      | 0.9967 | 0.9537  |
| 451 | 642.5363  | 61.5758  | 143 | 7   | 1042.8047 | 3837.5991 | 28.0236 | 28.0236 | 29.2522 | 27.9672 | 125.9586 | 1      | 0.9561 | 0.9429  |
| 452 | 830.754   | 64.1016  | 148 | 24  | 4245.6152 | 3843.174  | 33.1188 | 33.1188 | 32.773  | 32.275  | 18.4349  | 0.9912 | 0.9848 | 0.9377  |
| 453 | 850.2248  | 46.313   | 123 | 5   | 8020.7491 | 3873.5091 | 35.6664 | 33.1188 | 33.9612 | 31.8757 | 176.3656 | 0.9739 | 0.9386 | 0.9324  |
| 454 | 1148.777  | 59.7853  | 138 | 13  | 1789.1852 | 3894.3664 | 38.214  | 38.214  | 38.6677 | 37.8267 | 128.8838 | 0.9776 | 0.9783 | 0.9465  |
| 455 | 928.108   | 49.5175  | 140 | 13  | 3894.648  | 3894.2204 | 35.6664 | 33.1188 | 35.7335 | 33.0699 | 24.9029  | 0.9778 | 0.9255 | 0.9408  |
| 456 | 564.6531  | 80.5747  | 163 | 21  | 5070.295  | 3908.9408 | 25.476  | 28.0236 | 28.6254 | 25.1154 | 76.0527  | 0.9911 | 0.8774 | 0.9305  |
| 457 | 668.4974  | 51.8932  | 143 | 6   | 4765.2858 | 3911.8398 | 28.0236 | 28.0236 | 30.7942 | 27.6402 | 134.9956 | 1      | 0.8976 | 0.9537  |
| 458 | 1070.8939 | 48.9818  | 129 | 7   | 2519.6304 | 3927.0328 | 35.6664 | 38.214  | 37.3207 | 36.5348 | 103.5453 | 0.9679 | 0.9789 | 0.9402  |
| 459 | 629.5558  | 46.7835  | 131 | 1   | 3106.7982 | 3924.5778 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 460 | 486.7699  | 111.1733 | 147 | 57  | 2981.0487 | 3927.4311 | 25.476  | 22.9284 | 26.3843 | 23.4903 | 17.8904  | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 461 | 668.4974  | 44.3107  | 118 | 0   | 3415.0578 | 3942.411  | 28.0236 | 28.0236 | 30.7942 | 27.6402 | 134.9956 | 1      | 0.8976 | 0.9537  |
| 462 | 1168.2478 | 52.0056  | 154 | 11  | 6482.2267 | 3950.3369 | 38.214  | 38.214  | 38.7565 | 38.3796 | 32.3359  | 0.9702 | 0.9903 | 0.9449  |
| 463 | 467.2991  | 95.9028  | 147 | 19  | 2964.1326 | 3946.9754 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 464 | 837.2443  | 46.0543  | 126 | 2   | 8099.7387 | 3955.8205 | 33.1188 | 33.1188 | 33.5333 | 31.7896 | 43.7044  | 0.9705 | 0.948  | 0.9314  |
| 465 | 960.5593  | 46.8446  | 129 | 7   | 8055.9932 | 3962.1549 | 35.6664 | 35.6664 | 36.0159 | 33.9578 | 39.4329  | 0.974  | 0.9429 | 0.9367  |
| 466 | 1031.9523 | 50.3648  | 150 | 11  | 4345.9412 | 3966.3969 | 35.6664 | 35.6664 | 36.902  | 35.6058 | 140.8674 | 0.9924 | 0.9649 | 0.9521  |
| 467 | 1135.7965 | 47.6229  | 161 | 6   | 5451.3181 | 3970.4346 | 38.214  | 38.214  | 38.0835 | 37.9729 | 90       | 0.9908 | 0.9971 | 0.9511  |
| 468 | 752.8708  | 41.1293  | 115 | 0   | 8011.3674 | 3987.7407 | 30.5712 | 30.5712 | 31.2075 | 30.7165 | 76.3568  | 0.977  | 0.9843 | 0.9393  |
| 469 | 525.7115  | 91.284   | 146 | 33  | 3368.4462 | 3985.7202 | 28.0236 | 22.9284 | 28.1761 | 23.7562 | 0        | 1      | 0.8431 | 0.9419  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle     | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|-----------|--------|--------|---------|
| 470 | 447.8283  | 119.8986 | 150 | 71  | 4918.1418 | 3988.2678 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 471 | 649.0266  | 36.45    | 126 | 0   | 2847.2487 | 3996.2163 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5561 | 27.9593 | 134.9917  | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 472 | 895.6567  | 46.3986  | 131 | 11  | 7026.2808 | 4011.4916 | 35.6664 | 33.1188 | 34.8037 | 32.7662 | 0         | 0.9699 | 0.9415 | 0.9324  |
| 473 | 869.6956  | 46.6493  | 136 | 4   | 1254.5789 | 4025.8354 | 33.1188 | 35.6664 | 34.5345 | 32.0645 | 102.2253  | 0.9684 | 0.9285 | 0.9306  |
| 474 | 506.2407  | 104.3333 | 148 | 53  | 3083.8698 | 4037.1621 | 28.0236 | 25.476  | 26.379  | 24.4348 | 2.0923E-1 | 0.9906 | 0.9263 | 0.9176  |
| 475 | 590.6142  | 80.4066  | 120 | 38  | 6405.5483 | 4043.9231 | 28.0236 | 28.0236 | 28.1198 | 26.7425 | 25.6188   | 0.9868 | 0.951  | 0.9239  |
| 476 | 882.6761  | 46.3676  | 139 | 6   | 6859.9    | 4048.586  | 33.1188 | 35.6664 | 35.1561 | 31.9677 | 69.3284   | 0.9829 | 0.9093 | 0.9379  |
| 477 | 843.7345  | 30.5385  | 99  | 0   | 8619.3343 | 4062.4422 | 33.1188 | 33.1188 | 33.6633 | 31.9124 | 65.1533   | 0.978  | 0.948  | 0.9353  |
| 478 | 1005.9912 | 45.4516  | 132 | 6   | 3418.5423 | 4073.2426 | 35.6664 | 35.6664 | 36.7685 | 34.836  | 129.2456  | 0.9674 | 0.9474 | 0.9394  |
| 479 | 752.8708  | 56.7586  | 135 | 20  | 6339.0877 | 4088.0195 | 30.5712 | 33.1188 | 32.3411 | 29.6398 | 110.6466  | 0.9648 | 0.9165 | 0.9243  |
| 480 | 1148.777  | 49.565   | 142 | 8   | 8085.1253 | 4112.6396 | 38.214  | 38.214  | 38.6969 | 37.798  | 125.8676  | 0.9776 | 0.9768 | 0.9465  |
| 481 | 824.2638  | 46.4961  | 117 | 4   | 2625.8835 | 4135.9082 | 33.1188 | 33.1188 | 33.05   | 31.7545 | 29.7301   | 0.9554 | 0.9608 | 0.9236  |
| 482 | 791.8124  | 56.0164  | 151 | 12  | 4956.1052 | 4141.7503 | 33.1188 | 30.5712 | 32.5061 | 31.0147 | 178.4945  | 0.9848 | 0.9541 | 0.9385  |
| 483 | 739.8903  | 57.9649  | 140 | 6   | 800.1252  | 4147.828  | 30.5712 | 30.5712 | 33.5162 | 28.1075 | 132.9332  | 0.9899 | 0.8386 | 0.9421  |
| 484 | 506.2407  | 112.1282 | 135 | 69  | 8135.7606 | 4149.2565 | 28.0236 | 25.476  | 26.379  | 24.4348 | 2.0923E-1 | 0.9906 | 0.9263 | 0.9176  |
| 485 | 629.5558  | 58.9278  | 122 | 18  | 6459.4398 | 4153.8618 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0         | 1      | 1      | 0.9417  |
| 486 | 765.8514  | 47.839   | 130 | 14  | 1279.6077 | 4158.1798 | 33.1188 | 30.5712 | 32.4051 | 30.0913 | 15.1729   | 0.9814 | 0.9286 | 0.9328  |
| 487 | 545.1823  | 114.6905 | 143 | 82  | 1768.6713 | 4158.4111 | 28.0236 | 25.476  | 27.1907 | 25.5289 | 3.5819    | 0.9916 | 0.9389 | 0.9282  |
| 488 | 525.7115  | 110.9877 | 124 | 44  | 6647.9622 | 4158.957  | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0         | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 489 | 467.2991  | 112.5139 | 150 | 83  | 1799.3486 | 4164.0522 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0         | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 490 | 486.7699  | 98.9733  | 133 | 22  | 7956.9191 | 4166.0903 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053    | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 491 | 629.5558  | 43.6392  | 136 | 0   | 1162.9794 | 4169.1474 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0         | 1      | 1      | 0.9417  |
| 492 | 817.7735  | 54.5238  | 166 | 4   | 5112.0425 | 4171.8163 | 33.1188 | 33.1188 | 32.5335 | 32.0046 | 71.3563   | 0.9757 | 0.9837 | 0.9299  |
| 493 | 1070.8939 | 52.4303  | 154 | 11  | 3618.8658 | 4186.9806 | 38.214  | 38.214  | 36.9257 | 36.9257 | 0         | 0.9824 | 1      | 0.9429  |
| 494 | 525.7115  | 98.7654  | 149 | 47  | 8372.6874 | 4186.9806 | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0         | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 495 | 1135.7965 | 47.9029  | 138 | 5   | 2783.9809 | 4207.3614 | 38.214  | 38.214  | 38.0835 | 37.9729 | 90        | 0.9908 | 0.9971 | 0.9511  |
| 496 | 843.7345  | 49.7462  | 125 | 5   | 1590.4471 | 4214.769  | 33.1188 | 33.1188 | 33.5002 | 32.0678 | 124.7516  | 0.978  | 0.9572 | 0.9353  |
| 497 | 467.2991  | 95.8333  | 152 | 13  | 1787.1414 | 4225.7253 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 498 | 525.7115  | 98.0247  | 156 | 52  | 6610.5974 | 4228.0253 | 25.476  | 28.0236 | 26.9433 | 24.8432 | 112.9696  | 0.9914 | 0.9221 | 0.9205  |
| 499 | 1057.9133 | 54.5215  | 151 | 11  | 8454.1325 | 4265.8155 | 38.214  | 38.214  | 36.704  | 36.6984 | 29.0546   | 0.9705 | 0.9998 | 0.9368  |
| 500 | 447.8283  | 95.2319  | 153 | 13  | 1797.3318 | 4260.861  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 501 | 882.6761  | 50.4485  | 135 | 12  | 3593.7832 | 4275.416  | 33.1188 | 35.6664 | 34.8203 | 32.2759 | 63.1908   | 0.9829 | 0.9269 | 0.9379  |
| 502 | 1018.9717 | 45.3248  | 138 | 4   | 8103.9886 | 4282.9294 | 35.6664 | 35.6664 | 36.9889 | 35.0753 | 131.4399  | 0.9799 | 0.9483 | 0.9458  |
| 503 | 447.8283  | 119.1739 | 152 | 84  | 5121.9498 | 4291.4322 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0         | 1      | 1      | 0.9452  |
| 504 | 1090.3646 | 65.4464  | 166 | 17  | 6545.952  | 4307.5063 | 38.214  | 38.214  | 37.5381 | 36.9836 | 104.3218  | 0.9511 | 0.9852 | 0.9307  |
| 505 | 1103.3452 | 61.1412  | 158 | 12  | 7970.5263 | 4308.3513 | 38.214  | 38.214  | 37.5833 | 37.3789 | 111.4768  | 0.9625 | 0.9946 | 0.9366  |
| 506 | 525.7115  | 117.1481 | 154 | 77  | 7610.5776 | 4313.6058 | 28.0236 | 25.476  | 27.3303 | 24.4914 | 164.2464  | 0.9914 | 0.8961 | 0.9205  |
