

**T.C.  
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FİZİK ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİTLİS'TE YETİŞEN BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERDE RADON  
SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ**

**Önder KILIÇ**

**EYLÜL – 2016**

**FİZİK ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİTLİS'TE YETİŞEN BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERDE RADON  
SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan  
Önder KILIÇ**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Sultan ŞAHİN BAL**

**Jüri Üyeleri**

**Prof. Dr. Mahmut DOĞRU**

**Doç. Dr. Özlem SELÇUK ZORER**

**Yrd. Doç. Dr. Sultan ŞAHİN BAL**

**EYLÜL – 2016**

Onay sayfası (Yüksek Lisans)

Önder KILIÇ tarafından hazırlanan “**Bitlis’te Yetişen Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerde Radon Seviyesinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışması 07/09/2016 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

*Jüri Üyeleri*

Prof. Dr. Mahmut DOĞRU

(Başkan)

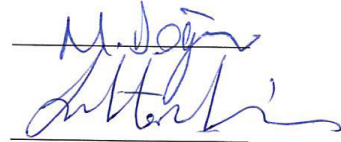
Yrd. Doç. Dr. Sultan ŞAHİN BAL

(Danışman)

Doç. Dr. Özlem SELÇUK ZORER



(Üye)

*İmza*





Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ~~28./09/2016~~ gün ve ~~36./05~~ Sayılı kararı ile onaylanmıştır.

  
Doç. Dr. Cihan AYDIN  
Enstitüsü Müdürü  


## ÖZET

### BİTLİS’TE YETİŞEN BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERDE RADON SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Önder KILIÇ

#### YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Sultan ŞAHİN BAL

Eylül 2016, 46 sayfa

Sunulan çalışmada Bitlis’te yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkinin radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonları incelendi. Bu çalışmada, 50 adet tıbbi ve aromatik bitki numunesinin radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonları Radosys cihazı ile ölçüldü. radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonları incelendiğinde; BR47 numaralı (Sarı Civanperçemi) numunenin en yüksek radon konsantrasyonuna ( $3460,25 \pm 53,81 \text{ Bq/m}^3$ ) sahip olduğu görülmüştür. BR13 numaralı (Madımak) bitki numunesinin ise en düşük radon konsantrasyonuna ( $255,70 \pm 14,63 \text{ Bq/m}^3$ ) sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) ortalama konsantrasyonu  $641,03 \pm 21,21 \text{ Bq/m}^3$  olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Radon, CR-39, Tıbbi ve aromatik bitki

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF RADON LEVELS IN SOME MEDICINE AND AROMATIC PLANTS GROWING IN BİTLİS

Önder KILIÇ

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Physics

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Sultan ŞAHİN BAL

September 2016, 46 Pages

In the present study, radon concentrations of some medicinal and aromatic plants that grows in Bitlis, were examined. In this study, radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) concentrations of 50 medicinal and aromatic plant samples were measured with Radosys instrument. When radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) concentrations were analyzed; it was seen that sample number BR47 (*Achillea Biebersteinii* Afan) has the highest radon concentration ( $3460.25 \pm 53.81 \text{ Bq /m}^3$ ). It was seen that sample number BR13 (*Polygonum Cognatum*) has the lowest radon concentration ( $255.70 \pm 14.63 \text{ Bq /m}^3$ ). In this study, the average radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) concentration was obtained as  $641.03 \pm 21.21 \text{ Bq/m}^3$ .

**Keywords:** Radon, CR-39, Medicine and aromatic plants

## TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmasının hazırlanmasında ve düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen ve çalıŐmalarım boyunca değerli fikirlerinden ve tecrübelerinden yararlandığım, her aŐamada yakın ilgi ve desteğini gördüğüm danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Sultan ŞAHİN BAL' a sonsuz saygı ve teŐekkürlerimi sunarım.

Bitkilerin toplanması ve hazırlanması aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat KürŐat'a, ayrıca çalıŐmalarımız esnasında bana yardımcı olan Nükleer Fizik programında yüksek lisans ğrencisi olan arkadaŐım Sayın Fikriye GÖNÜLTAŐ'a ve yaŐamım boyunca her türlü desteğini benden esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca BEBAP 2014.06 numaralı projenin araştırma grubunda bulunan herkese çok teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>TABLOLAR DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1.GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Radyoaktivite ve Radyasyon .....	2
1.1.1. İyonlaştırıcı Radyasyonlar .....	2
1.1.1.1. Elektromanyetik Radyasyonlar .....	3
1.1.1.1.1. Gama ( $\gamma$ ) Işını .....	3
1.1.1.2. Parçacıklı Radyasyonlar .....	4
1.1.1.2.1. Alfa ( $\alpha$ ) Parçacığı .....	4
1.1.1.2.2. Beta ( $\beta$ ) Parçacığı .....	5
1.1.2. Radyasyon Kaynakları.....	6
1.1.2.1. Doğal Radyasyon Kaynakları .....	7
1.1.2.2. Yapay Radyasyon Kaynakları .....	8
1.2. Radyasyon Sayaçları.....	9
1.2.1. Gaz Doldurulmuş Detektörler .....	9
1.2.1.1. İyonlaşma Odası .....	9
1.2.1.2. Orantılı Sayaç .....	10
1.2.1.3. Geiger-Müller Sayacı .....	10
1.2.2. Sintilasyon Sayacı .....	11
1.2.3. Yarıiletken Detektörler .....	12
1.2.4. Nötron Detektörleri .....	12
1.2.5. Nükleer İz Detektörleri.....	12

1.3. Radon.....	13
1.3.1. Radon Ölçüm Yöntemleri.....	14
1.3.2. Radon Konsantrasyon Limitleri .....	14
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>15</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM .....</b>	<b>17</b>
3.1. Bitlis .....	17
3.1.1. Bitlis Genel Jeolojisi.....	17
3.1.2. Bitlis Merkez ve İlçe Merkezlerinin Jeolojisi .....	17
3.1.2.1. Bitlis .....	17
3.1.2.2. Ahlat .....	19
3.1.2.3. Adilcevaz .....	19
3.1.2.4. Güroymak .....	20
3.1.2.5. Hizan.....	20
3.1.2.6. Mutki .....	20
3.1.2.7. Tatvan .....	20
3.2. Bitkilerin Genel Özellikleri .....	21
3.2.1. Ekşimen (Rumex Scutatus) .....	21
3.2.2. Nezle otu ( Nepeta İtalica L.) .....	21
3.2.3. Dalak Otu (Teucrium Chamedrys) .....	21
3.2.4. Kızıl Pisik Otu (Nepeta Trachonitica).....	21
3.2.5. Kenger (Gundelia Tournefortii).....	22
3.2.6. Kedi Nanesi (Nepeta Nuda L.) .....	22
3.2.7. Mantuvar (Helichrysm Plicatum) .....	22
3.2.8. Yabani Fesleğen (Clinopodium Vulgare ).....	22
3.2.9. Öksürük Otu (Tussilago Farfara L.) .....	23
3.2.10. Adaçayı (Salvia SP).....	23
3.2.11. Sarı Civanperçemi (Achillea Biebersteinii Afan).....	23
3.2.12. Köpek Papatyası (Anthemis Cotula L.).....	24
3.2.13. Madımak (Polygonum Cognatum) .....	24
3.2.14. Kekik (Thymus Kotschyanus).....	25
3.2.15. Isırgan otu (Urtica) .....	25
3.2.16. Lapada (Rumex Crispus).....	25
3.2.17. Yavşan Otu (Artemisia Austriaca ) .....	25



3.2.18. Papatya ( <i>Anthemis Wiede Manniana</i> ).....	26
3.2.19. Alakötürüm ( <i>Centaurea Urvillei</i> ) .....	26
3.2.20. Zilasur ( <i>Vincetoxicum</i> ).....	26
3.2.21. Ölmez Çiçek ( <i>Helichrysm Arenorium</i> ) .....	26
3.2.22. Alıç ( <i>Crataegus Aronia</i> ).....	27
3.2.23. Boz Otu ( <i>Marrubium Parviflorum</i> ).....	27
3.2.24. Duvar Fesleğeni ( <i>Parietaria Officinalis</i> ).....	27
3.2.25. Kaf Pisik Otu ( <i>Nepata Transcaucasica</i> ).....	28
3.2.26. Ebe Gümece ( <i>Malva Sylvestris</i> ).....	28
3.2.27. İğde ( <i>Elaeagnus</i> ) .....	28
3.2.28. Mercanköşk ( <i>Origanum Vulgare L.</i> ) .....	28
3.2.29. Meşe Şablası ( <i>Salvia Trichoclada Benth</i> ).....	29
3.2.30. Deve Dikeni ( <i>Carduus Nutans</i> ) .....	29
3.2.31. Şirker (Sütleğen) ( <i>Euphorbia Cherdenia</i> ) .....	29
3.2.32. Yabani Tere ( <i>Cardaria Draba</i> ) .....	29
3.2.33. Gelincik ( <i>Papaver Dubium L.</i> ) .....	30
3.2.34. Pıtrak ( <i>Arctium Minus</i> ) .....	30
3.2.35. Taş Turşusu ( <i>Rumex Angustifolus</i> ) .....	30
3.3. Bitki Örneklerinin Toplanması.....	30
3.4. Bitki Örneklerinin Analize Hazır Hale Getirilmesi.....	31
3.5. Radon Seviyesi Analizleri .....	31
3.6. Radon Gazı Konsantrasyonunun Hesaplanması.....	33
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>34</b>
<b>5. SONUÇLAR.....</b>	<b>38</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>41</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>46</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Dünya genelinde doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından alınan dozların oranları .....	6
Şekil 1.2. Dünya genelinde doğal radyasyon kaynaklarından maruz kalınan radyasyon dozlarının oransal değerleri.....	7
Şekil 1.3. Dünya genelinde yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan radyasyon dozları ve oransal değerleri .....	8
Şekil 1.4. Gaz dolgulu detektörlerin şematik gösterimi .....	9
Şekil 1.5. G-M sayacı.....	10
Şekil 3.1. Bitlis jeoloji haritası.....	18
Şekil 3.2. Vangölü Havzasının Tektonik yapısı ve $M \geq 4.0$ Sismisitesi.....	19
Şekil 3.3. Bitki numunelerinin, radyoaktif dengenin ve pozlanmanın olması için bekletilmesi.....	31
Şekil 3.4. RADOSYS Radon algılama sistemi.....	32
Şekil 3.5. CR-39 katı hal iz detektörü ve alfa parçacıklarının izleri.....	32
Şekil 4.1. Bitlis'te yetişen 50 adet tıbbi ve aromatik bitkinin ölçülen radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonları .....	36
Şekil 4.2. Sarı Civanperçemi bitkisinin radon konsantrasyonlarının karşılaştırılması.....	37

## TABLULAR DİZİNİ

<u>TABLO</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. Dünya genelinde doğal radyasyon kaynaklarından maruz kalınan ortalama radyasyon doz değerleri.....	7
Tablo 1.2. Toprakta bulunan doğal radyo-nüklidler.....	8
Tablo 4.1. Bitlis'te yetişen 50 adet tıbbi ve aromatik bitkinin ölçülen radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyon verileri .....	34



## SİMGELER DİZİNİ

Bq	Becquerel, Radyoaktivite Birimi
Kg	Kilogram
g	Gram
Sv	Sievert, Eşdeğer Doz Birimi
$\mu$	Mikro, alt birim ( $10^{-6}$ )
$\alpha$	Alfa parçacığı
$\beta$	Beta parçacığı
$\gamma$	Gama parçacığı
cm	Santimetre
mm	Milimetre
MeV	Milyon(Mega) elektron volt
G-M	Geiger- Müller

## KISALTMALAR DİZİNİ

EPA	A.B.D. Çevre Koruma Ajansı
WHO	Dünya Sağlık Teşkilatı
IAEA-BSS	Uluslar Arası Atom Enerji Ajansı Temel Güvenlik Standartları
BEBAP	Bitlis Eren Üniversitesi Bitki Araştırma Projesi



## 1.GİRİŞ

Doğal radyoaktivite, karasal ve kozmik ışın kaynaklıdır. Günlük yaşantımızda kozmik ışınlardan aldığımız radyasyon dozunun dünya ortalaması 0,39 mSv/yıl'dır.

Karasal kaynaklı doğal radyoaktivite seviyesi; jeolojik yapıya, coğrafi konuma, radyo-kimyasal duruma ve radyoaktif izotopların dağılımına göre değişir.

Kayalarda ve topraklarda yüksek konsantrasyonlarda bulunan;  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$  ve  $^{232}\text{Th}$  gibi radyo-nüklidler karasal kökenlidir. Bu doz oranları bölgeden bölgeye farklılaşmaktadır.

Doğal radyasyon kaynaklarını oluşturan radyo-nüklidlerin, çevresel ortamdaki konsantrasyonlarını ve radyasyonun başta insan olmak üzere biyolojik sistemler üzerindeki etkilerini belirlemek ve korunmak amacıyla, son yıllarda doğal radyasyon seviyelerinin belirlenme çalışmaları hız kazanmıştır [1].

Radyasyon, yüksek hızlı parçacıklar veya değişik seviyelerde enerjilere sahip elektromanyetik dalgalar şeklinde ortamdaki enerji transferidir. Doğal olarak oluşan radyoaktif madde; toprak ve kayalarda, binaların duvarları ve zeminlerinde, içtiğimiz su ve yediğimiz besinlerde bulunur [2].

Doğal olarak bulunan radon gazının yoğunluğu topraktaki uranyum yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Yer kabuğundaki çatlak ve kırıklardan sızan radon gazı atmosfere yayılmaktadır. Açık havanın, seyreltilmiş olmasından dolayı dış ortamda radon seviyesi genellikle düşüktür. Radon, yeraltı su kaynaklarıyla birlikte yeryüzüne çıkarak içme sularına karışır ve yoğunluğu suyun kaynağına göre artış gösterebilir. Yüksek yoğunluktaki radon ve ürünlerine uzun süre maruz kalınması akciğer kanserine yakalanma riski açısından tehlikeli bir durumdur [3].

Radon ve ürünleri, havadaki toz ve diğer parçacıklarla taşınır. Vücuda, sindirim ya da solunum yoluyla girebilir. Solunum ile alınan parçacıklar, akciğer ve üst solunum yolu organlarına yerleşirler. Bunun sonucunda, iyonlaştırıcı radyasyon yayarak kararlı hale dönüşene kadar bozunur ve akciğer kanserine yol açabilir [4]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından A sınıfı kanserojen madde olarak ilan edilen radon gazı [5],

dünyadaki toplam akciğer kanserlerinin %10'undan doğrudan sorumlu tutulmaktadır.

Bu çalışmada, Bitlis'te yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin Radon radyoaktivite seviyelerinin tespiti yapılmış ve insan sağlığına etkisi literatür göz önünde bulundurularak yorumlanmıştır.

Bu çalışmanın bitki örneklerinin toplanması aşaması BEBAP tarafından desteklenmiştir.

## **1.1. Radyoaktivite ve Radyasyon**

Çekirdek, dışarıya parçacık ve/veya ışın yayarak kendiliğinden bozunuma uğruyor ise; bu çekirdeklere 'radyoaktif çekirdek' ve gerçekleşen olaya da 'radyoaktivite' denir.