| 507 | 752.8708  | 48.3793  | 126 | 2   | 2485.9744 | 4329.3387 | 30.5712 | 33.1188 | 31.7817 | 30.1615 | 111.2857  | 0.9648 | 0.949  | 0.9243  |
| 508 | 1025.462  | 51.1329  | 167 | 5   | 5326.6446 | 4331.3876 | 35.6664 | 35.6664 | 36.9622 | 35.3242 | 44.7348   | 0.9862 | 0.9557 | 0.9489  |
| 509 | 1005.9912 | 57.3484  | 143 | 11  | 1574.31   | 4333.5087 | 35.6664 | 35.6664 | 36.017  | 35.5629 | 111.0375  | 0.9932 | 0.9874 | 0.948   |
| 510 | 739.8903  | 45.8947  | 136 | 1   | 1746.201  | 4341.8032 | 33.1188 | 30.5712 | 32.6029 | 28.8949 | 147.9994  | 0.9774 | 0.8863 | 0.9306  |
| 511 | 558.1629  | 67.6512  | 139 | 17  | 5646.7554 | 4341.1104 | 28.0236 | 25.476  | 27.7389 | 25.6202 | 0         | 1      | 0.9236 | 0.9348  |
| 512 | 986.5204  | 44.1513  | 142 | 5   | 8544.1643 | 4349.6415 | 35.6664 | 38.214  | 36.9248 | 34.0172 | 119.9591  | 0.9634 | 0.9213 | 0.9325  |
| 513 | 571.1434  | 73.3182  | 137 | 20  | 5463.0387 | 4353.4141 | 28.0236 | 25.476  | 28.7023 | 25.3361 | 161.2665  | 1      | 0.8827 | 0.9362  |
| 514 | 1018.9717 | 46.828   | 124 | 7   | 976.4042  | 4370.5214 | 35.6664 | 38.214  | 36.5283 | 35.5175 | 83.5822   | 0.9694 | 0.9723 | 0.9373  |
| 515 | 1018.9717 | 50.7643  | 135 | 10  | 2036.2058 | 4373.069  | 35.6664 | 38.214  | 36.5283 | 35.5175 | 83.5822   | 0.9694 | 0.9723 | 0.9373  |
| 516 | 467.2991  | 109.0972 | 160 | 61  | 806.3154  | 4369.877  | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 517 | 629.5558  | 47.4433  | 140 | 6   | 617.793   | 4372.9554 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0         | 1      | 1      | 0.9417  |
| 518 | 843.7345  | 50.2769  | 125 | 8   | 3046.1065 | 4385.7718 | 33.1188 | 33.1188 | 33.7832 | 31.7991 | 139.0353  | 0.978  | 0.9413 | 0.9353  |
| 519 | 597.1044  | 72.5435  | 148 | 14  | 1178.7911 | 4386.0257 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3583 | 26.8089 | 53.8768   | 0.9976 | 0.9454 | 0.9293  |
| 520 | 525.7115  | 94.0123  | 153 | 42  | 1019.4646 | 4388.5241 | 25.476  | 28.0236 | 26.9433 | 24.8432 | 67.0304   | 0.9914 | 0.9221 | 0.9205  |
| 521 | 629.5558  | 49.5979  | 145 | 1   | 2253.3522 | 4390.7886 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0         | 1      | 1      | 0.9417  |
| 522 | 1077.3841 | 66.3193  | 149 | 21  | 672.6124  | 4399.2908 | 35.6664 | 38.214  | 38.5744 | 35.5616 | 63.4123   | 0.9738 | 0.9219 | 0.9459  |
| 523 | 590.6142  | 82.7912  | 149 | 18  | 1835.9377 | 4392.9443 | 28.0236 | 28.0236 | 28.1198 | 26.7425 | 154.3812  | 0.9868 | 0.951  | 0.9239  |
| 524 | 739.8903  | 36.5702  | 129 | 0   | 1680.9914 | 4397.5822 | 30.5712 | 30.5712 | 31.2076 | 30.1868 | 135       | 0.9899 | 0.9673 | 0.9383  |
| 525 | 947.5788  | 69.8288  | 170 | 29  | 6532.0464 | 4403.038  | 35.6664 | 35.6664 | 34.8048 | 34.6646 | 0         | 0.9871 | 0.996  | 0.9419  |
| 526 | 980.0301  | 46.0662  | 136 | 10  | 4224.3004 | 4420.4656 | 35.6664 | 35.6664 | 36.2482 | 34.4241 | 45.0134   | 0.9937 | 0.9497 | 0.9467  |
| 527 | 739.8903  | 60.2281  | 135 | 9   | 580.3388  | 4427.3042 | 30.5712 | 30.5712 | 31.5484 | 29.8607 | 44.3689   | 0.9899 | 0.9465 | 0.9383  |
| 528 | 525.7115  | 110.3086 | 129 | 49  | 6808.461  | 4441.7406 | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0         | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 529 | 1070.8939 | 57.3091  | 137 | 11  | 2358.9772 | 4449.4297 | 35.6664 | 38.214  | 37.5469 | 36.3147 | 97.8306   | 0.9679 | 0.9672 | 0.9402  |
| 530 | 603.5947  | 55.4516  | 144 | 1   | 1802.8105 | 4451.5475 | 28.0236 | 28.0236 | 28.655  | 26.8198 | 135       | 1      | 0.936  | 0.9347  |
| 531 | 876.1859  | 49.3704  | 135 | 10  | 8648.734  | 4454.4786 | 33.1188 | 33.1188 | 33.8673 | 32.9402 | 90        | 0.9871 | 0.9726 | 0.9441  |
| 532 | 726.9098  | 45.0625  | 111 | 5   | 4196.4886 | 4467.899  | 30.5712 | 30.5712 | 31.2504 | 29.6166 | 135       | 0.9725 | 0.9477 | 0.9295  |
| 533 | 694.4584  | 44.1121  | 116 | 2   | 4337.908  | 4468.5499 | 28.0236 | 30.5712 | 31.8557 | 27.7568 | 62.677    | 1      | 0.8713 | 0.9469  |
| 534 | 967.0496  | 47.4497  | 138 | 2   | 8555.2939 | 4477.6122 | 35.6664 | 35.6664 | 36.0886 | 34.1184 | 47.0701   | 0.9805 | 0.9454 | 0.943   |
| 535 | 739.8903  | 63.2456  | 135 | 23  | 3042.259  | 4497.4749 | 30.5712 | 30.5712 | 31.6692 | 29.7468 | 132.6054  | 0.9899 | 0.9393 | 0.9421  |
| 536 | 467.2991  | 109.0694 | 152 | 55  | 3484.3737 | 4497.7878 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0         | 1      | 0.9198 | 0.9351  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 537 | 856.7151  | 63.9697  | 142 | 26  | 725.1975  | 4507.9782 | 35.6664 | 33.1188 | 33.8682 | 32.2073 | 0        | 0.9814 | 0.951  | 0.9362  |
| 538 | 908.6372  | 44.0786  | 119 | 9   | 3138.807  | 4513.219  | 35.6664 | 33.1188 | 35.1079 | 32.9531 | 8.3173   | 0.984  | 0.9386 | 0.9396  |
| 539 | 506.2407  | 98.2564  | 150 | 39  | 2224.9367 | 4515.327  | 28.0236 | 22.9284 | 27.7983 | 23.1872 | 169.285  | 1      | 0.8341 | 0.9341  |
| 540 | 1083.8744 | 47.2275  | 130 | 3   | 1994.6716 | 4525.5521 | 35.6664 | 38.214  | 38.1073 | 36.2144 | 84.8925  | 0.9796 | 0.9503 | 0.9462  |
| 541 | 447.8283  | 114.3188 | 151 | 70  | 8635.0902 | 4538.5494 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 542 | 506.2407  | 95.0256  | 141 | 37  | 8301.1586 | 4554.7169 | 25.476  | 25.476  | 26.3476 | 24.464  | 130.2342 | 1      | 0.9285 | 0.9341  |
| 543 | 993.0107  | 43.7647  | 125 | 4   | 3482.8273 | 4562.8598 | 35.6664 | 35.6664 | 35.7972 | 35.3196 | 68.8997  | 0.9804 | 0.9867 | 0.9415  |
| 544 | 863.2053  | 52.0977  | 128 | 12  | 2197.6498 | 4577.1082 | 33.1188 | 33.1188 | 34.0222 | 32.3045 | 134.9882 | 1      | 0.9495 | 0.9466  |
| 545 | 447.8283  | 110.3913 | 151 | 49  | 3336.0822 | 4571.6682 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 546 | 525.7115  | 116.5309 | 131 | 46  | 7236.4578 | 4579.311  | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0        | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 547 | 486.7699  | 111.5333 | 137 | 40  | 8179.0698 | 4576.7634 | 28.0236 | 22.9284 | 26.973  | 22.9776 | 0        | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 548 | 778.8319  | 52.9583  | 132 | 7   | 6706.9391 | 4585.2979 | 30.5712 | 33.1188 | 33.5784 | 29.532  | 115.454  | 0.9687 | 0.8795 | 0.9339  |
| 549 | 765.8514  | 50.0678  | 126 | 4   | 8421.6747 | 4590.9047 | 28.0236 | 35.6664 | 34.5294 | 28.2401 | 87.9929  | 0.9525 | 0.8179 | 0.9291  |
| 550 | 908.6372  | 53.8357  | 133 | 15  | 903.7793  | 4594.9787 | 33.1188 | 35.6664 | 34.8403 | 33.2062 | 87.9559  | 0.984  | 0.9531 | 0.9428  |
| 551 | 1070.8939 | 45.9212  | 121 | 2   | 2295.2718 | 4621.5703 | 35.6664 | 38.214  | 38.6789 | 35.2519 | 120.3184 | 0.9679 | 0.9114 | 0.9429  |
| 552 | 1142.2868 | 56.7443  | 135 | 2   | 2314.0459 | 4639.1796 | 38.214  | 38.214  | 41.0217 | 35.4545 | 140.367  | 0.9721 | 0.8643 | 0.9488  |
| 553 | 545.1823  | 94.2857  | 128 | 12  | 7009.3575 | 4640.7264 | 28.0236 | 28.0236 | 27.1438 | 25.573  | 36.4014  | 0.977  | 0.9421 | 0.913   |
| 554 | 1135.7965 | 52.5829  | 133 | 10  | 1096.2468 | 4653.8319 | 38.214  | 38.214  | 38.704  | 37.3641 | 139.0675 | 0.9666 | 0.9654 | 0.9409  |
| 555 | 713.9292  | 45.8727  | 112 | 2   | 7894.3639 | 4665.4662 | 30.5712 | 30.5712 | 32.0299 | 28.3798 | 41.1084  | 0.9853 | 0.886  | 0.9362  |
| 556 | 837.2443  | 56.2713  | 129 | 13  | 2409.6247 | 4682.3999 | 30.5712 | 35.6664 | 34.8851 | 30.5578 | 103.6811 | 0.9705 | 0.876  | 0.9348  |
| 557 | 759.3611  | 47.4957  | 127 | 2   | 3748.0531 | 4685.9618 | 30.5712 | 33.1188 | 32.4465 | 29.7983 | 63.6448  | 0.9731 | 0.9184 | 0.9286  |
| 558 | 778.8319  | 69.3417  | 137 | 28  | 2459.8776 | 4694.505  | 33.1188 | 30.5712 | 32.3154 | 30.6862 | 169.0786 | 0.9687 | 0.9496 | 0.9302  |
| 559 | 1116.3257 | 49.4477  | 166 | 9   | 5608.7784 | 4715.1633 | 38.214  | 38.214  | 37.835  | 37.5671 | 66.8014  | 0.9738 | 0.9929 | 0.9425  |
| 560 | 876.1859  | 54.2889  | 132 | 10  | 2114.9326 | 4716.7304 | 35.6664 | 33.1188 | 35.0622 | 31.8176 | 162.6245 | 0.9757 | 0.9075 | 0.9343  |
| 561 | 837.2443  | 45.7752  | 125 | 6   | 6014.6367 | 4714.9855 | 35.6664 | 30.5712 | 35.7199 | 29.8437 | 166.4971 | 0.9705 | 0.8355 | 0.9382  |
| 562 | 960.5593  | 47.7162  | 145 | 9   | 7135.9309 | 4739.1901 | 35.6664 | 33.1188 | 36.495  | 33.5121 | 0.8683   | 0.9849 | 0.9183 | 0.9487  |
| 563 | 876.1859  | 60.637   | 133 | 18  | 1356.2384 | 4743.2066 | 33.1188 | 35.6664 | 34.7197 | 32.1314 | 57.7199  | 0.9757 | 0.9255 | 0.9343  |
| 564 | 525.7115  | 99.8025  | 155 | 34  | 2915.2564 | 4753.7744 | 25.476  | 25.476  | 26.239  | 25.51   | 104.5273 | 1      | 0.9722 | 0.9364  |
| 565 | 564.6531  | 88.5517  | 143 | 46  | 3040.2092 | 4752.7235 | 28.0236 | 25.476  | 28.5065 | 25.2202 | 13.1061  | 0.9911 | 0.8847 | 0.9355  |
| 566 | 1070.8939 | 59.9697  | 145 | 15  | 8165.637  | 4761.3486 | 38.214  | 38.214  | 37.3906 | 36.4665 | 124.822  | 0.9578 | 0.9753 | 0.9375  |
| 567 | 759.3611  | 83.7607  | 184 | 48  | 5998.9774 | 4764.11   | 30.5712 | 33.1188 | 32.6876 | 29.5785 | 72.8895  | 0.9731 | 0.9049 | 0.9323  |
| 568 | 577.6337  | 71.6067  | 145 | 20  | 2931.0138 | 4785.6666 | 28.0236 | 28.0236 | 29.045  | 25.3216 | 134.997  | 0.9992 | 0.8718 | 0.9271  |
| 569 | 636.046   | 64.6837  | 150 | 19  | 3405.3353 | 4785.6666 | 30.5712 | 28.0236 | 29.8676 | 27.1143 | 172.2734 | 0.9796 | 0.9078 | 0.9245  |
| 570 | 1031.9523 | 48.6164  | 155 | 8   | 6323.8242 | 4793.1972 | 35.6664 | 38.214  | 37.154  | 35.3642 | 85.5212  | 0.9818 | 0.9518 | 0.9436  |
| 571 | 467.2991  | 97.9167  | 155 | 45  | 3356.9937 | 4800.9522 | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 572 | 850.2248  | 50.0229  | 144 | 11  | 5152.1709 | 4808.0116 | 33.1188 | 33.1188 | 33.867  | 31.9644 | 147.7222 | 0.9855 | 0.9438 | 0.9391  |
| 573 | 486.7699  | 118.0133 | 158 | 78  | 1019.8043 | 4806.5569 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 134.947  | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 574 | 467.2991  | 107.6806 | 137 | 37  | 7677.1926 | 4813.1594 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 575 | 486.7699  | 90.5733  | 154 | 37  | 2488.2409 | 4814.1997 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 576 | 525.7115  | 108.5432 | 136 | 63  | 7267.029  | 4818.7854 | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0        | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 577 | 467.2991  | 109.875  | 154 | 59  | 5919.8793 | 4821.333  | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 578 | 889.1664  | 48.6277  | 145 | 7   | 1173.5417 | 4838.3108 | 33.1188 | 35.6664 | 35.0288 | 32.3198 | 68.4077  | 0.9901 | 0.9227 | 0.9416  |
| 579 | 1148.777  | 55.8136  | 142 | 12  | 970.7435  | 4872.3138 | 40.7616 | 38.214  | 38.6728 | 37.8216 | 172.2766 | 0.9678 | 0.978  | 0.939   |
| 580 | 824.2638  | 50.0157  | 123 | 4   | 1978.3719 | 4869.8979 | 33.1188 | 33.1188 | 32.7032 | 32.0913 | 45.0309  | 0.9834 | 0.9813 | 0.9338  |
| 581 | 778.8319  | 49.0583  | 138 | 1   | 4343.8915 | 4871.4783 | 30.5712 | 33.1188 | 33.3144 | 29.7661 | 88.3516  | 0.9687 | 0.8935 | 0.9302  |
| 582 | 649.0266  | 70.22    | 126 | 28  | 7417.0317 | 4870.0431 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 583 | 928.108   | 70.9371  | 174 | 28  | 4996.4582 | 4876.0975 | 35.6664 | 35.6664 | 34.8655 | 33.8932 | 128.09   | 0.9668 | 0.9721 | 0.9316  |
| 584 | 428.3575  | 103.7727 | 164 | 33  | 2098.296  | 4890.4656 | 22.9284 | 22.9284 | 24.2437 | 22.4966 | 45.0041  | 1      | 0.9279 | 0.9362  |
| 585 | 590.6142  | 103.7363 | 155 | 45  | 4702.0717 | 4898.2369 | 28.0236 | 28.0236 | 27.9866 | 26.8697 | 45.0103  | 0.9868 | 0.9601 | 0.9239  |
| 586 | 928.108   | 39.8042  | 144 | 1   | 5606.4214 | 4909.8576 | 33.1188 | 35.6664 | 35.4971 | 33.2901 | 108.7465 | 0.9778 | 0.9378 | 0.9408  |
| 587 | 824.2638  | 50.4567  | 134 | 12  | 3491.6463 | 4920.8499 | 33.1188 | 33.1188 | 32.7032 | 32.0913 | 45.0309  | 0.9834 | 0.9813 | 0.9338  |
| 588 | 1083.8744 | 48.1916  | 136 | 6   | 860.1354  | 4927.0813 | 38.214  | 35.6664 | 37.7537 | 36.5536 | 4.2622   | 0.9796 | 0.9682 | 0.9462  |
| 589 | 486.7699  | 112.32   | 136 | 62  | 6293.8458 | 4930.8798 | 28.0236 | 22.9284 | 26.973  | 22.9776 | 0        | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 590 | 1129.3062 | 50.1264  | 143 | 8   | 8556.1439 | 4973.3544 | 38.214  | 38.214  | 38.1939 | 37.6468 | 167.637  | 0.9851 | 0.9857 | 0.9482  |
| 591 | 1090.3646 | 52.8512  | 150 | 13  | 7094.9295 | 4976.8882 | 35.6664 | 38.214  | 38.4251 | 36.1299 | 97.8274  | 0.9855 | 0.9403 | 0.9492  |
| 592 | 603.5947  | 77.3763  | 147 | 29  | 1988.0183 | 4976.3531 | 28.0236 | 28.0236 | 28.6548 | 26.82   | 45.0065  | 1      | 0.936  | 0.9347  |
| 593 | 486.7699  | 92.6133  | 137 | 31  | 7220.6627 | 4978.7747 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 594 | 525.7115  | 111.6543 | 126 | 61  | 7017.3642 | 4981.8318 | 28.0236 | 28.0236 | 25.8719 | 25.8719 | 0        | 0.9766 | 1      | 0.9101  |
| 595 | 941.0885  | 49.0966  | 134 | 12  | 1872.2488 | 5007.0443 | 35.6664 | 33.1188 | 35.7928 | 33.4769 | 162.6782 | 0.9914 | 0.9353 | 0.9477  |
| 596 | 830.754   | 52.7578  | 137 | 10  | 4288.9244 | 5012.2836 | 33.1188 | 33.1188 | 32.773  | 32.275  | 161.5651 | 0.9912 | 0.9848 | 0.9377  |
| 597 | 928.108   | 44.007   | 150 | 1   | 5907.0204 | 5021.7204 | 33.1188 | 35.6664 | 35.3832 | 33.3973 | 100.4793 | 0.9778 | 0.9439 | 0.9408  |
| 598 | 1077.3841 | 51.9277  | 144 | 12  | 7455.5514 | 5021.3196 | 38.214  | 35.6664 | 37.4875 | 36.5927 | 0        | 0.9738 | 0.9761 | 0.9432  |
| 599 | 889.1664  | 55.5255  | 143 | 11  | 3036.4882 | 5029.2134 | 35.6664 | 35.6664 | 34.6226 | 32.6989 | 31.2623  | 0.9519 | 0.9444 | 0.9226  |
| 600 | 1038.4425 | 40.5812  | 136 | 3   | 8007.4252 | 5042.0188 | 35.6664 | 35.6664 | 37.1913 | 35.5509 | 134.9838 | 0.9987 | 0.9559 | 0.9552  |
| 601 | 623.0655  | 49.6667  | 126 | 11  | 6234.561  | 5043.0273 | 28.0236 | 28.0236 | 29.9372 | 26.4992 | 133.8931 | 1      | 0.8852 | 0.9412  |
| 602 | 863.2053  | 44.9323  | 139 | 10  | 4772.5838 | 5050.9618 | 33.1188 | 33.1188 | 34.0225 | 32.3041 | 45       | 1      | 0.9495 | 0.9466  |
| 603 | 512.731   | 92.2532  | 151 | 41  | 1001.5454 | 5054.0998 | 25.476  | 25.476  | 26.4133 | 24.716  | 45       | 1      | 0.9357 | 0.9349  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 604 | 597.1044  | 87.2391  | 146 | 39  | 2856.6073 | 5055.3799 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3583 | 26.8089 | 53.8768  | 0.9976 | 0.9454 | 0.9293  |
| 605 | 467.2991  | 95.4444  | 139 | 6   | 7292.505  | 5057.729  | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 606 | 629.5558  | 51.3814  | 138 | 1   | 2052.0918 | 5070.9978 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 607 | 623.0655  | 56.0312  | 135 | 5   | 6148.6857 | 5086.1507 | 28.0236 | 28.0236 | 28.4463 | 27.8881 | 158.1986 | 1      | 0.9804 | 0.9366  |
| 608 | 941.0885  | 48.0483  | 140 | 16  | 7173.7517 | 5096.6846 | 35.6664 | 33.1188 | 36.0397 | 33.2475 | 13.7147  | 0.9914 | 0.9225 | 0.9477  |
| 609 | 577.6337  | 85.764   | 142 | 44  | 5279.5575 | 5098.0482 | 28.0236 | 25.476  | 28.5461 | 25.7642 | 18.1086  | 1      | 0.9025 | 0.9418  |
| 610 | 577.6337  | 96.2247  | 156 | 42  | 3707.2303 | 5104.1166 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2128 | 27.0265 | 90       | 0.9992 | 0.9932 | 0.9271  |
| 611 | 778.8319  | 53.6     | 131 | 10  | 4620.4972 | 5106.5793 | 33.1188 | 33.1188 | 32.4621 | 30.5476 | 134.3515 | 0.9568 | 0.941  | 0.9195  |
| 612 | 1116.3257 | 51.5698  | 152 | 13  | 5430.3131 | 5110.1153 | 38.214  | 38.214  | 38.0217 | 37.3826 | 166.2838 | 0.9738 | 0.9832 | 0.9425  |
| 613 | 467.2991  | 114.25   | 146 | 63  | 6176.1254 | 5101.569  | 25.476  | 22.9284 | 25.4334 | 23.3938 | 0        | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 614 | 545.1823  | 88.1071  | 137 | 36  | 7488.2153 | 5140.5109 | 25.476  | 28.0236 | 27.6607 | 25.0951 | 92.2114  | 0.9916 | 0.9072 | 0.9282  |
| 615 | 895.6567  | 45.7319  | 127 | 2   | 4921.8894 | 5165.1113 | 35.6664 | 33.1188 | 35.2197 | 32.3792 | 6.3427   | 0.9699 | 0.9193 | 0.9324  |
| 616 | 915.1275  | 69.8369  | 167 | 30  | 6071.3373 | 5177.1297 | 35.6664 | 35.6664 | 35.0776 | 33.2171 | 134.988  | 0.9797 | 0.947  | 0.9369  |
| 617 | 629.5558  | 55.2165  | 152 | 1   | 3226.5354 | 5177.997  | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 618 | 532.2018  | 95.3415  | 150 | 41  | 3263.8484 | 5183.5272 | 25.476  | 28.0236 | 27.4112 | 24.7206 | 67.9988  | 1      | 0.9018 | 0.9266  |
| 619 | 837.2443  | 40.2946  | 131 | 3   | 6319.3218 | 5193.2826 | 33.1188 | 33.1188 | 32.6498 | 32.6498 | 0        | 0.9989 | 1      | 0.9416  |
| 620 | 694.4584  | 46.9346  | 130 | 2   | 1351.3828 | 5197.0445 | 28.0236 | 30.5712 | 31.0925 | 28.4381 | 85.5713  | 1      | 0.9146 | 0.9427  |
| 621 | 506.2407  | 96.6923  | 145 | 36  | 2610.8981 | 5197.5939 | 25.476  | 25.476  | 26.1079 | 24.6885 | 34.8349  | 1      | 0.9456 | 0.9286  |