Başka bir ifadeyle; radyoaktivite, kararsız çekirdeklerin kendiliğinden ya da dışarıdan etki olmadan, başka izotopa dönüşmesi ve kendilerine özgü ışın yayımlamalarıdır. Radyo-nüklidler 3 genel grupta toplanabilirler [6].

- i. Dünyanın oluşumundan önce mevcut olan (Primordial)
- ii. Kozmik ışın etkileşimleri ile oluşan (Kozmojenik)
- iii. İnsan üretimi ile oluşan (doğal olanla kıyaslandığında daha az miktarlarda)

Radyasyon, yüksek hızlı partiküllerin ve elektromanyetik dalgaların enerjisi olarak da tanımlanabilir.

### **1.1.1. İyonlaştırıcı Radyasyonlar**

İyonlaşma, bir atom ya da molekülden bir elektronun kopması olayıdır. Bunu oluşturabilen radyasyon tiplerine, iyonlaştırıcı radyasyon adı verilir [7,8].

Radyasyon, ışık veya ısı gibi enerjinin bir şeklidir. Radyasyon; dalga boylarına ve frekanslarına göre karakterize edilir.

Farklı iyonlaştırıcı radyasyon tiplerinin geçtikleri ortamda oluşturdukları iyon çiftlerinin sayıları da farklıdır. Bu farklılık, iyonizasyon yoğunluğu ile tanımlanır. Herhangi bir iyonlaştırıcı

radyasyonun maddesel bir ortam içinde (doku ya da hava gibi) 1cm'lik yolu boyunca oluşturduğu iyon çiftlerinin sayısına iyonizasyon yoğunluğu adı verilir.

Gerek iyonlaşma gerekse uyarılma olaylarının olabilmesi için ortama enerji verilmesi gerektiğinden, radyasyon; içinden geçtiği ortamda iyonlaşma ve uyarılmayı gerçekleştirdikçe, sahip olduğu enerjiyi içinden geçtiği ortama bırakmış olacaktır. Böylece radyasyon ortam tarafından yutulmuş (absorblanmış) olur.

İyonlaştırıcı radyasyonların canlıda biyolojik bir etkiye neden olabilmesi için radyasyonun neden olduğu enerjinin, canlıyı oluşturan hücrelere ve dokulara dağılması gerekir. Başka bir deyişle, canlı üzerinde herhangi bir radyasyon etkisinin olabilmesi için; radyasyon enerjisinin mutlaka canlı tarafından absorblanmış olması gerekir.

Radyoaktif bozunma sırasında çevreye enerji salımı gerçekleşir. Radyoaktif bozunma sırasında dışarıya salınan enerjiye transmisyon enerjisi denir. Bu enerji, partikül veya foton (elektromanyetik) şeklinde salınabilir. Salınan enerjinin çoğunluğu parçacıklı tipte ise, kız ürünün atom ağırlığı azalmış olur. Böylece radyoaktif bozunma, nükleer enerjinin bir başka şekle dönüşümünden ibaret olmayıp; aynı zamanda kütleinin enerjiye dönüşmesi anlamına da gelir [7,9].

#### **1.1.1.1. Elektromanyetik Radyasyonlar**

X ve gama ışınları elektromanyetik iyonlaştırıcı radyasyon tipleridir. X ve gama ışınları, özellikleri açısından birbirlerine benzerler; aralarındaki fark, meydana geliş şekillerinden kaynaklanır. X-ışınları, atom kaynaklı olabildiği gibi çekirdek dışında oluşan elektronların ani olarak durdurulmasından da kaynaklanabilir. Gama ışınları ise, atom çekirdeğinin içinde ve çekirdek dışındaki elektronlardan oluşan atomik enerji seviyeleri arasındaki geçişlerden de kaynaklanabilir [7].

##### **1.1.1.1.1. Gama ( $\gamma$ ) Işını**

Alfa, beta, pozitron yayılımı ya da elektron yakalama olaylarından sonra çekirdek hemen karalı hale gelemmez. Bozunmadan sonra oluşan kız çekirdek hala uyarılmış durumdadır. Çekirdek bu



uyarılma enerjisini gama ışını olarak dışarı salmak suretiyle temel seviyeye ya da mümkün olan en düşük enerji seviyesine dönmek ister. Gama ışınları, elektromanyetik dalga özelliğindedir. Diğer bozunum türlerinden farklı olarak, gama ışını dalga vasıtasıyla nakledilen enerjiyi ifade eder; radyo dalgaları veya görünür ışık benzeri elektromanyetik radyasyon türündedir, fakat çok daha kısa dalga boyludur [7,10].

Gama ışınları enerji dalgaları olmalarından dolayı elektriksel yüke sahip olmayıp kütsüz olarak kabul edilirler. Bu nedenle  $\alpha$  ve  $\beta$  parçacıkları tarafından itilme ve çekilmeye maruz kalmazlar. Gama ışınları, etkileştiği ortamdan dolayı ilerledikleri ortamda iyonlaşma yaparlar. Bir gama fotonu yörüngesel elektronuna çarptığı zaman onu yüksek bir hızla ait olduğu yörüngesinden fırlatır. Bu hızlı elektron, bulunduğu ortamın çevresinde yeni çarpışmalar yaparak ikincil iyonlaşmalara sebep olur. Gama ışınlarının penetrasyon (gircilik) kabiliyetleri diğer nükleer emisyonlara göre daha büyüktür ve insan vücudundan geçebilir. Teorik olarak, gama ışınının tam olarak ortam tarafından yutulması imkansızdır. Çünkü her defasında şiddeti yarıya indiren kalınlıktan söz edilir; ancak kurşun veya çelik gibi yüksek derecede ağır olan materyaller gama ışınları için etkili engeller olabilirler [7,11].

#### **1.1.1.2. Parçacıklı Radyasyonlar**

Alfa, beta parçacıkları, protonlar, nötronlar ve ağır yüklü iyonlar gibi radyasyonlar parçacıklı radyasyon adını alan grubu oluştururlar [8].

##### **1.1.1.2.1. Alfa ( $\alpha$ ) Parçacığı**

İki nötron ve iki protondan oluşan parçacıklardır. Bu yapı helyum atomu çekirdeğinin sahip olduğu yapıdır. Alfa parçacığı bozunumu, nötron sayısının proton sayısından çok fazla olduğu çekirdeklerde meydana gelir. Alfa parçacığı, yapılarında bulunan protonlar nedeniyle pozitif yüklü; yapılarındaki protonlar ve nötronlar nedeni ile diğer radyasyon bozunumlarından oluşan ürünlere göre oldukça ağır kütleyle sahip parçacıklardır [7,10].

Alfa parçacıkları yüksek enerji ve geniş hacimden dolayı düşük enerjilerle ve az yoğunluklu maddelerle kolayca etkileşir. Maddesel bir ortam içinden geçerken, yolları üzerindeki atomların negatif yüklü elektronları ile çarpışma olasılıkları çok yüksektir. Bu çarpışmalar sonucunda,

çarptıkları elektronların atomdan kopmasına (iyonlaşma) ya da yörünge değiştirmesine (uyarılma) yol açarlar. Bir alfa parçacığının elektronlarla her çarpışması, iyonlaşma ve uyarılma olaylarına yol açması; kendi enerjisinden bir kısmını kaybetmesine neden olur. İyonlaşma ve uyarılma, alfa parçacıklarının (ya da bütün iyonlaştırıcı radyasyonların) enerjilerini içinden geçtikleri ortama bırakmalarında en önemli iki faktördür.

Alfa parçacıklarının sahip olduğu kinetik enerji genellikle 4-8 MeV arasındadır. Bu enerji ile havada yaklaşık 4 cm, katılarda ise 2-3 cm'lik bir mesafede ilerleyebilirler, dokuda bu mesafe  $3 \times 10^{-3}$  mm kadardır. Dokudaki erişme uzaklıklarının çok kısa olması nedeniyle, alfa parçacığının cilde bulaşması durumunda deriyi geçmesi mümkün olmaz. Enerjisinin tamamını olduğu yere bırakarak orada kuvvetli iyonlaşma oluşturur [7, 9-11].

Alfa parçacığı genel olarak tek enerji (mono-enerjik) yapıda olup kendileri ile ana izotopun yarı ömrü arasında bir korelasyona sahiptir [7, 12]. Alfa parçacığı mono enerjik doğasını ve orijinal enerjisini muhafaza edebilirse; metalik kağıt veya ince bir materyal ile durdurulabilir.

#### **1.1.1.2.2. Beta ( $\beta$ ) Parçacığı**

Radyoaktif bir çekirdeğin kararlı hale gelmesi sırasında çekirdekte oluşan enerji çekirdek dışına çıkarılırken maddeleşerek beta parçacığını oluşturur ve ortam içerisine bu halde yayılır. Eğer çekirdekteki bir nötron bir protona dönüşürse; bu reaksiyon sonucunda açığa çıkan enerjinin yoğunlaşmasıyla negatif yüklü bir beta parçacığı oluşur. Bu bir serbest elektron yükü gibi düşünülebilir ve genellikle beta parçacığı denilince negatif yüklü ve elektron tabiatında bir parçacık kastedilir [7, 10].

Beta parçacığının madde ile etkileşmesi iyonlaşma ve uyarılma ile olur ve bunun sonucunda beta parçacığı giderek enerjisini yitirir. Beta parçacıkları, kütlelerinin küçük oluşu ve negatif yükleri nedeniyle; genellikle yolları üzerindeki atomların yörünge elektronları ile çarpışırlar. Bu arada atom çekirdekleri ile çarpışma olasılıkları da vardır [7, 8].

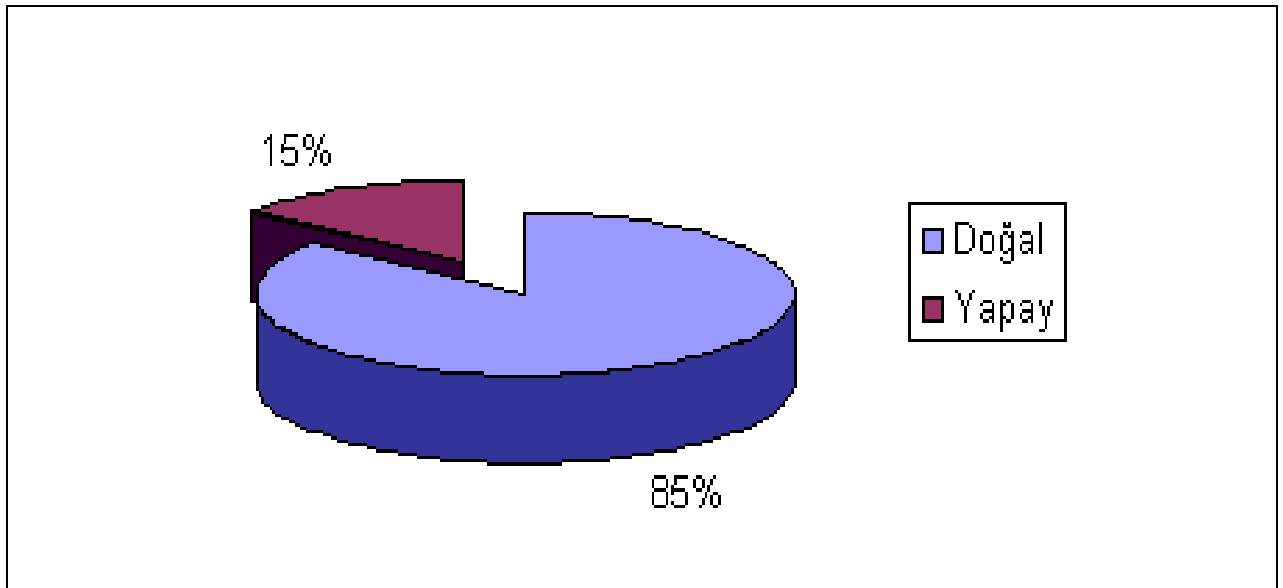
İyonlaşma şekilleri alfa parçacıklarından farklıdır. Alfa parçacığı yörüngesel elektronu çeker ve böylece bir iyon çifti oluşturur. Beta parçacığı ise, yörüngesel elektronu itererek bir iyon çifti meydana getirir.

Beta parçacıklarının penetrasyon (giricilik) kabiliyeti, alfa parçacıklarından daha fazladır. 1 MeV enerjili beta parçacığının dokuda erişme uzaklığı  $4,2 \times 10^{-1}$  cm kadardır. Bu parçacık durdurulduğu yerde zararsız olmayıp enerjisinin tamamını durdurulduğu yerde bırakarak güçlü bir iyonlaşma oluşturur [7,11].

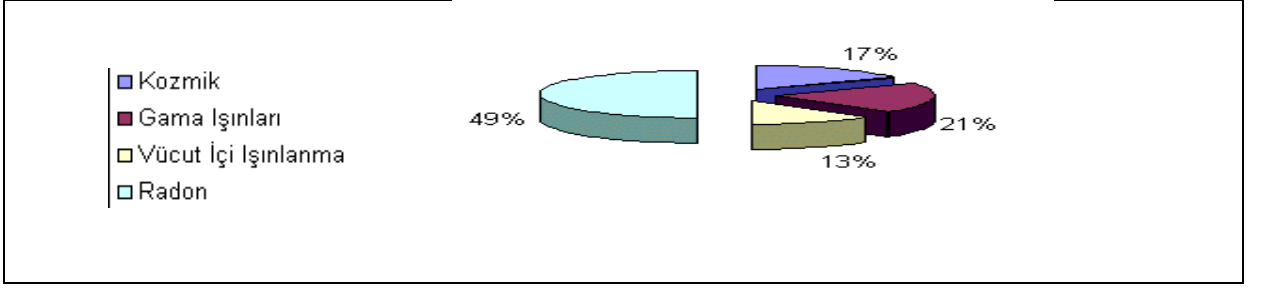
### 1.1.2. Radyasyon Kaynakları

Dünyanın oluşumuyla, uzun ömürlü (milyarlarca yıl) radyoaktif elementler çevremizde, doğal bir radyasyon seviyesi oluşturmuşlardır. Doğal radyasyon seviyesi, nükleer bomba denemeleri ve bazı teknolojik ürünlerin kullanımı ile artış göstermiştir. Doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü; ortam, toprak yapısı, bina yapı malzemeleri, mevsimler, kutuplara olan uzaklık ve hava şartları etkiler.

Ayrıca; enerji üretimi, tıp, endüstri, araştırma, tarım, hayvancılık gibi pek çok alanda radyoaktif kaynakların kullanımı yapay radyoaktif kaynakları artırır ve doğal radyasyonun artmasına neden olur. Yaşam standartları, yaşadıkları ortamların fiziksel özellikleri ve coğrafi şartlara bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte dünya genelinde kişi başına yaklaşık 2,8 mSv yıllık doza maruz kalınmaktadır (Şekil 1.1) [13].



Şekil 1.1. Doğal ve yapay radyasyon kaynakları maruz kalınan doz oranları [13].



Şekil 1.2. Doğal radyasyon kaynaklarının dozlarının oransal değerleri [13].