| 622 | 1077.3841 | 58.9217  | 148 | 18  | 4235.3543 | 5213.9396 | 38.214  | 38.214  | 37.8991 | 36.1953 | 111.7417 | 0.9636 | 0.955  | 0.9379  |
| 623 | 571.1434  | 100.4659 | 148 | 52  | 3895.8015 | 5213.5186 | 28.0236 | 28.0236 | 27.2023 | 26.7331 | 154.2949 | 0.988  | 0.9828 | 0.9215  |
| 624 | 1012.4815 | 56.4936  | 141 | 11  | 1276.2659 | 5228.7857 | 35.6664 | 38.214  | 37.532  | 34.3475 | 123.9478 | 0.9632 | 0.9152 | 0.9341  |
| 625 | 1122.816  | 44.474   | 142 | 5   | 5367.4619 | 5231.4966 | 38.214  | 38.214  | 38.2608 | 37.365  | 90       | 0.9794 | 0.9766 | 0.9454  |
| 626 | 908.6372  | 69.7286  | 142 | 26  | 3857.5031 | 5240.9409 | 35.6664 | 35.6664 | 34.8759 | 33.1723 | 142.6537 | 0.9728 | 0.9512 | 0.9333  |
| 627 | 759.3611  | 58.2991  | 139 | 19  | 6994.1745 | 5243.3201 | 33.1188 | 30.5712 | 31.9169 | 30.2927 | 30.4839  | 0.9731 | 0.9491 | 0.9286  |
| 628 | 629.5558  | 72.6907  | 139 | 33  | 4803.4998 | 5277.3534 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 629 | 694.4584  | 47.8411  | 131 | 5   | 2383.8512 | 5331.472  | 30.5712 | 28.0236 | 30.8815 | 28.6325 | 177.4629 | 1      | 0.9272 | 0.9469  |
| 630 | 739.8903  | 47.2281  | 141 | 2   | 8355.7257 | 5332.9983 | 33.1188 | 30.5712 | 31.9147 | 29.518  | 4.1462   | 0.9774 | 0.9249 | 0.9306  |
| 631 | 486.7699  | 93.6933  | 147 | 41  | 7264.4814 | 5353.7814 | 22.9284 | 28.0236 | 26.973  | 22.9776 | 90       | 1      | 0.8519 | 0.9259  |
| 632 | 584.1239  | 100.8889 | 150 | 46  | 3402.5746 | 5359.0464 | 28.0236 | 28.0236 | 28.0335 | 26.5301 | 36.7492  | 0.976  | 0.9464 | 0.9184  |
| 633 | 843.7345  | 42.5538  | 128 | 0   | 2713.7623 | 5370.1644 | 35.6664 | 30.5712 | 35.2298 | 30.4934 | 14.7121  | 0.978  | 0.8656 | 0.9386  |
| 634 | 649.0266  | 67.41    | 137 | 30  | 6368.0319 | 5376.4041 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 635 | 824.2638  | 66.2756  | 148 | 17  | 2310.5428 | 5398.3343 | 35.6664 | 30.5712 | 34.2447 | 30.6467 | 1.9541   | 0.9834 | 0.8949 | 0.9373  |
| 636 | 947.5788  | 74.7123  | 147 | 32  | 4302.3031 | 5408.5897 | 35.6664 | 35.6664 | 35.7218 | 33.7748 | 139.2093 | 0.9608 | 0.9455 | 0.9299  |
| 637 | 908.6372  | 55.8714  | 143 | 11  | 7459.1362 | 5407.281  | 35.6664 | 33.1188 | 34.6787 | 33.3609 | 0        | 0.984  | 0.962  | 0.9396  |
| 638 | 1070.8939 | 69.6667  | 151 | 20  | 556.6506  | 5414.9238 | 38.214  | 38.214  | 36.9257 | 36.9257 | 0        | 0.9824 | 1      | 0.9429  |
| 639 | 674.9876  | 55.4038  | 142 | 11  | 512.9985  | 5414.0419 | 28.0236 | 30.5712 | 30.7479 | 27.9505 | 109.9189 | 1      | 0.909  | 0.9412  |
| 640 | 1018.9717 | 42.4777  | 135 | 6   | 6551.0398 | 5423.8647 | 38.214  | 35.6664 | 37.7603 | 34.3587 | 142.5508 | 0.9694 | 0.9099 | 0.9373  |
| 641 | 1018.9717 | 42.5541  | 136 | 6   | 7058.5801 | 5425.3738 | 35.6664 | 38.214  | 36.915  | 35.1455 | 93.2883  | 0.9694 | 0.9521 | 0.9373  |
| 642 | 856.7151  | 54.6515  | 137 | 14  | 2959.0374 | 5426.388  | 33.1188 | 30.5712 | 34.2509 | 31.8474 | 0        | 1      | 0.9298 | 0.9565  |
| 643 | 687.9682  | 78       | 151 | 41  | 4841.4254 | 5435.0162 | 28.0236 | 28.0236 | 30.3828 | 28.8304 | 45.0093  | 1      | 0.9489 | 0.9593  |
| 644 | 895.6567  | 43.8986  | 133 | 0   | 4355.3437 | 5459.7468 | 33.1188 | 35.6664 | 34.7923 | 32.7769 | 89.6448  | 0.9699 | 0.9421 | 0.9324  |
| 645 | 843.7345  | 72.9154  | 145 | 34  | 4947.5764 | 5457.2532 | 35.6664 | 30.5712 | 34.7585 | 30.9069 | 167.4629 | 0.978  | 0.8892 | 0.9386  |
| 646 | 973.5399  | 44       | 141 | 6   | 6906.8833 | 5475.2849 | 35.6664 | 35.6664 | 36.0077 | 34.4245 | 38.0663  | 0.9871 | 0.956  | 0.9434  |
| 647 | 934.5983  | 55.0764  | 143 | 11  | 3575.875  | 5482.6829 | 33.1188 | 35.6664 | 36.1608 | 32.9077 | 104.7585 | 0.9846 | 0.91   | 0.9443  |
| 648 | 486.7699  | 111.6267 | 155 | 71  | 7664.1489 | 5482.7919 | 22.9284 | 25.476  | 26.3843 | 23.4903 | 107.8904 | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 649 | 921.6177  | 78.2606  | 143 | 28  | 2091.0952 | 5490.078  | 35.6664 | 35.6664 | 34.2826 | 34.2285 | 90       | 0.96   | 0.9984 | 0.9281  |
| 650 | 700.9487  | 52.0648  | 134 | 6   | 2031.711  | 5510.4588 | 28.0236 | 30.5712 | 31.0391 | 28.7533 | 90       | 1      | 0.9264 | 0.9474  |
| 651 | 584.1239  | 106.8222 | 152 | 64  | 6616.9664 | 5516.4881 | 28.0236 | 28.0236 | 28.0629 | 26.5023 | 37.201   | 0.976  | 0.9444 | 0.9184  |
| 652 | 649.0266  | 85.32    | 153 | 37  | 1786.8357 | 5536.9029 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5561 | 27.9593 | 134.9917 | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 653 | 447.8283  | 103.1594 | 149 | 50  | 7088.697  | 5534.661  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 654 | 571.1434  | 86.5114  | 143 | 42  | 7947.2961 | 5540.422  | 28.0236 | 28.0236 | 27.3231 | 26.615  | 162.4482 | 0.988  | 0.9741 | 0.9215  |
| 655 | 1025.462  | 51.4241  | 136 | 11  | 2774.5944 | 5545.7543 | 35.6664 | 35.6664 | 36.6236 | 35.6508 | 42.9411  | 0.9862 | 0.9734 | 0.9489  |
| 656 | 726.9098  | 61.6964  | 143 | 7   | 4925.9893 | 5544.2827 | 28.0236 | 33.1188 | 33.3438 | 27.7572 | 96.9981  | 0.9725 | 0.8325 | 0.9333  |
| 657 | 941.0885  | 69.8138  | 148 | 23  | 822.3389  | 5548.7343 | 35.6664 | 35.6664 | 35.8177 | 33.4536 | 39.0455  | 0.9542 | 0.934  | 0.9295  |
| 658 | 934.5983  | 70.4792  | 151 | 24  | 779.1587  | 5575.5995 | 35.6664 | 33.1188 | 35.8243 | 33.2168 | 18.4386  | 0.9846 | 0.9272 | 0.9443  |
| 659 | 765.8514  | 45.178   | 113 | 7   | 5330.7235 | 5587.2106 | 33.1188 | 30.5712 | 32.2924 | 30.1963 | 26.6038  | 0.9814 | 0.9351 | 0.9328  |
| 660 | 947.5788  | 51.7603  | 138 | 13  | 4040.8426 | 5593.5699 | 35.6664 | 33.1188 | 36.1519 | 33.373  | 161.4323 | 0.9983 | 0.9231 | 0.9511  |
| 661 | 830.754   | 50.4688  | 134 | 7   | 2237.1112 | 5606.3521 | 30.5712 | 33.1188 | 33.9874 | 31.1218 | 71.6246  | 1      | 0.9157 | 0.9517  |
| 662 | 1077.3841 | 50.1386  | 144 | 14  | 5595.2202 | 5621.6631 | 38.214  | 38.214  | 37.6655 | 36.4197 | 46.9128  | 0.9636 | 0.9669 | 0.9352  |
| 663 | 668.4974  | 59.4272  | 157 | 8   | 1007.5758 | 5618.7318 | 28.0236 | 28.0236 | 30.7942 | 27.6402 | 45.0044  | 1      | 0.8976 | 0.9537  |
| 664 | 804.793   | 56.9194  | 138 | 16  | 8303.2242 | 5628.9427 | 33.1188 | 33.1188 | 34.123  | 30.0294 | 133.4833 | 0.9602 | 0.88   | 0.9254  |
| 665 | 928.108   | 84.5105  | 146 | 36  | 2470.6643 | 5631.1669 | 35.6664 | 33.1188 | 35.3823 | 33.3982 | 170.4203 | 0.9778 | 0.9439 | 0.9408  |
| 666 | 759.3611  | 61.3932  | 145 | 10  | 8538.2814 | 5641.7908 | 28.0236 | 33.1188 | 33.832  | 28.5779 | 90       | 0.9854 | 0.8447 | 0.9435  |
| 667 | 772.3416  | 54.7899  | 130 | 20  | 4879.414  | 5643.3086 | 33.1188 | 30.5712 | 32.4732 | 30.2827 | 21.6034  | 0.9898 | 0.9325 | 0.937   |
| 668 | 447.8283  | 102.4928 | 159 | 46  | 7608.4074 | 5641.6602 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 669 | 597.1044  | 83.3696  | 150 | 30  | 7067.9839 | 5654.6474 | 28.0236 | 28.0236 | 28.7298 | 26.4623 | 140.2157 | 0.9976 | 0.9211 | 0.9293  |
| 670 | 1090.3646 | 56.6607  | 147 | 18  | 7117.9944 | 5667.3485 | 35.6664 | 38.214  | 38.0554 | 36.4809 | 90       | 0.9855 | 0.9586 | 0.9492  |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 671 | 694.4584  | 81.6542  | 151 | 38  | 3412.4626 | 5676.1838 | 28.0236 | 30.5712 | 30.712  | 28.7905 | 95.3955  | 1      | 0.9374 | 0.9427  |
| 672 | 876.1859  | 50.7037  | 143 | 11  | 7508.315  | 5682.5728 | 33.1188 | 33.1188 | 33.5003 | 33.301  | 77.4798  | 0.9871 | 0.9941 | 0.9441  |
| 673 | 785.3222  | 48.843   | 132 | 5   | 4109.6894 | 5697.2021 | 33.1188 | 30.5712 | 33.4551 | 29.8879 | 152.924  | 0.9767 | 0.8934 | 0.938   |
| 674 | 428.3575  | 104.7121 | 157 | 37  | 5980.8384 | 5703.15   | 22.9284 | 22.9284 | 24.2437 | 22.4966 | 45.0041  | 1      | 0.9279 | 0.9362  |
| 675 | 1005.9912 | 48.9742  | 147 | 3   | 8584.582  | 5710.166  | 35.6664 | 38.214  | 37.0538 | 34.5678 | 94.4975  | 0.9571 | 0.9329 | 0.9309  |
| 676 | 551.6726  | 100.8353 | 162 | 52  | 4508.3978 | 5712.5734 | 28.0236 | 28.0236 | 27.4599 | 25.5795 | 45       | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 677 | 850.2248  | 41.1908  | 123 | 1   | 5878.0036 | 5725.3809 | 33.1188 | 33.1188 | 33.867  | 31.9644 | 122.2778 | 0.9855 | 0.9438 | 0.9391  |
| 678 | 830.754   | 44.3047  | 133 | 1   | 6986.6736 | 5725.7708 | 33.1188 | 33.1188 | 32.773  | 32.275  | 108.4349 | 0.9912 | 0.9848 | 0.9377  |
| 679 | 843.7345  | 54.3077  | 134 | 15  | 5981.9216 | 5747.0329 | 35.6664 | 33.1188 | 33.812  | 31.772  | 6.2473   | 0.9665 | 0.9397 | 0.9286  |
| 680 | 590.6142  | 81.7033  | 151 | 21  | 6084.3827 | 5759.4097 | 28.0236 | 28.0236 | 28.6485 | 26.249  | 134.9952 | 0.9868 | 0.9162 | 0.9239  |
| 681 | 649.0266  | 79.79    | 144 | 37  | 3379.0857 | 5773.8297 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5561 | 27.9593 | 134.9917 | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 682 | 668.4974  | 55.3883  | 152 | 5   | 2540.7611 | 5783.3859 | 28.0236 | 30.5712 | 30.6606 | 27.7606 | 104.4518 | 0.9964 | 0.9054 | 0.9364  |
| 683 | 642.5363  | 66.899   | 152 | 20  | 4357.5411 | 5788.2115 | 28.0236 | 30.5712 | 30.681  | 26.6648 | 63.2161  | 0.9896 | 0.8691 | 0.9296  |
| 684 | 759.3611  | 63.1453  | 146 | 24  | 7914.9468 | 5789.3339 | 30.5712 | 33.1188 | 32.4287 | 29.8146 | 115.1717 | 0.9731 | 0.9194 | 0.9286  |
| 685 | 687.9682  | 77.8585  | 150 | 33  | 1460.0392 | 5794.5162 | 30.5712 | 28.0236 | 30.3396 | 28.8714 | 0        | 0.9929 | 0.9516 | 0.9381  |
| 686 | 733.4     | 52.708   | 137 | 4   | 6544.8633 | 5797.4471 | 33.1188 | 28.0236 | 34.0207 | 27.4478 | 154.2968 | 0.9812 | 0.8068 | 0.9456  |
| 687 | 629.5558  | 85.7938  | 154 | 38  | 4693.953  | 5807.2542 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 688 | 506.2407  | 85.5256  | 152 | 28  | 8565.0312 | 5807.2542 | 25.476  | 22.9284 | 26.6594 | 24.1778 | 0        | 1      | 0.9069 | 0.9512  |
| 689 | 934.5983  | 49.3958  | 111 | 23  | 8535.4684 | 5834.0748 | 35.6664 | 35.6664 | 35.0153 | 33.9842 | 74.937   | 0.9736 | 0.9706 | 0.9351  |
| 690 | 551.6726  | 76.9882  | 160 | 15  | 2173.7772 | 5835.2179 | 25.476  | 28.0236 | 28.6689 | 24.5008 | 118.7664 | 1      | 0.8546 | 0.9341  |
| 691 | 603.5947  | 86.1183  | 156 | 38  | 3075.8435 | 5834.8943 | 28.0236 | 28.0236 | 28.6548 | 26.82   | 45.0065  | 1      | 0.936  | 0.9347  |
| 692 | 889.1664  | 44.8905  | 131 | 7   | 6419.0501 | 5853.9664 | 33.1188 | 35.6664 | 35.0288 | 32.3198 | 111.5923 | 0.9901 | 0.9227 | 0.9416  |
| 693 | 687.9682  | 71.5849  | 146 | 35  | 646.3934  | 5857.7736 | 28.0236 | 30.5712 | 30.499  | 28.7206 | 92.1505  | 0.9929 | 0.9417 | 0.9422  |
| 694 | 525.7115  | 83.4938  | 165 | 22  | 1600.9779 | 5865.4716 | 25.476  | 28.0236 | 27.3143 | 24.5057 | 71.5102  | 0.9914 | 0.8972 | 0.9257  |
| 695 | 765.8514  | 40.2542  | 111 | 0   | 6960.4534 | 5868.6989 | 30.5712 | 33.1188 | 32.4242 | 30.0736 | 103.6686 | 0.9814 | 0.9275 | 0.9328  |
| 696 | 694.4584  | 48.8785  | 130 | 5   | 7057.5544 | 5873.5394 | 30.5712 | 28.0236 | 31.7869 | 27.8169 | 28.6797  | 1      | 0.8751 | 0.9469  |
| 697 | 713.9292  | 74.1091  | 141 | 18  | 6724.2049 | 5889.3564 | 28.0236 | 33.1188 | 33.4647 | 27.163  | 100.2567 | 0.9552 | 0.8117 | 0.9244  |
| 698 | 973.5399  | 46.2267  | 134 | 3   | 4114.2891 | 5892.9724 | 35.6664 | 35.6664 | 35.4573 | 34.9589 | 41.0233  | 0.9612 | 0.9859 | 0.9317  |
| 699 | 649.0266  | 55.11    | 155 | 3   | 2569.5603 | 5891.0193 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 700 | 778.8319  | 43.7667  | 132 | 0   | 7988.7853 | 5902.2797 | 30.5712 | 35.6664 | 34.156  | 29.0326 | 81.7142  | 0.9568 | 0.85   | 0.9231  |
| 701 | 993.0107  | 46.6667  | 138 | 9   | 6004.9846 | 5916.3181 | 35.6664 | 38.214  | 36.6792 | 34.4702 | 71.9146  | 0.9697 | 0.9398 | 0.9358  |
| 702 | 837.2443  | 65.4031  | 150 | 17  | 1415.1326 | 5918.7759 | 33.1188 | 33.1188 | 33.7378 | 31.5969 | 137.3648 | 0.9705 | 0.9365 | 0.9314  |
| 703 | 545.1823  | 88.8095  | 156 | 31  | 4447.5637 | 5914.7083 | 28.0236 | 25.476  | 27.6607 | 25.0951 | 2.2114   | 0.9916 | 0.9072 | 0.9282  |
| 704 | 837.2443  | 40.8062  | 123 | 1   | 6097.6806 | 5921.8962 | 33.1188 | 33.1188 | 32.6498 | 32.6498 | 0        | 0.9989 | 1      | 0.9416  |
| 705 | 778.8319  | 51.675   | 133 | 8   | 2449.8995 | 5931.1525 | 33.1188 | 30.5712 | 32.8722 | 30.1665 | 159.7649 | 0.9981 | 0.9177 | 0.9412  |
| 706 | 1103.3452 | 50.5059  | 141 | 1   | 4736.378  | 5934.2895 | 38.214  | 38.214  | 37.5081 | 37.4539 | 108.4751 | 0.9625 | 0.9986 | 0.9366  |
| 707 | 1200.6992 | 41.5243  | 118 | 3   | 5814.5803 | 5940.5419 | 38.214  | 38.214  | 39.4095 | 38.7921 | 117.3484 | 0.9505 | 0.9843 | 0.9439  |
| 708 | 700.9487  | 53.287   | 138 | 5   | 1201.1934 | 5941.0032 | 28.0236 | 30.5712 | 31.0391 | 28.7533 | 90       | 1      | 0.9264 | 0.9474  |
| 709 | 447.8283  | 96.5507  | 157 | 25  | 5307.9246 | 5944.8246 | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 710 | 629.5558  | 79.4227  | 150 | 36  | 6278.5602 | 5965.2054 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3121 | 28.3121 | 0        | 1      | 1      | 0.9417  |
| 711 | 551.6726  | 111.7882 | 155 | 78  | 698.3571  | 5969.3415 | 25.476  | 25.476  | 27.3389 | 25.6927 | 45.0063  | 1      | 0.9398 | 0.9497  |
| 712 | 623.0655  | 52.6146  | 156 | 6   | 3736.0023 | 5987.4438 | 28.0236 | 28.0236 | 29.9372 | 26.4992 | 43.8931  | 1      | 0.8852 | 0.9412  |
| 713 | 597.1044  | 64.0761  | 166 | 7   | 2395.4917 | 5996.1089 | 28.0236 | 28.0236 | 28.3583 | 26.8089 | 126.1232 | 0.9976 | 0.9454 | 0.9293  |
| 714 | 1038.4425 | 48.55    | 150 | 8   | 7364.7931 | 5999.2795 | 35.6664 | 35.6664 | 37.1913 | 35.5509 | 134.9838 | 0.9987 | 0.9559 | 0.9552  |
| 715 | 947.5788  | 49.5274  | 139 | 12  | 3205.666  | 6007.2408 | 35.6664 | 35.6664 | 34.8048 | 34.6646 | 90       | 0.9871 | 0.996  | 0.9419  |
| 716 | 506.2407  | 96.1538  | 149 | 40  | 6670.6946 | 6006.8489 | 25.476  | 25.476  | 26.3476 | 24.464  | 130.2342 | 1      | 0.9285 | 0.9341  |
| 717 | 467.2991  | 101.8472 | 160 | 27  | 5290.0914 | 6009.0453 | 22.9284 | 25.476  | 25.4334 | 23.3938 | 90       | 1      | 0.9198 | 0.9351  |
| 718 | 603.5947  | 53.1183  | 142 | 5   | 6033.6071 | 6011.4457 | 28.0236 | 28.0236 | 28.655  | 26.8198 | 135      | 1      | 0.936  | 0.9347  |
| 719 | 921.6177  | 45.4225  | 125 | 4   | 4630.9986 | 6017.1621 | 33.1188 | 35.6664 | 36.4222 | 32.2177 | 73.6846  | 0.9709 | 0.8846 | 0.9404  |
| 720 | 1096.8549 | 64.9053  | 151 | 21  | 2969.6348 | 6030.9606 | 38.214  | 38.214  | 38.1825 | 36.5759 | 38.1506  | 0.981  | 0.9579 | 0.9441  |
| 721 | 707.439   | 66.9541  | 139 | 5   | 4614.9774 | 6028.8954 | 33.1188 | 28.0236 | 32.2928 | 27.8929 | 20.4778  | 0.9763 | 0.8637 | 0.9316  |
| 722 | 1161.7576 | 48.6704  | 129 | 13  | 5309.7179 | 6040.3098 | 40.7616 | 35.6664 | 40.6444 | 36.3936 | 159.7718 | 0.9648 | 0.8954 | 0.9471  |
| 723 | 713.9292  | 69.3182  | 142 | 29  | 1341.682  | 6039.6416 | 30.5712 | 30.5712 | 31.87   | 28.5222 | 48.8532  | 0.9853 | 0.895  | 0.9362  |
| 724 | 1064.4036 | 50.6829  | 140 | 12  | 4562.4409 | 6044.6781 | 35.6664 | 38.214  | 37.9972 | 35.6669 | 110.3173 | 0.9868 | 0.9387 | 0.948   |
| 725 | 649.0266  | 54.48    | 142 | 8   | 742.6254  | 6043.7224 | 28.0236 | 30.5712 | 29.6769 | 27.8455 | 90       | 0.9996 | 0.9383 | 0.9346  |
| 726 | 1057.9133 | 56.3129  | 143 | 16  | 5514.0614 | 6046.7286 | 38.214  | 38.214  | 37.0944 | 36.3122 | 90       | 0.9705 | 0.9789 | 0.9368  |
| 727 | 1122.816  | 50.3353  | 143 | 8   | 7098.6812 | 6061.2926 | 38.214  | 38.214  | 38.0967 | 37.5259 | 92.4008  | 0.9794 | 0.985  | 0.9454  |
| 728 | 824.2638  | 53.189   | 139 | 6   | 2047.2373 | 6069.657  | 33.1188 | 33.1188 | 32.8054 | 31.9912 | 90       | 0.9834 | 0.9752 | 0.9338  |
| 729 | 915.1275  | 46.3759  | 133 | 12  | 6079.9558 | 6075.9808 | 33.1188 | 35.6664 | 35.3953 | 32.9189 | 93.7504  | 0.991  | 0.93   | 0.9431  |
| 730 | 590.6142  | 63.8681  | 156 | 1   | 5238.8314 | 6075.6481 | 25.476  | 30.5712 | 29.8165 | 25.2207 | 79.5901  | 0.9868 | 0.8459 | 0.9333  |
| 731 | 928.108   | 56.3287  | 147 | 16  | 1947.854  | 6081.6468 | 33.1188 | 35.6664 | 35.4535 | 33.3311 | 108.7232 | 0.9778 | 0.9401 | 0.9408  |
| 732 | 1090.3646 | 59.75    | 147 | 16  | 4020.7952 | 6089.6587 | 38.214  | 38.214  | 38.2517 | 36.2937 | 123.2088 | 0.9752 | 0.9488 | 0.9412  |
| 733 | 843.7345  | 66.8846  | 149 | 23  | 3931.8091 | 6097.4454 | 35.6664 | 33.1188 | 34.0397 | 31.5595 | 0.5372   | 0.9665 | 0.9271 | 0.9286  |
| 734 | 876.1859  | 45.963   | 131 | 2   | 6909.195  | 6101.568  | 30.5712 | 35.6664 | 36.33   | 30.7072 | 105.9969 | 0.9871 | 0.8452 | 0.9474  |
| 735 | 623.0655  | 66.1042  | 157 | 11  | 4716.7487 | 6100.1751 | 28.0236 | 28.0236 | 28.4463 | 27.8881 | 68.1986  | 1      | 0.9804 | 0.9366  |
| 736 | 1077.3841 | 56.3012  | 146 | 13  | 3757.664  | 6115.1608 | 35.6664 | 38.214  | 37.8791 | 36.2144 | 90.3132  | 0.9738 | 0.9561 | 0.9432  |
| 737 | 1005.9912 | 50.6065  | 144 | 13  | 5515.4472 | 6116.7465 | 35.6664 | 35.6664 | 36.017  | 35.5629 | 68.9625  | 0.9932 | 0.9874 | 0.948   |