### 1.1.2.1. Doğal Radyasyon Kaynakları

Kozmik ışınlar ve karasal kaynaklı doğal radyoaktif maddeler nedeniyle; sürekli olarak doğal radyasyona maruz kalınmaktadır (Şekil 1.2).

Doğal radyasyondan kaynaklanan ışınlanma (Tablo 1.1), yüksek enerjili kozmik ışınlarla ait paracıklardan ve yer kabuğunda (toprak (Tablo 1.2.), hava, su, bitkiler ve diğer canlılar) bulunan; doğal radyoaktif izotoplardan kaynaklanır [13, 20].

Tablo 1.1. Doğal radyasyona maruz kalınan ortalama radyasyon doz değerleri [13].

Işınlanma Kaynağı	Yıllık Etkin Doz Değeri ( mSv )	
		Değişim Aralığı
<b>Ortalama</b>		
Kozmik Radyasyon	0,28	
• Foton bileşeni	0,10	
• Nötron bileşeni	0,01	
Kozmojenik Radyoizotoplar		
Toplam	0,39	0,3 – 1,0
Yeryüzü Kaynaklı Dış Işınlanma		
• Bina dışı	0,07	
• Bina içi	0,41	
Toplam	0,48	0,3 – 0,6
Solunum Yolu İle Işınlanma		
• Uranyum ve Toryum serileri	0,006	
• Radon ( Rn -222)	1,15	
• Toron ( Rn -220)	0,10	
Toplam	1,26	0,2 – 10
Beslenme Yolu İle Işınlanma		
• K-40	0,17	
• Uranyum ve Toryum serileri	0,12	
Toplam	0,29	0,2 – 0,8

**Tablo 1.2.**Toprakta bulunan doğal radyo-nüklidler [14].

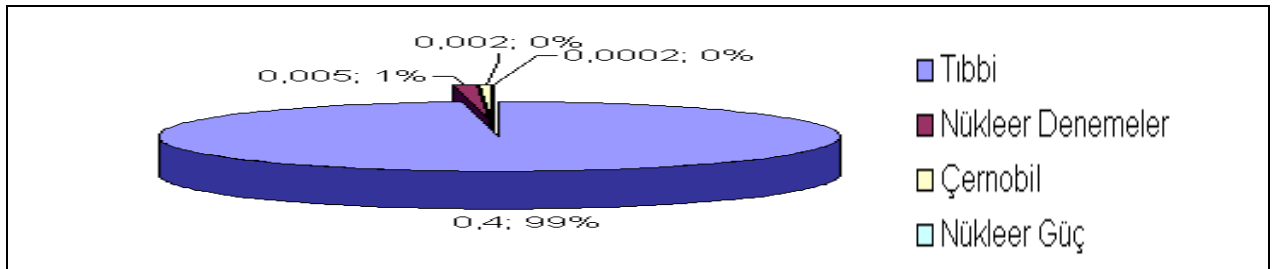
Radyo izotop Konsantrasyonu ( Bq /kg)				
	<sup>40</sup> K	<sup>238</sup> U	<sup>226</sup> Ra	<sup>232</sup> Th
Değişim Aralığı	140-850	16-110	17-60	11-64
Ortalama	400	35	35	45

Doğal radyasyon yolu ile alınan ortalama yıllık etkin doz 2,4 mSv civarındadır ve bu miktar bazı ülkelerde 10 mSv'in üzerindedir.

Radon haricinde doğal radyoizotopların solunum yolu ile vücuda alınmasından kaynaklı iç ışınlamaya katkısı oldukça azdır. Genelde toprak içerisindeki <sup>238</sup>U ve <sup>232</sup>Th konsantrasyonunun hava içerisinde yol açacağı aktivite değeri 1 – 2 µBq/m<sup>3</sup> tür. Toprak haricinde özellikle sanayi bölgelerinde ve kış aylarında havada bulunan kül parçacıkları içerisinde uranyum konsantrasyonu yüksek olabilmektedir [13].

### 1.2.2.2. Yapay Radyasyon Kaynakları

Tıbbi, tanısal radyoloji, nükleer tıp, radyo-terapi ve endüstriyel uygulamalarında, nükleer serpinti ve nükleer güç santrallerinde meydana gelen reaksiyonlar sonucunda oluşan radyasyonlardır. Yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan radyasyon dozları ve oransal değerleri Şekil 1.3.'te görülmektedir [13].



**Şekil 1.3.** Yapay radyasyon kaynaklarına maruz kalınan radyasyon dozları [13].

## 1.2. Radyasyon Sayaçları

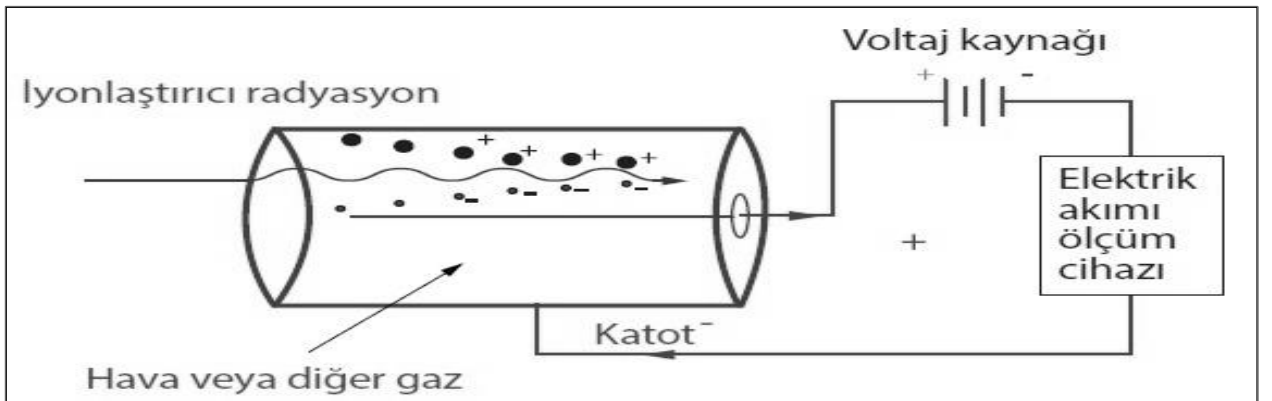
Bir radyasyon sayacı herhangi bir analiz için en önemli araçtır. Herhangi bir deney için özel bir sayaç seçimi iki faktöre göre yapılır. Bu faktörlerden biri mevcut radyasyonun türü ikincisi ise alınacak ölçülerin türüdür [15].

### 1.2.1. Gaz Doldurulmuş Detektörler

Bu tip detektörler, radyasyonun oluşturduğu iyonizasyon akımını ölçerler. Silindirik bir kap içerisinde yüksek basınçta bir gaz (genelde hava, helyum, argon gazı) doldurulmuştur (Şekil 1.4.). Bu gaz anod (pozitif) ve katod (negatif) olarak bilinen iki elektrod arasına sıkıştırılmıştır. Zıt yüklü olan bu elektrodlar arasında bir manyetik alan oluşturulur. İyonlaştırıcı radyasyon gaz molekülleriyle etkileşerek gazı iyonlarına ayrıştırır. Pozitif iyonlar katoda, negatif iyonlar anoda göç eder. Böylece iki zıt kutup arasında bir iyon akımı meydana gelir. Oluşan bu akımın şiddeti gelen radyasyonun şiddetiyle değişir.

#### 1.2.1.1. İyonlaşma Odası

İçinde dışarıdaki bir voltaj kaynağı vasıtasıyla yüksek potansiyel farkına maruz kalan iki elektrotu bulunan ve yaklaşık atmosfer basıncında bir gazla dolu bulunan bir kutudan yapılmıştır.



Şekil 1.4. Gaz dolgulu detektörlerin şematik gösterimi [16].

Kutuya giren radyasyon burada iyonlaşmaya neden olur. Meydana gelen iyonlar + ve – elektrotlarda toplanır. Voltaj yüklerin yeniden birleşme miktarı ihmal edilebilecek kadar bir yükseklikte tutulur. X-ışınları gibi sürekli bir radyasyon şuasının şiddet ölçümleri için kullanılır. Mevcut radyasyon miktarı iyonlaşma miktarı ile orantılı olup elektrometre gibi akımölçer bir aletle belirlenebilir [15].

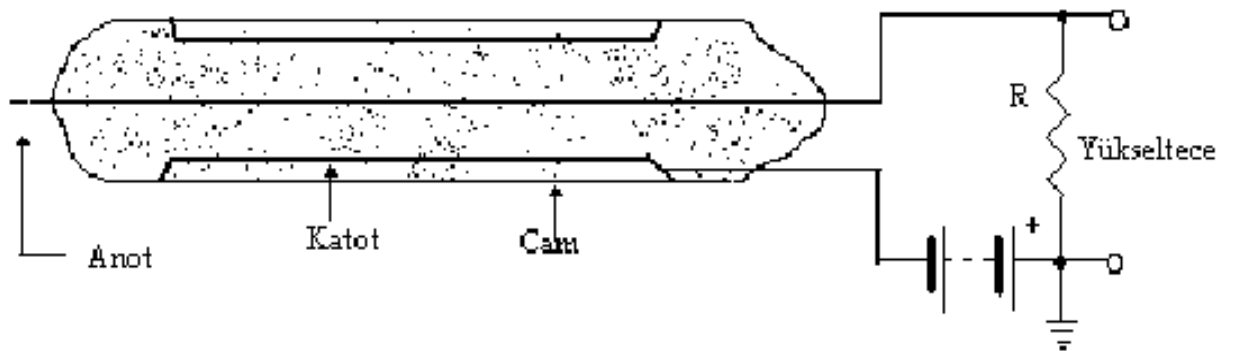
### 1.2.1.2. Orantılı Sayaç

Orantılı sayacın elektrotlarından biri içi boş silindir, diğeri ise silindirin içinden geçen ve bir teldir. Elektrotlara uygulanan voltaj iyonlaşma odasındakinden çok daha fazladır. Pulsun büyüklüğü belli bir limite kadar artan voltajla artar. Bu noktanın altındaki pulsun büyüklüğü, parçacıkların birincil iyonlaştırma miktarı ile doğru orantılıdır [15].

### 1.2.1.3. Geiger-Müller Sayacı

Bir orantılı sayacın elektrotlarına uygulanan voltaj orantılılık bölgesinin ötesine kadar artırılırsa, cihaz bir Geiger-Müller sayacı olur.

Geiger-Müller sayaçları, var olan radyasyon sayaçları içinde en eski detektör türlerinden biridir (Şekil 1.5.). Bununla beraber bu detektörlerin; basitliği, düşük maliyeti ve kullanım kolaylığı nedeniyle günümüzde çok kullanılmalarına neden olur.



Şekil 1.5. G-M sayacı.

Geiger-Müller sayaçları, iyonizasyona dayalı gaz dolgulu detektörlerdir. Orantılı sayıcılarda radyasyon izi boyunca şekillenen orijinal iyon çiftleri tarafından oluşan yükü, arttırmak için çoğaltıcı gaz kullanılır. Orantılı sayıcı bölgesinde; orijinal iyonizasyon ile ilişkili elektronlardan oluşan ve diğer meydana gelen bütün çığlardan bağımsız bir çığ meydana gelir. Bütün çığların hemen hemen özdeş olmasından dolayı; toplanan yük, orijinal elektronların sayısı ile orantılıdır. Elektrik alanın kritik değerinde; her bir çığ, birçok çığ ve kendiliğinden çoğalma zincir reaksiyonları meydana gelir. Geiger boşalma bölgesinde; Geiger tüpündeki bütün atmalar (pulslar), başlangıçtaki iyon çiftlerinin sayısı ile aynı bolluktadır.

Geiger tüpünde oluşan tipik atma, toplanan yükün miktarını gösterir; yaklaşık  $10^9$ - $10^{10}$  iyon çifti oluşumu boşalma bölgesinde meydana gelir. Bu yüzden, çıkış atması tipik olarak volt mertebesinde oldukça yüksektir. Geiger-Müller sayacı, basit ve ekonomik bir radyasyon sayacına ihtiyaç duyulduğunda sıklıkla yapılan en iyi tercihtir.

Enerji bilgisi verme eksikliğinin haricinde, G-M sayacının başlıca dezavantajı; diğer sayaçlara göre geniş ölü zamana sahip olmasıdır. Bu nedenle, nispeten düşük sayım oranı ile sınırlanmıştır.

Geiger tüpüne doldurulan gaz içinde meydana gelen tek bir iyon çiftinin, tam bir Geiger boşalmasını başlatmaya yeterli olmasından dolayı; tüpün aktif hacmine giren herhangi yüklü bir parçacık için sayım verimi %100'dür. Bu yüzden efektif sayım verimi, emilen geri saçılmayan radyasyonun haricinde; tüpün penceresinde geri saçılan radyasyonun giricilik olasılığı ile belirlenir [7,12].

Gazın cinsine göre Geiger-Müller sayıcıları ikiye ayrılır. Birincisinde; hava, hidrojen, asal gazlar (genellikle argon), ya da bunların karışımları kullanılır. İkincisinde ise; tüplerdeki gaz kendinden sönümlüdür. Söndürme gazı olarak; organik cisimler ya da klor, brom gibi halojen buharları kullanılır [7, 9].

### **1.2.2. Sintilasyon Sayacı**

Aralarında sodyum iyodür, sezyum iyodür, antrason, naftalin ve fenantronun bulunduğu bazı maddelere bir tek yüklü parçacık X-ışını veya  $\gamma$ -ışını çarptığı zaman, bir ışık pırlıtsı meydana getirirler. Bu gibi maddelere sintilasyon adı verilir. Bu ışık pulsları elektrik pulslarına



dönüştürülür ki, bu pulslar yükseltilerek sayılabilirler. Deteksiyon ve sayma için gerekli düzenek bir sintilasyon sayacı olarak bilinmektedir. Son yıllarda özel gayeler için sıvı sintilatörler kullanılmaktadır [15].

### **1.2.3. Yarıiletken Detektörler**

Yarıiletken detektörlerin fiziksel prensipleri: Bir gama ışını yarı iletken detektöre çarptığı zaman enerjisini bırakarak kendisi yok olur. Çarptığı atomdan enerji yüklü bir elektron (fotoelektron) koparır. Böylece yarıiletkende iyonizasyonla iki çeşit taşınır yük meydana gelmiş olur. Bunlar negatif yüklü elektronlar ve pozitif yüklü deşiklerdir. Bu zıt yüklerin negatif ve pozitif elektrotlara doğru hızla çekilmesini sağlamak için detektöre yönlendirici voltajı uygulanır. Bu sayede negatif yüklü elektronlar pozitif elektroda, pozitif yüklü deşikler ise negatif yüklü elektroda doğru çekilir. Yarıiletken üzerine düşen her gama ışını için bu olay tekrarlanır. Böylece yarıiletken içinde gama ışını doğrudan elektronik sinyal haline dönüşmüş olur [16].