| No  | Area      | Mean     | Max | Min | X         | Y         | Width   | Height  | Major   | Minor   | Angle    | Circ   | Round  | Solidty |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|---------|
| 738 | 447.8283  | 101.7391 | 160 | 15  | 5239.1394 | 6120.609  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 739 | 486.7699  | 106.7333 | 157 | 59  | 6494.5967 | 6127.7423 | 25.476  | 25.476  | 24.9771 | 24.8137 | 45.053   | 1      | 0.9935 | 0.9259  |
| 740 | 772.3416  | 37.2773  | 116 | 0   | 5726.3733 | 6147.3053 | 30.5712 | 30.5712 | 33.0339 | 29.7687 | 45.8783  | 1      | 0.9012 | 0.952   |
| 741 | 1090.3646 | 55.3274  | 154 | 13  | 7952.485  | 6154.8651 | 38.214  | 35.6664 | 38.4251 | 36.1299 | 172.1726 | 0.9855 | 0.9403 | 0.9492  |
| 742 | 837.2443  | 48.4884  | 132 | 5   | 5491.8258 | 6158.1713 | 33.1188 | 33.1188 | 35.4775 | 30.0476 | 136.9942 | 0.9705 | 0.8469 | 0.9348  |
| 743 | 856.7151  | 45.7803  | 139 | 4   | 3769.4058 | 6161.6601 | 33.1188 | 33.1188 | 33.7213 | 32.3476 | 128.4435 | 0.9931 | 0.9593 | 0.9429  |
| 744 | 616.5752  | 73.9053  | 153 | 21  | 7083.6018 | 6176.6562 | 28.0236 | 28.0236 | 28.5851 | 27.4635 | 158.1986 | 0.9956 | 0.9608 | 0.9314  |
| 745 | 986.5204  | 68.6711  | 154 | 27  | 4895.3642 | 6183.8967 | 38.214  | 35.6664 | 36.1554 | 34.7411 | 179.4509 | 0.9385 | 0.9609 | 0.9212  |
| 746 | 1077.3841 | 49.2831  | 140 | 10  | 6018.3213 | 6184.8822 | 38.214  | 38.214  | 37.6655 | 36.4197 | 43.0872  | 0.9636 | 0.9669 | 0.9352  |
| 747 | 674.9876  | 73.9808  | 147 | 33  | 1467.0257 | 6187.1895 | 30.5712 | 28.0236 | 30.7479 | 27.9505 | 160.0811 | 1      | 0.909  | 0.9412  |
| 748 | 759.3611  | 44.3248  | 140 | 1   | 5470.4484 | 6202.7854 | 33.1188 | 30.5712 | 32.5518 | 29.7019 | 164.4395 | 0.9731 | 0.9125 | 0.9286  |
| 749 | 551.6726  | 75.5529  | 170 | 13  | 2767.5478 | 6204.2602 | 28.0236 | 28.0236 | 27.4597 | 25.5797 | 134.9944 | 0.9886 | 0.9315 | 0.9189  |
| 750 | 649.0266  | 92.57    | 134 | 51  | 5830.4883 | 6206.9217 | 28.0236 | 28.0236 | 29.5563 | 27.959  | 45       | 1      | 0.946  | 0.9479  |
| 751 | 486.7699  | 97.0133  | 163 | 30  | 4405.7685 | 6213.2397 | 22.9284 | 25.476  | 26.3843 | 23.4903 | 72.1096  | 1      | 0.8903 | 0.9434  |
| 752 | 447.8283  | 103.8986 | 152 | 51  | 7297.6002 | 6222.513  | 22.9284 | 22.9284 | 23.8787 | 23.8787 | 0        | 1      | 1      | 0.9452  |
| 753 | 1090.3646 | 59.8214  | 158 | 14  | 7417.1554 | 6232.4304 | 38.214  | 38.214  | 37.878  | 36.6517 | 123.3953 | 0.9752 | 0.9676 | 0.9412  |
| 754 | 506.2407  | 89.2821  | 151 | 31  | 7151.9951 | 6243.1878 | 28.0236 | 22.9284 | 27.7983 | 23.1872 | 10.715   | 1      | 0.8341 | 0.9341  |