### **1.2.4. Nötron Detektörleri**

Nötronlar doğaları gereği iyonlaşmaya ya da uyardıya sebep olmazlar ve atomların elektronları ile etkileşmezler. Tespit edilmeleri zor olan nötronlar doğrudan ölçülemezler. Nötronların tespit edilebilmeleri için atom çekirdeği ile etkileşmeleri gereklidir. Nötronların ortamla etkileşmesi sonucu açığa çıkan ikincil radyasyonun ölçülmesi ile nötronlarla ilgili bilgi elde edilmiş olur.

Nötron detektörleri tiplerine göre farklılık göstermekle birlikte verimleri direkt olarak donanımları ve yazılımlarıyla ilişkilidir [17].

### **1.2.5. Nükleer İz Detektörleri**

Nükleer iz detektörleri, yüksek iyonizan radyasyon üreten nadir olaylar için basit ve çok verimli detektörlerdir. Dikkatlice hazırlanan ve taranan iz detektörleri bireysel nadir bozunumları tanımlamak için kullanılmıştır. Bir izin neden olduğu hasar kendiliğinden onarılmaz. İz detektörlerinin dezavantajı, izlerin çok küçük olmasından dolayı ancak mikroskop altında görülebilmesidir. Gözle okuma oldukça zahmetli ve hataya açıktır. Modern bilgisayar kontrollü

tarama bu analizin hızını ve güvenilirliğini arttırmıştır. Alfa parçacıklarına duyarlı plastik iz detektörleri radon çalışmalarında yaygın kullanılırlar.

Malzemenin kimyasal yolla aşındırılması, aşındırma çözeltisine maruz kalan tüm yüzeylerde gerçekleşir. Malzemenin maruz kalan yüzeyleri iz boyunca aşınır. Bu yüzden, izden maksimum bilgiyi elde etmek için aşındırma hızı dikkatle kontrol edilmelidir. Düzgün bir izin aşındırılması genellikle dairesel bir koni oluşturacaktır; çünkü iz boyunca derinlere kıyasla yüzeyden daha kolay materyal kopabilecektir. Mika izleri dairesel olmanın aksine örgü yapısından dolayı elmas şekillidir.

Nükleer emülsiyonlar çok ince taneli foto grafik filmlerdir. Radyasyon geçince film pozlanmış olur ve AgCl taneleri iyonizasyon ile aktive olurlar. Film banyo edilir ve dikkatlice mikroskop altında incelendiğinde parçacıkların izleri veya takip ettikleri yollar gözlenebilir. Emülsiyon ayrıca iyonlaşma hızına karşı hassastır ve izdeki parçacığın doğası sıklıkla tanımlanabilir. Diğer taraftan, X-ışınları yumuşak dokudaki hafif elementlere (karbon, oksijen, hidrojen) kıyasla, kemik dokudaki ağır elementler (temelde kalsiyum) tarafından daha etkin soğurulup saçılırlar ve bir gölge yaratırlar. Emülsiyondaki taneler geçen X-ışınlarına maruz kalırlar ve negatif görüntüyü elde etmek için banyo edilirler [18].

### 1.3. Radon

Renksiz, kokusuz, tatsız, 86 atom numarası ile periyodik cetvelin soy gazlar sınıfında yer alan radon kaya, toprak ve sudaki doğal uranyumun radyoaktif bozunması sonucunda oluşur. Radon, tüm yüzey kaya ve toprak parçalarından ve yapı malzemelerinden ortama salınır [13].

$^{222}\text{Rn}$ ,  $^{238}\text{U}$  bozunma zincirindeki  $^{226}\text{Ra}$ 'nın bozunması ile sürekli olarak meydana gelen asal bir gazdır. Havadan yaklaşık olarak yedi defa daha ağır olan  $^{222}\text{Rn}$ , çukur yerlerde toplanır ve suda çözünür.

$^{235}\text{U}$ , beş radyo-çekirdek aracılığı ile  $^{226}\text{Ra}$ 'ya bozunduğu zaman ağır çekirdek yerinde, yani bulunduğu kaya içinde kalırsa da meydana gelen radon dışarıya kaçar ve bir kısmı etraftaki hava içine karışır.  $^{226}\text{Ra}$ 'nın 1602 yıllık yarı ömrü, kendisinden meydana gelen bütün ürünlerinden çok daha uzun olduğundan 3,8 gün yarı ömürlü  $^{222}\text{Rn}$  için üretim hızı değişmeyen bir üreteç görevini

yapar ve daha sonra gelen kısa yarı ömürlü RaA ( $^{218}\text{Po}$ ), RaB ( $^{214}\text{Pb}$ ), RaC ( $^{214}\text{Bi}$ ) ve RaC ile denge halinde bulunur. Özellikle radon gazı bozulduğu zaman yani meydana gelen  $^{218}\text{Po}$  (RaA) atomları iyonize halde, atmosfer içindeki herhangi bir parçacığa yapışmak eğilimindedir. Sonuç olarak tozla yüklü havadaki parçacığa yapışmış haldedirler. Tozla yüklü havadaki parçacıklar emilme yoluyla radyoaktif hale geçeceklerdir [17].

Radon gazının teneffüs edilmesi, solunum yetmezliği, baş ağrısı, öksürük gibi akut etkilere neden olmaz. Radyoaktif bozunmaya uğrayan radon gazı, teneffüs edildiğinde akciğerler tarafından tutulabilecek parçacıklara dönüşür. Bu parçacıkların bozunması devam ettiğinde ortaya çıkan enerji, akciğer dokusunda hasara, dolayısıyla, zaman içerisinde kansere sebep olur. Ancak bu, yüksek dozda radona maruz kalmış herkes akciğer kanserine yakalanacak anlamına gelmez. Sigara, kanser riskini arttırmaktadır. Hem sigara içip hem de yüksek dozda radona maruz kalmış kişilerde kansere yakalanma riski oldukça yüksektir. Sigaranın bırakılıp, maruz kalınan radon seviyesinin düşürülmesiyle kanser riski azaltılacaktır. Ancak, sigara içiminin az bilinen bir zararı da içindeki radyoaktif maddelerin soluma yoluyla insan vücuduna alınmasından kaynaklanmaktadır [13].

### **1.3.1. Radon Ölçüm Yöntemleri**

Radon ve ürünlerini ölçmek için iki temel yöntem geliştirilmiştir: aktif ölçüm yöntemi ve pasif ölçüm yöntemi. Aktif sistemde iyon odaları, sintilasyon hücreleri veya spektroskopik sayım cihazları kullanılır. Pasif ölçüm yönteminde termoluminesans detektörler ( $\text{CaSO}_4$ : Dy veya LiF gibi), veya katı hal nükleer iz detektörleri; selüloz nitrat (LR-115) veya allidiglikol karbonat (CR-39) kullanılır.

### **1.3.2. Radon Konsantrasyon Limitleri**

Uluslararası Atom Enerji Ajansı Temel Güvenlik Standartları (IAEA-BSS) çerçevesinde, radon için tavsiye edilen düzeyler  $200\text{-}600\text{ Bq/m}^3$  olarak belirlenmiştir. Türkiye'de müsaade edilebilir radon konsantrasyonu ise  $400\text{ Bq/m}^3$  'tür [19].

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bitki örneklerinde radyoaktivite seviyelerinin belirlenmesi ile ilgili çeşitli ülkelerde yapılmış çalışmalar aşağıda özetlenmiştir;

Desideri (2010); İtalya’da kurutulmuş 35 tıbbi bitkinin doğal ve yapay radyoaktivite seviyeleri tespit edilmiştir.  $^{238}\text{U}$  ve  $^{210}\text{Po}$  radyo-nüklitleri alfa spektrometresi ile;  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{40}\text{K}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyo-nüklitleri ise gama spektrometresi kullanılarak belirlenmiştir.  $^{238}\text{U}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  radyoaktivite konsantrasyonlarının sırası ile  $<0,1$  ve  $7,32 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $<0,1$  ve  $30,3 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $<0,3$  ve  $16,6 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $<3$  ve  $58,3 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $66,2$  ve  $3582,0 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $<0,3$  ve  $10,7 \text{ Bq kg}^{-1}$  değerleri arasında değiştiği görülmüştür [20].

Sussa (2013); *Peperomia pellucida* bitki örneklerinde, doğal radyasyon seviyeleri tespit edilmiştir.  $^{238}\text{U}$ ,  $^{230}\text{Th}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  ve  $^{210}\text{Pb}$  konsantrasyonları hem bitki örneklerinde hem de etrafındaki toprakta; alfa spektrometresi ve toplam alfa ve beta sayım sistemleri kullanılarak ölçülmüştür. Aktivite konsantrasyonlarının sırası ile;  $4,3 - 38 \text{ Bq/kg}$ ,  $1,7 - 124 \text{ Bq/kg}$ ,  $2,1 - 38 \text{ Bq/kg}$ ,  $8,5 - 37 \text{ Bq/kg}$ ,  $3,2 - 46 \text{ Bq/kg}$  ve  $39 - 93 \text{ Bq/kg}$  aralıklarında dağıldığı belirlenmiştir [21].

Çevik (2009); Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen fındıkların radyoaktivite seviyeleri tespit edilmiştir. Maruz kalınan doz hesaplanmış ve insan sağlığı açısından tehdit oluşturmadığı tespit edilmiştir [22].

Görür (2011); Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen çaylardaki radyasyon seviyeleri tespit edilmiştir. Yerel marketlerden alınan, 29 adet siyah ve 1 adet yeşil çayda;  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{40}\text{K}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  aktivite konsantrasyonlarını, HPGe detektörlü gama spektrometrik sistemini kullanarak belirlemişlerdir.  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{40}\text{K}$  ve  $^{137}\text{Cs}$ ’nin ortalama aktivite konsantrasyonları sırası ile;  $3,2 \pm 0,6 \text{ Bq/kg}$ ,  $6,4 \pm 0,7 \text{ Bq/kg}$ ,  $445,6 \pm 17,8 \text{ Bq/kg}$  ve  $42,0 \pm 1,4 \text{ Bq/kg}$  olarak belirlenmiştir [23].

Desideri (2011); İtalyan marketlerinden temin ettikleri, 18 farklı çay, 16 farklı bitkisel çay ve 5 farklı papatya çayında doğal ve yapay radyoaktivite seviyesi tespit edilmiştir.  $^{210}\text{Po}$  alfa spektrometresi ile belirlenmiştir.  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{40}\text{K}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  radyo-nüklid seviyeleri

ise gama spektrometresi kullanılarak ölçülmüştür. Kurutulmuş örneklerin;  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{210}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$  ve  $^{214}\text{Bi}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonlarının sırası ile  $0,6 - 9 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $1,9 - 36,1 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $0,7 - 4,9 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $<10 - 58,9 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $463 - 936 \text{ Bq kg}^{-1}$ ,  $<0,3 - 2,6 \text{ Bq kg}^{-1}$  değerleri arasında değiştiği görülmüştür [24].

Karadeniz (2007); İzmir ormanlarındaki çam iğnelerinde, yüksek çözünürlüklü gama spektrometrik sistemini kullanarak  $^7\text{Be}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$  ve  $^{226}\text{Ra}$  radyoizotoplarının aktivite konsantrasyonları belirlemiştir. Aktiviteleri sırası ile;  $24,6 - 210 \text{ Bq/kg}$ ,  $0,61 - 2,29 \text{ Bq/kg}$ ,  $23,5 - 287 \text{ Bq/kg}$  ve  $0,44 - 12,3 \text{ Bq/kg}$  olarak belirlemişlerdir. Sonuçların limitler içerisinde olduğu tespit edilmiştir [25].

Duffy (1999); Marshall Adaları'nda yetişen ve geleneksel ilaç olarak kullanılan 5 tür tıbbi bitkide  $^{137}\text{Cs}$  radyasyon seviyesini belirlemişler ve 295 adet bitki örneğinde  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyon ölçümü yapılmıştır. En yüksek  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonu, 'Polypodium scolopendria' türünde gözlenmiş ve diğer türlerin  $^{137}\text{Cs}$  konsantrasyonlarında bariz farklılıkların olmadığı görülmüştür. Tıbbi amaçlı kullanılan bu bitkilerin tüketilmesi ile maruz kalınan dozun toplumun maruz kaldığı toplam doza önemli ölçüde katkı sağlamadığı rapor edilmiştir [26].

Şahin, (2004)'in yaptığı çalışmada, aktarlardan toplanmış olan 49 adet şifalı bitki örneğinin toplam alfa ve toplam beta radyoaktivite seviyeleri belirlenmiştir. Toplam alfa radyoaktivite seviyelerinin;  $0,0428 \pm 0,0284 \text{ Bq/g}$  ile  $0,6420 \pm 0,0479 \text{ Bq/g}$  değerleri arasında, toplam beta radyoaktivite seviyelerinin ise  $0,0316 \pm 0,0102 \text{ Bq/g}$  ile  $1,0327 \pm 0,0101 \text{ Bq/g}$  değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir [7].

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Bitlis**

İl topraklarının büyük bölümünü kaplayan dağların yükseltisi genellikle 2000 metrenin üzerindedir [27].

##### **3.1.1. Bitlis Genel Jeolojisi**

Bitlis Metamorfik kuşağı boyunca çeşitli stratigrafik kesitler mevcuttur. Asidik karakterli magma çıkışları, granit, granitik gnayslar, andezitler, dasitler ile bazik karakterli bazaltik lavlar bulunmaktadır.

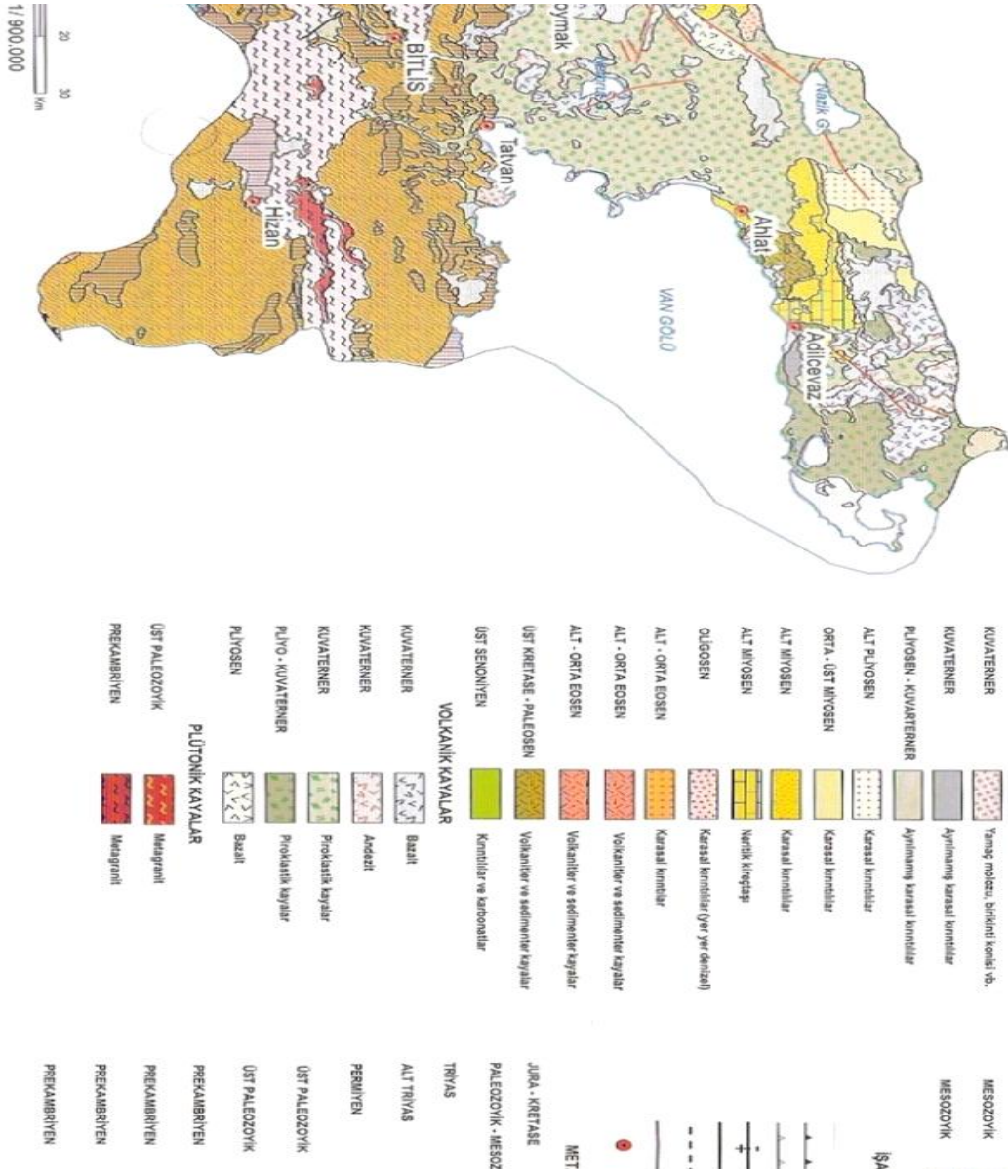
Bitlis Metamorfikleri Epi Metamorfik örtünün Petrografisi: aşağıdan yukarıya doğru metamorfizma derecesi azalan 6 grup ayırtlaşmıştır. Bunlar; Alt yeşil şistler, Muskovitli Kuvarsitler, Kalkışistler, Rekrystalize kireçtaşları, Üst yeşil Şistler, Rekrastilize karstik kireçtaşları (Şekil 3.1).

Masif içinde yaygın Klorit Şist, Fillit, pireitli Kuvarsit, Kloritoidli mikaşistlerin parajenezlerinin düşük mertebeli metamorfizmanın tüm P-T koşullarında görüldüğü anlaşılmıştır. Pelitik kayalarda Kuvars, Albit, Muskovit ve klorit ortak minerallerdir. Kloritoit içeren kayalarda albit ve biyotit görülmemiştir [17,28].

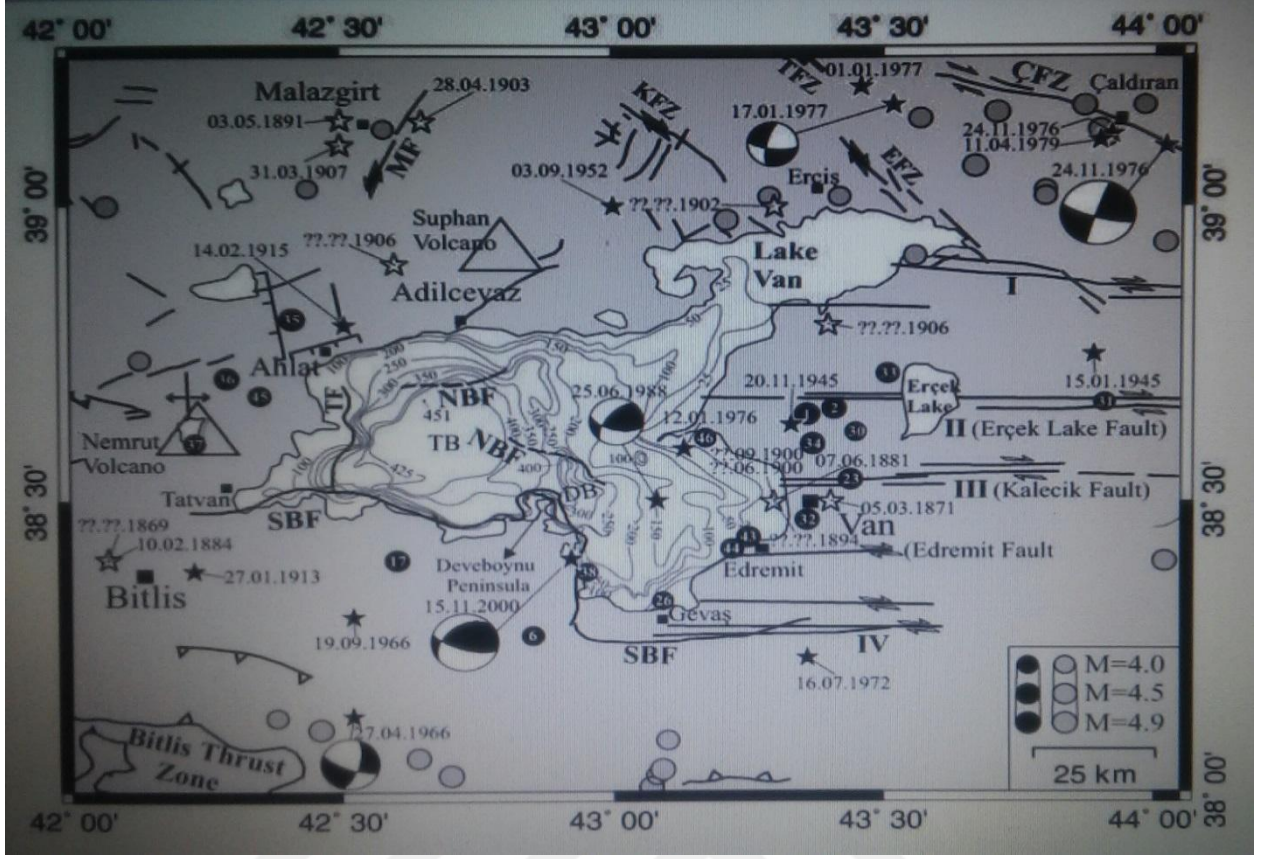
##### **3.1.2. Bitlis Merkez ve İlçe Merkezlerinin Jeolojisi**

###### **3.1.2.1. Bitlis**

Genellikle dere yamaçlarında sütunlar halinde bazaltlar yer alır. Yamaçların üst kısımlarında Paleozoik şistler ve Permien yaşlı kireç taşı ve kuvarsitler görülür. Bazı yerlerde bazalt ve şistlere karışık vaziyette rastlanır. Şistler batı ve güneyi kaplar. Meskûn saha genellikle bazalt üzerindedir. 1. derecede tehlikeli deprem bölgesidir ayrıca bir çok fay hattı üzerinde yer alır (Şekil 3.2.) ve faylara bağlı maden suları vardır.



Şekil 3.1. Bitlis jeoloji haritası [28].



**Şekil 3.2.** Vangölü Havzasının Tektonik yapısı ve  $M \geq 4.0$  Sismisitesi. TF (Tatvan Fayı) , SBF (Güney Sınır Fayı), NBF (Kuzey Sınır Fayı , MF (Malazgirt Fayı), EFZ (Erciş Fay Zonu), TB (Tatvan Basını) [29].

### 3.1.2.2. Ahlat

Ahlat ilçesi, Van Gölü'nün kuzeybatı kıyısında yükselen bir yamaç üzerinde kurulmuştur. Dağınık yerleşim durumundadır. İlçenin bulunduğu yamacın zemini volkanik lifler ile bazalt ara tabakalarından oluşmuştur. Üzerleri toprak ve enkaz tabakası ile kaplıdır. 1. derecede tehlikeli deprem bölgesidir. İlçe, Muş Ovasından Erciş Muradiye'ye kadar uzanan Van Gölü'nün kuzey kıyısını takip eden bir deprem bölgesi içerisindedir.

### 3.1.2.3. Adilcevaz

Sırtlar Miosen yaşlı marnlı tabakalı kireçtaşlarından oluşmuştur. Kireçtaşları çatlaklı ve kırıklı durumdadır. 1. Dereceden tehlikeli deprem bölgesindedir. Van Gölü'nün kuzey kıyısından geçen deprem hattı üzerindedir.



#### **3.1.2.4. Güroymak**

Bitlis'in kuzeyinde Van Muş karayolu üzerinde bulunur. Muş'a 52 km mesafededir. Bölge güneybatı Muş-Bitlis masifinin pleozoyik yaşlı şistleri ile Nemrut kökenli volkanik yükseltiler arasında düz ve tatlı eğimli bir arazi üzerinde yer alır. İlçenin zeminini volkanik seri ve tüfleri oluşturur. Özellikle ayrışma ve taşınmadan oluşan birimin batıya doğru alüvyon birimlere geçişi görülür. İlçenin içerisinden geçen bölme deresinin güzergâhında şerit halinde alüvyon görülür. 2. derecede tehlikeli deprem bölgesindedir.

#### **3.1.2.5. Hizan**

Bitlis'in 40 km güneydoğusunda dağlar arasında ve doğuda bulunan tepelerin eteğinde kurulmuştur. İlçenin zemini şistlerden ibarettir. Güneydeki düzlük ile yamaç arası kısmen yamaç molozu ile kaplıdır. Hacı Bey çayına doğru olan kısım alüvyondur. 1. derecede tehlikeli deprem bölgesidir.

#### **3.1.2.6. Mutki**

İlin 27 km batısında topografik olarak çok sarp bir arazi üzerinde yer alır. İlçenin zeminini bazalt ve bazalt lifleri oluşturur. Üzerleri nebati toprak ile örtülüdür. 1. derecede tehlikeli deprem bölgesidir.

#### **3.1.2.7. Tatvan**

Van Gölü'nün batısında bulunur. İlçenin zemini kuarterner yaşlı kil tabakalarından oluşmuştur. Göl kenarına doğru kum ve kumlu kil yer alır. Sahanın güneyinde yükselen tepeler şist ve kristalize kireçtaşlarından oluşmuştur. 2. derecede tehlikeli deprem bölgesidir. Muş Ovasından Van Gölü havzasına kadar uzanan fay hattının tesir alanı içindedir [30].

## 3.2. Bitkilerin Genel Özellikleri

### 3.2.1. Ekşimen (*Rumex Scutatus*)

BR1( Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) ve BR28 (Adilcevaz) numaralı bitki numuneleri Ekşimen (*Rumex Scutatus*) türü bitki örnekleridir. Kuzukulağı olarak da adlandırılır. Kuzukulağı çok yıllık otsu bir bitkidir. Tadı oldukça ekşidir, yemeği veya salatası yapılarak tüketilebilir. [31].

C vitamini eksikliğinden dolayı meydana gelen iskorbüt hastalığının tedavisinde önemli bir rol oynar. Kanı temizlemeye yardımcı olan kuzukulağı yara, irin, çıbanlar ile cilt hastalıklarının tedavisinde ciltte bulunan lekelerle de iyi geldiği bilinmektedir [32].

### 3.2.2. Nezle otu (*Nepeta İtalica*)

BR2 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) numaralı numune Nezle otu (*Nepeta İtalica*) türü bitki örneğidir. Ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasındandır ve 250 tür çiçek açar. Genellikle, ot cinsinden sürekli bitkilerdir. Aralarında, çok yıllık bitki olanı da vardır. Genelde kedi naneleri olarak bilinir. Bazen lavman olarak kullanılır. Bitkisel ilaç olarak sinir yatıştırıcıdır. Uykusuzluğa, strese, adet kramplarına ve bağırsaklara iyi gelir [33].

### 3.2.3. Dalak Otu (*Teucrium Chamedrys*)

BR3 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) numaralı numune Dalak Otu (*Teucrium Chamedrys*) türü bitki örneğidir. Bileşikgiller familyasındandır. Çiçeklerini yapraklarından önce açar. Çok yıllık dayanıklı otsu bitkidir. Göğüs hastalıklarına ve soğuk algınlıklarına karşı etkili olur [32].

### 3.2.4. Kızıl Pisik Otu (*Nepata Trachonitica*)

BR4 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) numaralı numune Kızıl Pisik Otu (*Nepata Trachonitica*) türü bitki örneğidir. Çok yıllık, 25-50 cm yükseklikte, kokusu kuvvetli, koyu mor çiçekli, yaprakları çorba ve yemeklere koku vermek için kullanılan, otsu bir bitki. Halk arasında pişik otu diye adlandırılmıştır. Kedi otu kökünden validol, kardiovalen gibi önemli kalp ilaçlarının terkinde yaygın olarak ve kalp ve sinir hastalıklarına kullanılmıştır [34].

### 3.2.5. Kenger (*Gundelia Tournefortii*)

BR5 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) ve BR36 (Mutki) numaralı numuneler Kenger (*Gundelia Tournefortii*) türü bitki örnekleridir. Yetiştığı yerler; Orta, Doğu, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgesidir. İştahı açar, dişleri temizler ve diş etlerini kuvvetlendirir [35]. Karaciğer iltihabı dahil, aşırı alkol ve bazı ilaçların neden olduğu safra yolu iltihabı, siroz ve kronik karaciğer hastalıklarında fayda sağlar. Yüz felcini önlemede oldukça yararlıdır [36].

### 3.2.6. Kedi Nanesi (*Nepeta Nuda L.*)

BR6 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) ve BR35 (Mutki) numaralı numuneler Kedi Nanesi (*Nepeta Nuda L.*) türü bitki örnekleridir. Terlemeyi sağlar. Orta yaştaki kişileri sakinleştirmek, gripten korumak ve vücut ısılarının yükselmesini önlenmede kullanılır. Ağrılı mesane iltihabı, ishali, kolik'i iyileştirir ve prematüre doğumları, sabah bulantılarını önlediği iddia edilir.

Mide rahatsızlıklarını ve sindirim güçlüklerini giderir. Spazm çözücüdür. Çocuklarda diareyi giderici mükemmel bir ilaçtır. Yatıştırıcıdır. Bedeni rahatlatarak gevşetir. Uykusuzluğa iyi gelir. Soğuk algınlığı ve grip tedavisinde kullanılır. Bronşit gibi hastalıklarda, ateşli durumlarında kullanılır ve kısa sürede beden ateşini düşürür [37].

### 3.2.7. Mantuvar (*Helichrysm Plicatum*)

BR7 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) numaralı numune Mantuvar (*Helichrysm Plicatum*) bitki türüne aittir. Lavonca zengin parlak sarı renkli karakterlerinde kitin tipi bileşikler bulunur. İdrar güçlüğü, karaciğer rahatsızlığı, siyatik ve fitıkta bu bitkiden yararlanılmaktadır. Diüretik etkileri nedeniyle kum düşürmek amacıyla çok kullanılmaktadır. Midevi, safra söktürücü ve safra düzenleyici etkileri de bilinmektedir [38].

### 3.2.8. Yabani Fesleğen (*Clinopodium Vulgare*)

BR8 (Bitlis-Kampos Dağı) numaralı numune Yabani Fesleğen (*Clinopodium Vulgare*) türü bitki örneğidir. Tek yıllık bir bitki türüdür. Sap kısmı dallı, dört köşeli olarak yetişir 20 ile 60 cm yüksekliğe çıkabilir. Çiçekleri normalde beyaz renklidir fakat nadir de olsa pembe veya menekşe

renginde olan türleri de mevcuttur. Fesleğen diğer bir adıyla reyhan otunu yabani halde elde etmekte mümkündür. Yabani halde Asya ve Afrika'nın tropikal bölgelerinde yetişmektedir.