Şekil A.1. 213930 dedektörünün tam raporlanması

T.C.  
BİLİM, SANAYİ VE TEKNOLOJİ BAKANLIĞI  
Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü

Sayı : 78507420 - 622.03 / 4147  
Konu : Bilgi ve Belge Talepleri

17/07/2014

Sayın Serkan CEYLAN  
Süleyman Demirel Üniversitesi Doğu Yerleşkesi Teknokent Binası No:103/A  
Merkez/ISPARTA

İlgi: 10/07/2014 tarihli yazınız.

5746 sayılı "Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun"un girişimcilere yönelik destek mekanizmalarından olan Teknogirişim Sermayesi Desteğinin 2013 yılı programından faydalanmak üzere Bakanlığımıza sunmuş olduğunuz "0615.TGSD.2013" numaralı iş fikriniz; Ar-Ge niteliği, yenilikçi yönleri, amacı ve sonuçları, ulusal ve uluslararası düzeye olası teknolojik katkısı, teknolojik ve ekonomik öngörülerini dikkate alınarak değerlendirilmiş ve desteklenmeye uygun bulunmuştur. 05.04.2013 tarihinde Bakanlığımız ile yapmış olduğunuz sözleşme ile başlatılan ve 12 aylık destek süresi boyunca yapılan denetimlerde iş fikriniz ile ilgili çalışmalarınızı başarı ile sürdürdüğünüz tespit edilmiş olup, destek süresi bitiminde iş planınız 14.05.2014 tarihli "Sonuç Raporu" ile sonuçlandırılmıştır.

Bilgilerinizi rica ederim.

Hülya ÖZTOPRAK YILMAZ  
Bakan a.  
Genel Müdür V.

**"Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır."**

Mustafa Kemal Mahallesi Dumlupınar Bulvarı Eskişehir Yolu Bilgi İçin İrtibat: Alper ŞAŞMAZ, Sanayi ve Teknoloji Uzman  
2151.Cadde No:154 06510 Çankaya /ANKARA Yardımcısı  
Telefon : 0312 2015282 Faks :  
e-posta : alper.sasmaz@sanayi.gov.tr Elektronik Ağ : www.sanayi.gov.tr  
Evrak bilgisine www.sanayi.gov.tr adresindeki e-hizmetler bölümünden, "ikspzk72694F" DYS No ve evrak tarihi ile erişebilirsiniz.