Ağrı kesici olarak tedavi amaçlı kullanılır. İltihaplanmayı giderir. Mide ağrılarını tedavi eder, bağırsak sancılarını giderir. Yorgunluk ve sinir hallerinde dinlendirici özelliği vardır. Nefes darlığı tedavisinde kullanılan bir bitkidir. Gaz sancılarının tedavisinde kullanılır [39,40].

### **3.2.9. Öksürük Otu (*Tussilago Farfara L.*)**

BR9 (Bitlis-Nemrut Dağı) numaralı numune Öksürük Otu (*Tussilago Farfara L.*) türü bitki örneğidir. Öksürük gidericidir. Astım gibi çeşitli akciğer rahatsızlıklarında kullanılır. Deri hastalıklarında kullanılır [37].

### **3.2.10 Adaçayı (*Salvia SP*)**

BR10 (Mutki), BR19 (Tatvan-Küçüksu Köyü) ve BR30 (Ahlat-Harabe Şehir) numaralı numuneler Adaçayı (*Salvia SP*) türü bitki örnekleridir. Neredeyse, her tip hastalığın iyileştirilmesinde kullanılır. Karnosik asit ve Rosmarinik asit, Alzheimer hastalığının asıl nedeni olan patolojik süreçlere karşı mücadelede yardımcı olur. Bu iki asit güçlü antioksidanlardır [32]. Şeker hastalarının, sinirlerini sakinleştirir. Mideye iyi gelir. Sindirimi kolaylaştırır. Gaz söktürücüdür. Gece terlemelerini en aza indirir. İdrar söktürücüdür [41]. Zararlı toksinlerin vücuttan atılmasını sağlar ve beyin fonksiyonlarını geliştirir. Bronşit ve astım belirtilerini hafifletir. Karaciğeri temizler ve idrar yolu enfeksiyonunun tedavisinde kullanılır. Aşırı terlemeyi ve stresi azaltır [42].

### **3.2.11. Sarı Civanperçemi (*Achillea Biebersteinii Afan*)**

BR11 (Mutki), BR15(Bitlis-Merkez), BR27 (Adilcevaz-Ayır Gölü), BR38 (Tatvan-Küçüksu Köyü), BR47 (Adilcevaz-Ayır Gölü), BR50 (Ahlat-Harabe Şehir) numaralı numuneler Sarı Civan Perçemi (*Achillea Biebersteinii Afan*) türü bitki örnekleridir.

Türkiye'de 40 kadar civanperçemi türü bulunmakta ve bunların birçoğu tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Kurak toprakları sever. İçinde etken madde olarak sabit ve uçucu bir yağ,

achillein adlı acı bir glikozit taşır. Uçucu yağ; azulen, limonen, seskiterpen, pinenler, borneol, sineol gibi maddeleri içerir. Tedavi amaçlı olarak; kol ve bacaklardaki sinir iltihaplanmalarının tedavisinde kullanılırlar [42,43]. Ergenlik ve menepoz dönemlerinde sakinleştirici, adet düzenleyici, kan temizleyici ve dolaşımını düzenleyici, bağırsak kurtlarını düşürücüdür. Haricen; yara iyileştiricidir ve sinirleri kuvvetlendirir. Boğmaca, kızamık, çocukların kemik rahatsızlıklarında oldukça faydalıdır. Ateşi düşürür [41]. Terlemeyi arttırır ve bu şekilde; ateş ve soğuk algınlığına iyi gelir. İştahı arttırır. Mide kramplarına iyi gelir. Gastrit belirtilerini hafifletir. Karaciğer rahatsızlıklarında kullanılır [32]. İdrar söktürücüdür. Böbreklerin düzenli çalışmasını, böbrek taşlarının düşmesini sağlar. Kol ve bacaklardaki sinir iltihaplanmalarında, civanperçemi katkısıyla yapılacak kol ve bacak banyoları çok rahatlatıcıdır. Fakat bitki öğle güneşinde toplanmalıdır. Bu tür banyolar özellikle ilk alındığında yararlı olurlar ve tüm ağrılar dindirir [44,45].

### **3.2.12. Köpek Papatyası (*Anthemis Cotula L.*)**

BR12 (Mutki) numaralı numune Köpek Papatyası (*Anthemis Cotula L.*) türü bitki örneğidir. Uzun ömürlü, çok yıllık bir bitkidir. Ülkemizde 50 kadar türü doğal olarak bulunmaktadır. Bitki yaklaşık 60 cm boy yapar. Çiçek tablası orta büyüklüktedir. Çiçek tablası saplı, hafif kubbemsidir. Kenar çiçekleri dil şeklinde, beyaz veya sarı olabilmektedir. İştah artırıcı, atıştırıcı, mide ve bağırsak gazları ile safrayı söktürücü ve idrarı artırıcıdır [37].

### **3.2.13. Madımak (*Polygonum Cognatum*)**

BR13 (Mutki) numaralı numune Madımak (*Polygonum Cognatum*) türü bitki örneğidir.

Bitlis'in Mutki ilçesinin çıkışından alınan çok yıllık, otsu ve sürünücü bir bitkidir Rusya'da ve Kafkaslarda geniş alanlarda yayılmıştır. Ülkemizde de yaygın olarak yetişmektedir.

Drog olarak yumrusundan istifade edilir. Tıpta; yumrusundan hazırlanan çay ve duru ekstrakt şeklinde mide-bağırsak hastalıklarında ishale ve dizanteriye karşı büzüştürücü ve antiseptik olarak kullanılır. Kan şekerinin ve böbrek taşlarının düşürülmesinde faydalanılır. Halk hekimliğinde; kurutulmuş ve doğranmış yumrusundan hazırlanan çay, karın ağrısında ishale karşı, basur hastalığında iltihaba karşı kullanılır. Ayrıca, tozundan hazırlanan merhem geç iyileşen deri yaralarının iyileştirilmesinde faydalanılır [40].

### 3.2.14. Kekik (*Thymus Kotschyanus*)

BR14 (Bitlis-Kampos Dağı), BR24 (Tatvan-Han Elmalı Köyü) ve BR43(Tatvan-Han Elmalı Köyü) numaralı numuneler Kekik (*Thymus Kotschyanus*) türü bitki örnekleridir. Güneşli yerleri sever, genellikle çorak topraklarda yetişir. Kekikte timol, karvakrol, simol, linalol ve borneol maddelerini içeren % 1 oranında uçucu yağ; acı esanslar, tanen, flavonit ve tripenoit bulunur. İştahı açar, sindirimi kolaylaştırır. Gaz söktürücüdür, idrar söktürücüdür, yatıştırıcıdır. Spazm çözücüdür. Solucan (kurt) düşürücü etkisi vardır. Terletici ve balgam söktürücüdür. Soğuk algınlığında, nezlede, boğaz ağrılarında ve kuru öksürüğün atlatılmasında kullanılır Bronşit, boğmaca ve astım tedavilerinde başarıyla kullanılır [32,46].

### 3.2.15. Isırgan otu (*Urtica*)

BR16 (Güroymak) ve BR40 (Tatvan-Küçüksu Köyü) numaralı numuneler Isırgan otu (*Urtica*) türü bitki örnekleridir. Şiddetli baş ağrılarında yararlıdır. Kan temizleyici olduğundan, egzama ve bazı mantar hastalıklarına iyi gelir. Sivilcelere iyi gelir. Kan yapıcı özelliği de vardır. Kan şekerini düşürmeye yardımcı olur. İdrar yolları hastalıkları, enfeksiyonları ve idrar tutukluğunu düzeltir. Böbrek taşlarına iyi gelir [32,41].

### 3.2.16. Labada (*Rumex Crispus*)

BR17 (Güroymak) numaralı numune Labada (*Rumex Crispus*) türü bitki örneğidir. Labadanın faydaları arasında yer alan ishal tedavisinde, bitkinin kökleri ve yapraklarından hazırlanan çayın içilmesi gerekmektedir. Bitkinin sadece köklerinden hazırlanan çayın ise, labadanın faydaları arasında yer alan kadın hastalıklarına karşı iyi geldiğini belirtmemiz gerekmektedir. Basur tedavisi ve kabızlık tedavisinde labadanın faydalarından yararlanmış olmaktadır [32].

### 3.2.17. Yavşan Otu (*Artemisia Austriaca*)

BR18 (Tatvan-Küçüksu Köyü) numaralı numune Yavşan Otu (*Artemisia Austriaca*) türü bitki örneğidir. Yakısı yaraları geçirir. Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'nın killi, kireçli topraklarında ve güneşli yerlerde, ormanların seyrek yerlerinde veya orman kenarlarında, yol kenarları, çimenlikler ve meralarda yetişir. Hazmı kolaylaştırır. Baş ve kulunç ağrılarını keser [33].

### **3.2.18. Papatya (*Anthemis Wiede Manniana*)**

BR20 (Tatvan-Küçüksu Köyü) numaralı numune Papatya (*Anthemis Wiede Manniana* türü bitki örneğidir. Yatıştırıcı, tonik ya da boğaz ağrıları antiseptiği olarak kullanılır. Saçlara faydalıdır [37].

### **3.2.19. Alakötürüm (*Centaurea Urvillei*)**

BR21 (Tatvan-Küçüksu Köyü) numaralı numune Alakötürüm (*Centaurea Urvillei*) türü bitki örneğidir. Ilık bölgelerde bulunan, tahıl tarlalarında yetişir. İştah açar ve idrar söktürür. Nikris hastalığına faydalıdır. Böbreklerdeki kumun dökülmesine yardımcı olur. Göz hastalıklarında kullanılır. Ağrıları keser ve vücutta biriken zehirli maddelerin atılmasını sağlar. Fazla miktarda kullanıldığı zaman kalbe zarar verebilir [37].

### **3.2.20. Zilasur (*Vincetoxicum*)**

BR22 (Tatvan'ın Küçüksu Köyü ile Hizan ilçesi arası) numaralı numune Zilasur (*Vincetoxicum*) türü bitki örneğidir. Bitkinin bulunduğu Asclepiadaceae familyasının Anadolu'da 6 cinsi ve 13 kadar türü yetişmektedir. *Vincetoxicum* yaklaşık 100 türü bulunan, Asya'da özellikle dağlık bölgelerde yayılış gösteren bir cinstir.

*Vincetoxicum* cinsine ait türlerin halk tıbbında; yara iyi edicidir. Fungal enfeksiyonlarına iyi gelir. İncinmelerin tedavisinde ve mantar zehirlenmelerine karşı antidot olarak kullanımlarının olduğu rapor edilmiştir [47].

### **3.2.21. Ölmez Çiçek (*Helichrysm Arenorium*)**

BR23 (Tatvan-Han Elmalı Köyü) numaralı numune Ölmez Çiçek (*Helichrysm Arenorium*) türü bitki örneğidir. İdrar söktürücüdür, safra ve pankreas salgısının salınmasını sağlar ve mide suyunu artırır. İdrar yollarındaki taşları düşürmeye yardımcı olur. Mesane, prostat ve idrar yolu iltihaplarına karşı faydalıdır. Romatizma ve eklem ağrısı şikâyetlerini azaltır. Tokluk verir, hazım zorluklarını giderir ve basurda fayda sağlar [32].

### 3.2.22. Alıç (*Crataegus Aronia*)

BR25 (Tatvan-Han Elmalı Köyü) numaralı numune Alıç (*Crataegus Aronia*) türü bitki örneğidir. Alıç, derelere bakan yamaçlarda, kayalık, taşlık yerlerde yetişir. Ritim bozuklukları (arrhythmias), sinirsel kalp çarpıntıları, kalp yetmezliği, ağır enfeksiyon hastalıkları sonrasındaki kalp kasları zafiyeti, kalp krizi sonrası, yüksek kan basıncı, damar sertliği tedavilerinde kullanılır. Cilt hastalıklarına iyi gelir. Romatizma ve soğuk algınlığını iyileştirmede kullanılır. Kandaki şeker miktarını düşürür [32].

### 3.2.23. Boz Otu (*Marrubium Parviflorum*)

BR26 (Tatvan-Han Elmalı Köyü), BR39 (Tatvan-Küçüksu Köyü) ve BR44 (Tatvan-Han Elmalı Köyü) numaralı numuneleri Boz Otu (*Marrubium Parviflorum*) türü bitki örnekleridir. Birleşiminde; Diterpenler; Marrubiin % 0,12-1 arasında olup en önemli türevidir. Ayrıca Premarrubiin (bu sonra marrubiin'e dönüşür), Marrubenol, Marrubiol ve Peregrinol Flavonitler; Flavonglikozitler ve ayrıca hidrokisinsamik asit türevleri; Chlorogenasit, Kaffeasit, Caffeoylechinaasit ve Rosmarinasit bulunur . Göğüs yumuşatıcı, balgam söktürücü, safra üretimini artırıcı, iştah açıcı, hazmettirici, hormonal bezleri çalıştırıcı, sakinleştirici, teskin edici ve yaraları iyileştirici olarak kullanılır [48-50].

### 3.2.24. Duvar Fesleğeni (*Parietaria Officinalis*)

BR29 (Ahlat-Harabe Şehir ) numaralı numune Duvar Fesleğeni (*Parietaria Officinalis*) türü bitki örneğidir. Temmuz-Kasım ayları arasında çiçek açan, eski duvarlar, harabeler ve kayalıklar üzerinde yetişen otsu bir bitkidir. Güney ve Doğu Avrupa ile ülkemizde Trakya, Karadeniz bölgeleri ve Ankara, Kayseri civarlarında rastlanır.

İçerdiği Flavon glikozitleri dolayısıyla idrar söktürücü, ve dışkı yumuşatıcıdır. Bu etki sayesinde idrar yollarındaki düşmeye müsait taşlar düşebilir. Anjinlerde gargara yapmak amacıyla, sıvıya biraz bal eklenir. Sıkılarak elde edilen taze su, derideki kronik yaraların iyileştirilmesi için tüketilir. Meyve ve yaprakların müshil, kusturucu ve barsak kurtlarını düşürücü etkisi varsa da, çok zehirli bir bitki olduğundan kullanılması tehlikelidir [38].



### 3.2.25. Kaf Pisik Otu (*Nepata Transcaucasica*)

BR29 (Ahlat-Harabe Şehir ) numaralı numune Kaf Pisik Otu (*Nepata Transcaucasica*) türü bitki örneğidir. Sakinleştirir, grip, ateşi önler. Ağrılı mesane iltihabı hastalıklarını, ishal, kolik'i ve bazı çocuk hastalıklarını iyileştirir [33].

### 3.2.26. Ebe Gümece (*Malva Sylvestris*)

BR32 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) numaralı numune Ebe Gümece (*Malva Sylvestris*) türü bitki örneğidir. Protein ve C vitaminince zengindir. Malvin ve malvidin dolayısı ile diş etlerinde, plak önleyicidir ve ağızdaki bakterilere karşı mükemmel bir pro-oksidan özelliğe sahiptir. Ağız gargaraları, faranjit ve kronikleşmiş bademcik iltihaplanmasına iyi gelir. Çıban ve yaraların ağrısını dindirmede kullanılır. Akciğerlerde balgam toplanmasında, öksürük ve bronşitte, ses kısıklıklarında, anfizemde faydalıdır. Ayak şişkinlerinde, kırık ve çıkıklardan yararlıdır [32].

### 3.2.27. İğde (*Elaeagnus*)

BR33 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) numaralı numune İğde (*Elaeagnus*) türü bitki örneğidir. İnce uzun yapraklı, soluk yeşil tonlarında yaprakları olan ve zeytin tanesi büyüklüğünde olan tanelere sahip çekirdekli bir bitki türüdür. İğde ağacı büyüyüp 6-8 m civarlarına kadar gelebilir. Ülkemizde Akdeniz'de daha çok görülse de her yerde yetişebilen nadir meyveler arasındadır. Kırsal alanlarda iğde ağaçlarına rastlamak mümkündür.

İğde ağız içini temizleme özelliğine sahiptir. Vücut direncini artırır ve kış aylarında sık sık rastlanan grip, nezle, soğuk algınlığı gibi hastalıklara da iyi gelir. Bağırsak hastalıklarına ve böbrek rahatsızlıklarına iyi gelir da faydası vardır. Sindirimini kolaylaştırır ve düzenler. Çocuklarda öksürük ve ishal gibi sık rastlanan hastalıklar için de doğal bir çözüm yoludur [51].

### 3.2.28. Mercanköşk (*Origanum Vulgare L.*)

BR34 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) numaralı numune Mercanköşk (*Origanum Vulgare L* türü bitki örneğidir. Kayalık ve kurak yerlerde rastlanır. Uyarıcı ve terleticidir. Soğuk algınlığı ve gripin iyileştirilmesinde yararlı olur [37].

### 3.2.29. Meşe Şablası (*Salvia Trichoclada Benthama*)

BR37 (Mutki) numaralı numune Meşe Şablası (*Salvia Trichoclada Benthama*) türü bitki örneğidir. Ülkemizde bulunan bitki çaylarının en gözde olanı Adaçayı yaklaşık 90 çeşidi ile bitki çayı severlerin en çok tercih ettiği çay türlerinin başında gelmektedir. Çok bilinir olması sayesinde halk arasında yararları en fazla bilinen ve bunla beraber en çok tüketilen bir bitki çayıdır.

İlk dönemlerde güç ve kuvvet verici bir çay olarak kullanılan bu bitkinin ilerleyen dönemlerde birçok yararı daha ortaya çıkarılmıştır. Sindirimi kolaylaştırır. İdrar söktürücü özelliği vardır. Gece terlemeleri ve aşırı terleme durumlarında kullanılmaktadır. Vücutta bulunan zararlı toksinlerin atılmasında önemli bir rol oynayan ada çayı ayrıca vücudu virüs ve bakterilere karşı da korumaktadır [45].

### 3.2.30. Deve Dikeni (*Carduus Nutans*)

BR41 (Tatvan-Küçüksu Köyü) numaralı numune Deve Dikeni (*Carduus Nutans*) türü bitki örneğidir. İdrar söktürücü ve salgı bezlerini kuvvetlendirici özelliğe sahiptir. Yatıştırıcıdır. Kalbi güçlendirir. Öksürük, nefes darlığı, basurlar, deri sivilceleri, liken, çıban, sıraca, kalp zafiyeti, kötü huylu yaralar, Özellikle tohum ve yapraklar böbrek ağrılarını iyileştiricidir [32].

### 3.2.31. Şirker (Sütleğen) (*Euphorbia Cherdenia*)

BR42 (Tatvan-Küçüksu Köyü) numaralı numune Şirker (Sütleğen) (*Euphorbia Cherdenia*) bitki türüne aittir. Yaprak sap ve köklerinde süt gibi beyaz ve zehirli bir özsu taşıyan, bir veya çok yıllık, otsu veya odunsu bir bitkidir. Sütü kabızlık giderici özelliğe sahiptir. Ağrı dindirici olarak bilinir, dalak hastalığının ve bazı cilt hastalıklarının tedavisinde kullanılır. Bitki özsu yaygın şekilde müşhil olarak ve diş çekimlerini kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaktadır [52].

### 3.2.32. Yabani Tere (*Cardaria Draba*)

BR45 (Tatvan-Han Elmalı Köyü) numaralı numune Yabani Tere (*Cardaria Draba*) türü bitki örneğidir. Bitkinin bilimsel ismi *Lepidium*'dir. Batı Asya ve Doğu Avrupa'ya özgüdür. Ayrıca *Cardaria Draba* olarak da bilinen çok yıllık bir bitkidir. Tohumla ve yatay sürünen kökleri

çoğalır [33]. Turpgiller familyasındandır. 90 kadar çeşidi vardır. Bahçe teresi, Çayırteresi, Kış teresi, Su teresi, Yaban teresi (Horozcuk), Yer teresi gibi çeşitleri olan bir bitkidir. Kansızlığı giderir. Kanı temizler. Kandaki şeker miktarını düşürür. Grip ve soğuk algınlığının çabuk geçmesini sağlar. Bronşları temizler, öksürük söktürür. İştah açar. Hazmı kolaylaştırır. Sinirleri yatıştırır. Bol miktarda idrar söktürür. Böbrekleri ve idrar yollarını temizler. Karaciğer hastalıklarında faydalıdır. Safra ifrazatını artırır. Sigaranın zararlarını azaltır. Suyu saç dökülmesini ve kepeklenmeyi önler [32].

### **3.2.33. Gelincik (*Papaver Dubium L.*)**

BR46 (Ahlat) numaralı numune Gelincik (*Papaver Dubium L.*) türü bitki örneğidir. Gelincikgiller familyasının örnek bitkisidir. Öksürük ve öksürükten kaynaklanan gıcıklara karşı etkilidir. Nezle, bronşit ve soğuk algınlıklarında göğsü yumuşatıcı etki yapar. Balgam söktürücüdür. Sakinleştiricidir. Uykusuzluğa karşı etkili olur [37].

### **3.2.34. Pıtrak (*Arctium Minus*)**

BR48 (Güroymak) numaralı numune Pıtrak (*Arctium Minus*) türü bitki örneğidir. Gelincikgiller familyasının örnek bitkisidir. Kükürtlü polisakkarit içerir. Kanı temizleyici, yaraları iyileştirici, antibiyotik (mikropları öldürücü), antimikozit (mantarları yok edici), idrar söktürücü, terletici, hazmettirici, hafif müshil yapıcı, tonik, saçları kuvvetlendirici ve urları yok eder [32].

### **3.2.35. Taş Turşusu (*Rumex Angustifolus*)**

BR49 (Güroymak) numaralı numune Taş Turşusu (*Rumex Angustifolus*) türü bitki örneğidir. Güroymak'ta toplanmıştır. Toprak üstü kısımlarında, müsilaj, tanen, acı maddeler, anorganik tuzlar bulunmaktadır. İdrar söktürücüdür, şeker hastalığına faydalıdır ve yara tedavisinde kullanılır [37].

## **3.3. Bitki Örneklerinin Toplanması**

Bitlis ili ve ilçelerinde; toplanan 50 adet tıbbi ve aromatik bitki toplanma aşamasında ayrı ayrı poşetlere bırakıldı ve her bitki numunesi ile ilgili bilgiler (numune numarası, bitki adı, alındığı

yer vb.) etiketlere yazılarak poşetlerin üzerine yapıştırıldı. Daha sonra toplanmış olan bitkiler, uygun bir ortamda nemden arındırmak için kurutuldu.

### 3.4. Bitki Örneklerinin Analize Hazır Hale Getirilmesi

Bitlis ili ve ilçelerinde toplanmış ve kurutulmuş olan tıbbi ve aromatik bitkiler öncelikle tamamen nemden arındırılmak amacıyla alüminyum folyolara sarıldı, 80 °C'de etüv içerisinde yaklaşık 24 saat bekletildi ve sonra; 1 litrelik kavanozlar içerisine konularak, kapakları sıkıca kapatılarak hava ile teması önleni ve yaklaşık 30 gün boyunca radyoaktif dengenin sağlanması için bekletilmiştir (Şekil 3.3.) [53,54].

### 3.5. Radon Seviyesi Analizleri

Yaklaşık bir ay (30 gün) bekletilen bitki örnekleri, sürekli denge sağlandıktan sonra, 1cmx1cm kesilmiş ve önceden kodlanmış CR-39 detektörleri kavanozlara yerleştirilmiştir. Detektörler, 30 gün sonunda çıkarılarak ve Radosys cihazının (Şekil 3.4.) kazıma ünitesinde 90 °C sıcaklıkta 4,5 saat süreyle %25'lik NaOH çözeltisi içerisinde kazındıktan sonra 4 L saf suya 200 ml sirke eklenerek yaklaşık 20 dakika nötralizasyon işlemine tabi tutuldu.

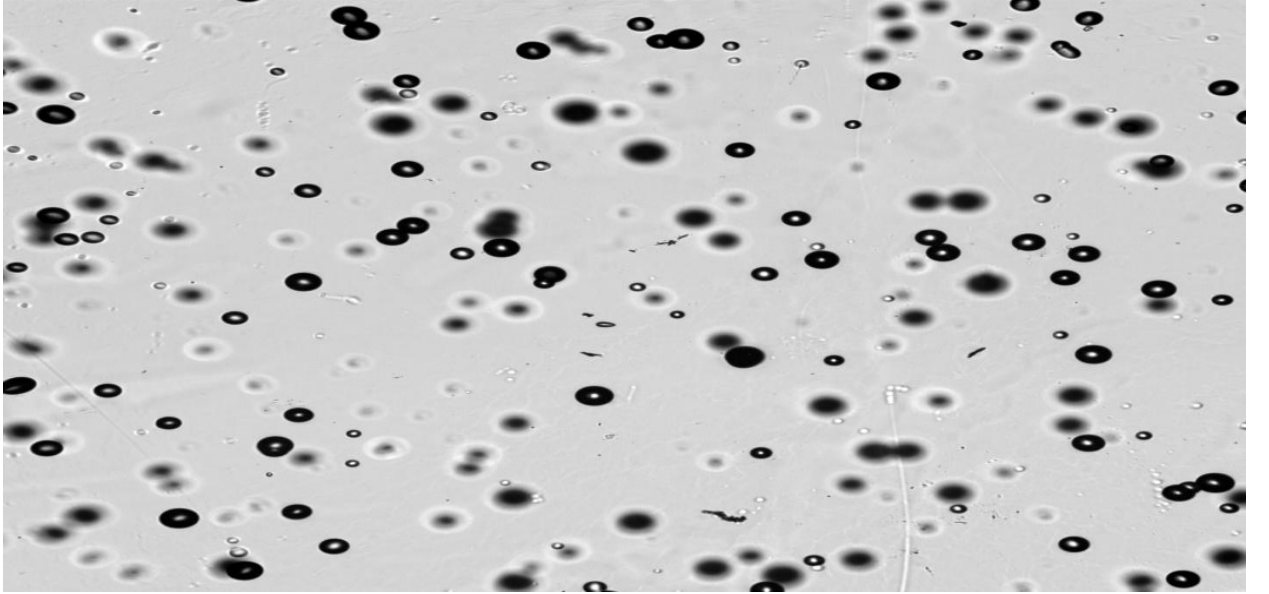


Şekil 3.3. Bitki numunelerinin, radyoaktif dengenin ve pozlanmanın olması için bekletilmesi.



Şekil 3.4. RADOSYS Radon algılama sistemi

Bu işlemden sonra, CR-39 detektörlerine 4 L saf su ile banyo işlemi yaptırılarak ve 12 saat dışarıda bekletilerek kurumaları sağlandı. Kuruyan detektörler sistemin mikroskop ünitesinde, her bir algılayıcı üzerinde farklı 9 bölge otomatik olarak seçilerek Radon gazından dolayı alfa parçacıklarının bırakmış olduğu izler (Şekil 3.5.) sayılmıştır [55].



Şekil 3.4. CR-39 katı hal iz detektörü ve alfa parçacıklarının izleri.

### 3.6. Radon Gazı Konsantrasyonunun Hesaplanması

Bitlis ili ve ilçelerinden alınan bitki numunelerinin Radon konsantrasyonu (3.1) denklemi kullanılarak yapılmıştır. Burada; R, (Bq/m<sup>3</sup>) birimi cinsinden Radon konsantrasyonu, D, İz yoğunluğu (iz/mm<sup>2</sup>), KF, CR-39 detektörünün kalibrasyon faktörü 44,47 (kBqh/m<sup>3</sup>)/(iz/saat) ve T algılayıcının Radona maruz kaldığı süredir (gün) [55].

$$R(\text{Bq/m}^3) = \frac{D \times \text{KF} \times 1000}{T} \quad (3.1)$$

#### 4. BULGULAR

Ülkemizde birçok bitki türü yetişmektedir. Bu çalışmada Bitlis ili ve ilçelerinden alınan olan 50 adet tıbbi ve aromatik bitkinin Radon konsantrasyonları belirlenmiştir ve bu veriler Tablo 4.1.'de verilmiştir.

Tablo 4.1. incelendiğinde; en yüksek radon konsantrasyonunun  $3460,25 \pm 53,81$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR47 (Sarı Civanperçemi-Adilcevaz Aygır Gölü) numaralı numunede, en düşük radon konsantrasyonunun  $255,70 \pm 14,63$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR13 (Madımak-Mutki) numaralı numunede olduğu görülmüştür.

**Tablo 4.1.** Bitlis'te yetişen 50 adet tıbbi ve aromatik bitkinin ölçülen <sup>222</sup>Rn konsantrasyon verileri.

Numune No	Radon Konsantrasyonu (Bq/m <sup>3</sup> )	Numune No	Radon Konsantrasyonu (Bq/m <sup>3</sup> )
BR1	686,97 ± 23,98	BR26	368,01 ± 17,55
BR2	541,26 ± 21,28	BR27	561,57 ± 21,68
BR3	571,13 ± 21,86	BR28	467,18 ± 19,77
BR4	498,25 ± 20,42	BR29	497,05 ± 20,40
BR5	532,90 ± 21,12	BR30	554,40 ± 21,54
BR6	554,41 ± 21,54	BR31	3291,78 ± 52,49
BR7	493,47 ± 20,32	BR32	437,31 ± 19,13
BR8	286,76 ± 15,49	BR33	350,09 ± 17,11
BR9	860,28 ± 26,83	BR34	373,98 ± 17,83
BR10	400,07 ± 20,04	BR35	568,74 ± 21,82
BR11	590,25 ± 22,22	BR36	258,09 ± 14,70
BR12	293,93 ± 21,14	BR37	320,22 ± 16,37
BR13	255,70 ± 14,63	BR38	3197,39 ± 51,73
BR14	372,79 ± 17,66	BR39	266,45 ± 14,93
BR15	997,67 ± 28,90	BR40	997,69 ± 28,90
BR16	578,30 ± 22,00	BR41	379,96 ± 17,83
BR17	357,26 ± 17,29	BR42	373,98 ± 17,69
BR18	390,71 ± 18,08	BR43	289,15 ± 15,56
BR19	320,22 ± 16,37	BR44	463,60 ± 19,70
BR20	695,39 ± 24,12	BR45	272,42 ± 15,10
BR21	833,99 ± 26,41	BR46	326,19 ± 16,52
BR22	446,87 ± 19,34	BR47	3460,25 ± 53,81
BR23	544,85 ± 21,35	BR48	368,01 ± 17,55
BR24	330,97 ± 16,61	BR49	309,46 ± 16,09
BR25	525,73 ± 20,10	BR50	338,14 ± 16,82

BR11 (Mutki), BR15 (Bitlis-Merkez), BR27 (Adilcevaz-Aygır Gölü), BR38 (Tatvan-Küçüksu Köyü), BR47 (Adilcevaz-Aygır Gölü) ve BR50 (Ahlat-Harabe Şehir) numaralı örnekler; Sarı Civanperçemi (*Achillea Biebersteinii Afan*) türü bitki örnekleridir ve bu örnekler arasında, en yüksek radon konsantrasyonunun  $3460,25 \pm 53,81$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR47 numaralı numunede, en düşük radon konsantrasyonunun  $338,14 \pm 16,82$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR50 numaralı numunede olduğu görülmüştür.