1/1

Şekil A.2. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığından verilen başarı belgesi.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : Serkan CEYLAN

**Doğum Yeri ve Yılı** : Ereğli/KONYA -1984

**Medeni Hali** : Bekar

**Yabancı Dil** : İngilizce

**e-mail**: serkanceylann@gmail.com



### Eğitim Durumu (Kurum ve Yılı)

Lise : 1998 - 2001 Konya/ Ereğli Lisesi

Lisans : 2002 -2007 Süleyman Demirel Üniversitesi FEF Fizik Bölümü

Yüksek Lisans : 2008 - 2011 Süleyman Demirel Üniversitesi FBE

### Yayınları (SCI ve diğer makaleler)

1- Z.Nergiz, A.Aksoy, S.Özkorucuklu, H.Aksakal, C. Kaya, S. Ceylan, "Electron Beam Diagnostic Layout for The Injector of Turkish Accelerator Center IR-FEL Facility", Balkan Physics Letters, 19, pp 258-261,2011.

### Ulusal toplantıda poster, sözlü sunum ve gösterim

1- Hüseyin Altuğ, Serkan Ceylan, Ahmet Gürol Kalaycı, Suat Özkorucuklu, "Pasif Radon Ölçüm Sistemi İçin Nükleer İz Kazıma Ünitesinin Tasarımı ve Prototipinin Üretimi" ADIM Fizik Günleri-III, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 17-18 Nisan 2014.

2- Ahmet Gürol Kalaycı, Serkan Ceylan, Hüseyin Altuğ, Suat Özkorucuklu, "Nükleer İz Dedektörü Analizi İçin Görüntü İşleme Sisteminin Tasarımı ve Prototipinin Üretimi" ADIM Fizik Günleri-III, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 17-18 Nisan 2014.

3- Serkan Ceylan, Fatih Tozun, Tuğba Özsoy, Mehmet Ertan Kürkcüoğlu, "Şebeke Sularında Radon Yoğunluğu Ölçümleri" ADIM Fizik Günleri-III, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 17-18 Nisan 2014, Bildiri Özetleri Kitabı, s.127.

- 4- Fatih Tozun, Serkan Ceylan ve Mehmet Ertan Kürkçüoğlu, "Ticari UHT Sütler ile Isparta'da Üretilen Sütlerdeki Radon Seviyelerinin İncelenmesi" ADIM Fizik Günleri-III, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 17-18 Nisan 2014, Bildiri Özetleri Kitabı, s.107.
- 5- Biçer M.,Şekerci M.,Ceylan S.,Özkorucuklu S.,Arıkan P.,"Simple Geo ile THM TARLA Tesisi İçin Elektron Dump Sistemi Geometrisi Tasarımı",ADIM Fizik Günleri-II, 25-27 Nisan 2012, Denizli-TÜRKİYE
- 6- Kayaalp K.,Şekerci M.,Kalaycı A.G.,Ceylan S.,Özkorucuklu S.,"THM TARLA Tesisi için Personel Radyasyon Güvenliği",ADIM Fizik Günleri-II, 25-27 Nisan 2012, Denizli-TÜRKİYE
- 7- S. Ceylan , M. Biçer, S. Özkorucuklu, P. Arıkan, "THM IR SEL Tesisi Elektron Demetini Durdurmak için Faraday Kabı Simülasyonu" 4. Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Uygulamaları Kongresi 30 Ağustos-1 Eylül 2010, Bodrum-Türkiye.
- 8- H.Altuğ, S. Ceylan , A.G. Kalaycı, S. Özkorucuklu "THM SEL Tesisi İçin Elektron Demeti Konum İzleyicisi Tasarımı"4. Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Uygulamaları Kongresi 30 Ağustos-1 Eylül 2010, Bodrum-Türkiye.
- 9- A. G. Kalaycı , K. Kayaalp, S. Ceylan, S. Özkorucuklu, , "THM SEL Tesisi için Düşük Seviyeli RF Sistemi Tasarımı " 4. Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Uygulamaları Kongresi 30 Ağustos-1 Eylül 2010, Bodrum-Türkiye.
- 10- Z. Nergiz , H. Aksakal, A. Aksoy, S. Ceylan, S. Özkorucuklu, "Electron Beam Diagnostic Layout For The Injector of Turkish Accelerator Center IR-FEL Facility" 4. Ulusal Parçacık Hızlandırıcıları ve Uygulamaları Kongresi 30 Ağustos-1 Eylül 2010, Bodrum-Türkiye.

#### **Uluslararası toplantıda poster, sözlü sunum ile gösterimleri**

- 1- A.Gürol Kalaycı, Serkan Ceylan, Hüseyin Altuğ, Suat Özkorucuklu, "Pasif Nükleer İz Dedektörleri İçin Sayısal Görüntü İşleme Tabanlı Okuyucu Sistem Tasarımı ve Üretimi" TFD-31 Fizik kongresi,Bodrum, Türkiye, 21-24 Temmuz 2014
- 2- Serkan Ceylan, Hüseyin Altuğ, A.Gürol Kalaycı, Suat Özkorucuklu, "Cr-39 Pasif Nükleer İz Dedektörü İçin Nükleer İz Kazıma ve Okuma Ünitesinin Tasarımı ve Üretimi"TFD-31 Fizik kongresi,Bodrum, Türkiye, 21-24 Temmuz 2014
- 3- Serkan Ceylan ,Gürol Kalaycı , Suat Özkorucuklu, "Genel Amaçlı Ekonomik Radon Gazı Ölçüm Sisteminin Geliştirilmesi ve Üretilmesi"TFD 5. Uluslararası Katılımlı Parçacık Hızlandırıcıları ve Uygulamaları Kongresi (UPHUK), 7 - 9 Eylül 2013, Bodrum/Türkiye

- 4- Ceylan. S., Şekerci. M., Altug. H., Özkorucuklu. S., "Türk Hızlandırıcı Merkezi Serbest Elektron Lazeri İçin Elektron Demet Diagnostik Sistemi Çalışması" Türk Fizik Derneği 29. Uluslararası Fizik Kongresi, 05 - 08 Eylül 2012, Bodrum-Türkiye.
- 5- Mustafa Biçer, S. Ceylan, S. Özkorucuklu, P. Arıkan , "THM IR SEL Tesisi Elektron Demeti Atıkları İçin Faraday Kabı Modellemesi " TFD 27.Uluslararası Fizik Kongresi 14-17 Eylül 2010, İstanbul/Türkiye.
- 6- Ceylan, S., Ozkorucuklu, S., "Elektron Demet Diagnostiği", 26. Uluslararası Fizik Kongresi, 24-27 Eylül,2009,Bodrum/Turkey.

#### **Ulusal kuruluşlarca desteklenen projede görev alma**

- 1- "Hızlı prototiple yöntemi ile evcil hayvanlar için medikal protez ve ortez üretimi" Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 0925.TGSD.2015 *Araştırmacı* 2015-Halen
- 2- "Genel Amaçlı Ekonomik Radon Ölçüm Sisteminin Geliştirilmesi ve Üretilmesi" Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı 0615.TGSD.2013 *Yönetici* 2013-Halen
- 3- "Türk Hızlandırıcı Merkezi Projesi" DPT2006K-120470 *Araştırmacı* 2008-Halen

#### **Mesleki Sertifika ve Eğitimler:**

- 1- LabVIEW Core I, CompactRIO&Modular Instruments Training Certificate of Training
- 2- Solidworks sertifikası

#### **Yüksek Lisans Tezi**

"Türk Hızlandırıcı Merkezi Serbest Elektron Lazeri İçin Elektron Demet Diagnostik Sistemi Ön Çalışması" Haziran-2011.

#### **Uluslararası Bilimsel Aktiviteler**

- 2011- European Organization for Nuclear Research (CERN) İsviçre ziyareti.
- 2010- HZDRElectron Linac for beams with high Brilliance and low Emittance (ELBE) Almanya ziyareti
- 2008 -European Organization for Nuclear Research (CERN) İsviçre ziyareti.

## **Mesleki Deneyim**

- 1-2011-2012 Aksu Meslek Yüksek Okulunda kısmi zamanlı Öğretim Görevlisi olarak "Matematik" ve "Fizik" dersleri
- 2- 2009-2010 Uluborlu Selahattin Karasoy Meslek Yüksek Okulu yaz okulunda kısmi zamanlı Öğretim Görevlisi olarak "Teknolojinin Bilimsel İlkeleri" dersi
- 3- 2009-2010 Sağlık Bilimleri Fakültesi bahar döneminde kısmi zamanlı Öğretim Görevlisi olarak "Temel Bilgi Teknolojileri IV" dersi
- 4- 2009-2010 Eğirdir Meslek Yüksek Okulu Güz Döneminde kısmi zamanlı Öğretim Görevlisi olarak "Temel Bilgi Teknolojileri I" ve "Autocad" dersleri
- 5- 2008-2009 Uluborlu Selahattin Karasoy Meslek Yüksek Okulu Güz Döneminde kısmi zamanlı Öğretim Görevlisi olarak "Teknolojinin Bilimsel İlkeleri" dersi
- 6- 2008-2009 Uluborlu Selahattin Karasoy Meslek Yüksek Okulu bahar döneminde kısmi zamanlı Öğretim Görevlisi olarak "Analog Elektronik" ve "Bilgisayar Destekli Tasarım" dersleri
- 7- 2008-2009 Eğirdir Meslek Yüksek Okulu Güz Döneminde kısmi zamanlı Öğretim Görevlisi olarak "Temel Bilgi Teknolojileri I" ve "AUTOCAD" dersleri
- 8- 2008-2009 Eğirdir Meslek Yüksek Okulu Bahar Döneminde kısmi zamanlı Öğretim Görevlisi olarak "Temel Bilgi Teknolojileri II" dersi
- 9- 2007-2008 Pazarköy İlköğretim okulu Güz ve Bahar Dönemlerinde " Fen ve Teknoloji" dersi
- 10- 2007-2008 Pazarköy Mehmet Ali Yüceer Lisesinde Fizik, Kimya, Biyoloji,Sağlık dersleri
- 11- 2007-2008 Güz Döneminde Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü "Kimya'da Bilgisayar Programlama" dersinde görev aldım.