BR1 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) ve BR28 (Adilcevaz) numaralı örnekler; Ekşimen (*Rumex Scutatus*) türü bitki örnekleridir ve bu örnekler arasında, en yüksek radon konsantrasyonunun  $686,97 \pm 23,98$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR1 numaralı numunede olduğu görülmüştür.

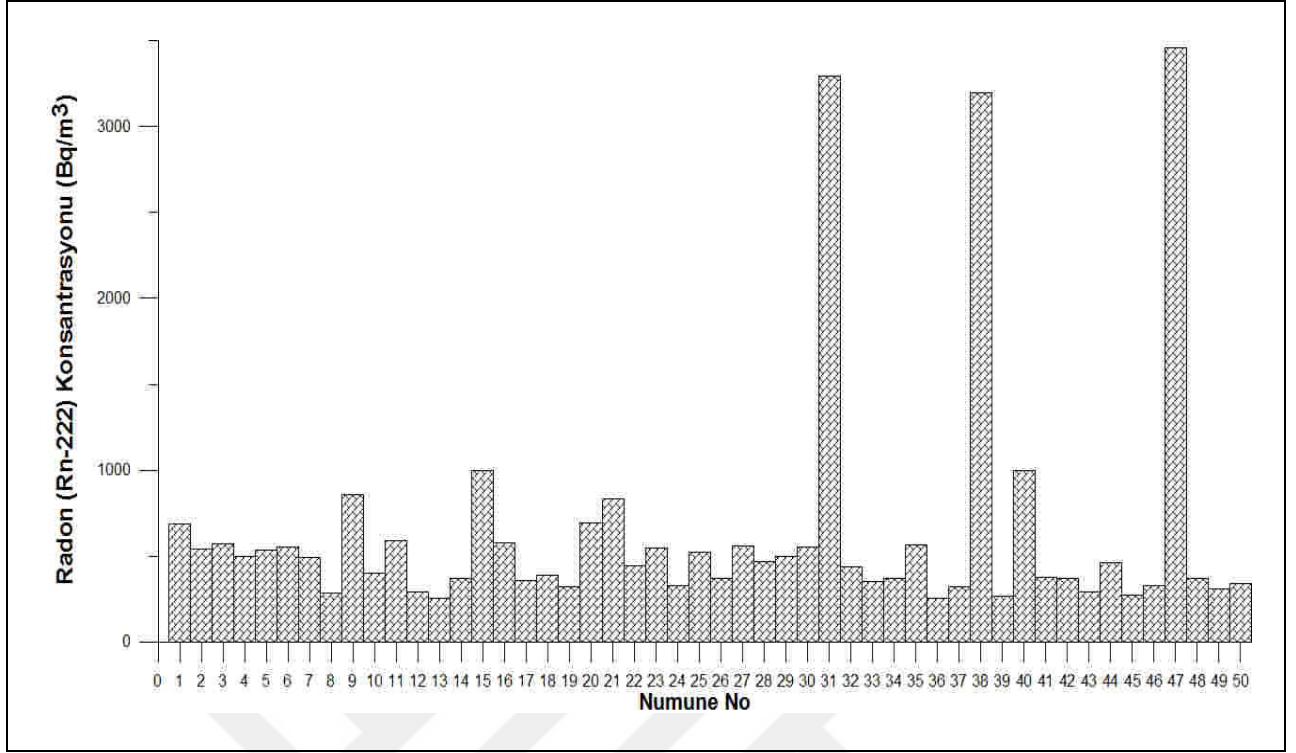
BR5 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) ve BR36 (Mutki) numaralı örnekler; Kenger (*Gundelia Tournefortii*) türü bitki örnekleridir ve bu örnekler arasında, en yüksek radon konsantrasyonunun  $532,90 \pm 21,12$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR5 numaralı numunede olduğu görülmüştür.

BR6 (Bitlis-Ağaç Köprü Köyü) ve BR35 (Mutki) numaralı örnekler; Kedi Nanesi (*Nepeta Nuda L.*) türü bitki örnekleridir ve bu örnekler arasında, en yüksek radon konsantrasyonunun  $568,74 \pm 21,82$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR35 numaralı numunede olduğu görülmüştür.

BR10 (Mutki), BR19 (Tatvan-Küçüksu Köyü), ve BR30 (Ahlat-Harabe Şehir) numaralı örnekler; Adaçayı (*Salvia SP*) türü bitki örnekleridir ve bu örnekler arasında, en yüksek radon konsantrasyonunun  $554,40 \pm 21,54$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR30 numaralı numunede, en düşük radon konsantrasyonunun  $320,22 \pm 16,37$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR19 numaralı numunede olduğu görülmüştür.

BR14 (Bitlis-Kampos Dağı), BR24 (Tatvan-Han Elmalı Köyü) ve BR43 (Tatvan-Han Elmalı Köyü) numaralı örnekler; Kekik (*Thymus Kotschyanus*) türü bitki örnekleridir ve bu örnekler arasında, en yüksek radon konsantrasyonunun  $372,79 \pm 17,66$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR14 numaralı numunede, en düşük radon konsantrasyonunun  $289,15 \pm 15,56$  Bq/m<sup>3</sup> değeri ile BR43 numaralı numunede olduğu görülmüştür.



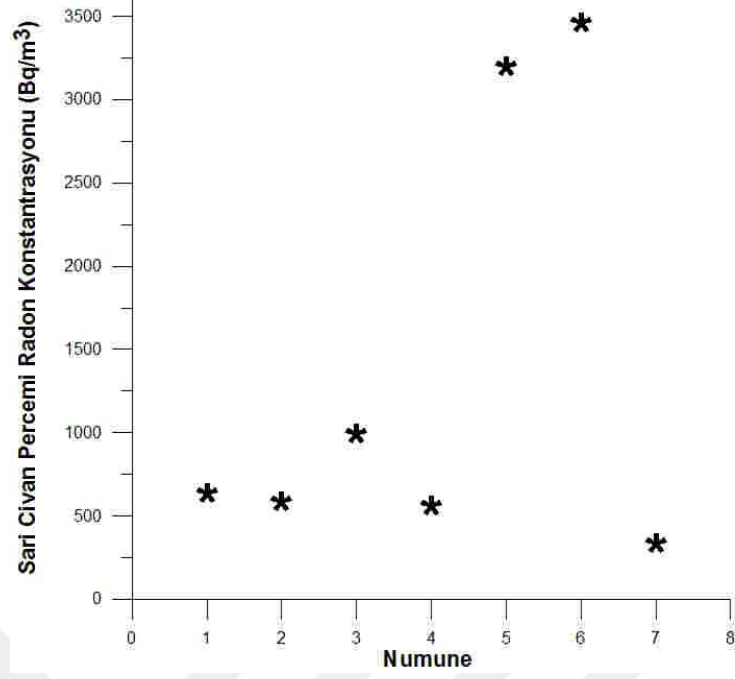


Şekil 4.1. Bitlis'te yetişen 50 adet tıbbi ve aromatik bitkinin ölçülen radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonları

BR16 (Güroymak) ve BR40 (Tatvan-Küçüksu Köyü) numaralı örnekler; Isırgan Otu (*Urtica*) türü bitki örnekleridir ve bu örnekler arasında, en yüksek radon konsantrasyonunun  $997,69 \pm 28,90 \text{ Bq/m}^3$  değeri ile BR40 numaralı numunede olduğu görülmüştür.

BR26 (Tatvan-Han Elmalı Köyü), BR39 (Tatvan-Küçüksu Köyü) ve BR44 (Tatvan-Han Elmalı Köyü) numaralı örnekler; Boz Otu (*Marrubium Parviflorum*) türü bitki örnekleridir ve bu örnekler arasında, en yüksek radon konsantrasyonunun  $463,60 \pm 19,70 \text{ Bq/m}^3$  değeri ile BR44 numaralı numunede, en düşük radon konsantrasyonunun  $266,45 \pm 14,93 \text{ Bq/m}^3$  değeri ile BR39 numaralı numunede olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, 50 adet tıbbi ve aromatik bitkinin radon konsantrasyonu değerlerinin ortalaması  $641,03 \pm 21,21 \text{ Bq/m}^3$  tür ve Şekil 9.1 incelendiğinde; BR31 (Kaf Pisik Otu-Ahlat), BR38 (Sarı Civanperçemi- Tatvan) ve BR47 (Sarı Civanperçemi- Adilcevaz) numaralı numunelerin radon konsantrasyonu değerleri, ortalama değer yaklaşık 5,17 katı daha fazla olduğu görülmektedir.



**Şekil 4.2.** Sarı Civanperçemi bitkisinin radon konsantrasyonlarının karşılaştırılması (1: 50 örneğin ortalama radon konsantrasyonu, 2: BR11, 3: BR15, 4: BR27, 5: BR38, 6: BR47 ve 7: BR50 numaralı bitki numunesinin radon konsantrasyonu )

Şekil 4.2. incelendiğinde; Sarı Civanperçemi bitkisinin farklı noktalarda toplanan örneklerinin hemen hemen hepsi, ortalama radon konsantrasyonu değerine yakın ya da daha yüksek olduğu görülmektedir.

## 5. SONUÇLAR

Ülkemizde birçok bitki türü yetişmektedir. Bu çalışmada Bitlis ili ve ilçelerinden alınan 50 adet tıbbi ve aromatik bitkinin Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerin Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonunun ortalama değeri  $641,03 \pm 21,21 \text{ Bq/m}^3$  olarak elde edilmiştir.

Meteorolojik (atmosfer basıncı, sıcaklık, nem ve yağış) ve jeolojik (toprak özellikleri, deprem, toprak kayması, volkanik yapı) özellikler, bir bölgenin radon konsantrasyonu değerini etkileyen başlıca faktörlerdir.

Bitkiler, iç kirlenme (toprak solüsyonlarındaki radyoaktif maddelerin bitki kökleri ile alınmasından doğan kirlenme) ve dış kirlenme (diğer bitki yüzeyleri veya kökleri üzerindeki iyon değişiminden meydana gelen reaksiyonlar sonucunda oluşan kirlenme) ile radyoizotoplar tarafından radyoaktif olarak kirlenmeye maruz kalırlar [7]. Ortam havasında bulunan radon kimyasal olarak pasif bir gazdır. Uranyum zincirindeki radonun bozunmasıyla, oluşan radon ürünleri  $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$  radyasyonu yayımlayarak kararlı olan  $^{206}\text{Pb}$  ya kadar bozunur. Kimyasal bakımdan aktif olan radon ürünleri havadaki toz zerreciklerine yapışma eğilimindedir [56]. Yeraltı suları geçtikleri kayalardaki radyoaktif maddeleri çözündürerek radyoaktif özellik kazanır. Yeraltı sularında rastlanan belli başlı radyoaktif elementler  $^{40}\text{K}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{235}\text{Th}$ ,  $^{235}\text{U}$  ve  $^{238}\text{U}$  dir. Ayrıca  $^{238}\text{U}$ 'in bozunması sonucunda ortaya çıkan  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{222}\text{Rn}$  (Radon) yer altı sularında bulunmaktadır [57]. Özetle; bitkinin yetiştiği ortam (toprak, su ve hava) bitkinin bünyesinde bulunan radyoaktivite seviyesini doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada, Bitlis ve ilçelerinin meteorolojik ve jeolojik özelliklerinin radon ile ilişkisi ayrı ayrı incelenemediğinden genel olarak her bir faktörün büyük ölçüde; bitki örneklerinde radon değerinin yüksek çıkmasına neden olduğunu kabul edeceğiz.

Ayrıca, bitkilerde Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonunun mevcut olması; havada ki radyoizotopların yağmur damllarına ve toz taneciklerine yapışarak bitki yaprak ve gövdeleri üzerinden emilmesi ve toprağın yapısında bulunan radyoizotoplar ve bazı yer altı sularının kökler tarafından emilimi ile bitkinin yapısına geçmesi ile olabilir.

Bitlis ili ve ilçelerinin genel jeolojisi; asidik karakterli magma çıkışları granit, granitik gnayslar, andezitler, dasitler ile bazik karakterli bazaltik lavlardan oluşmaktadır [28]. Doğada,  $^{222}\text{Rn}$  yer katmanlarında ve uranyum kaynaklarında bulunur. Radonun doğal kaynağı olarak bilinen toprak ve kayalar, yüksek seviyelerde uranyum içerirler. Uranyum; granit, fosfat, şeyl ve zift gibi yapılarda bol miktarda bulunur [58]. Bu nedenle; kullanılan tıbbi ve aromatik bitkilerin ölçülen Radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonlarının yüksek çıkmasında en önemli faktörün, bölgenin jeolojik yapısı olduğu söylenebilir. Bitlis ili ve ilçelerinde toplanan bitki numunelerinden  $3291,78 \pm 52,49 \text{ Bq/m}^3$  radon konsantrasyonuna sahip BR31 nolu ve  $3460,25 \pm 53,81 \text{ Bq/m}^3$  radon konsantrasyonuna sahip olan BR47 nolu bitki numunelerinin toplandığı yerler jeolojik yapı bakımından volkanik yapıda olması bunu desteklemektedir. Genel olarak Bitlis jeolojisi incelendiğinde radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonunun yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur.

Farklı noktalarda toplanan aynı tür bitkilerin, radon konsantrasyonlarının birbirinden çok farklı olması; yine bitkinin yetiştiği ortamdan oldukça fazla etkilendiğini ve bünyesinde bulunan radon seviyesinin kaynağının büyük ölçüde yetiştiği ortam olduğunu göstermektedir. Ancak hangi faktörden (toprak, su, hava, meteorolojik faktörler) ne kadar etkilendiği, ayrıntılı farklı bir çalışma ile belirlenebilir.

Yeryüzüne çıkan toprak gazının ihtiva ettiği radon miktarı, (aktif fay hatları boyunca dolaşan ve derin kuyulardan elde edilen) yeraltı sularında olduğu kadar önemli deprem habercilerinden biridir [59]. Bununla beraber fay hatları yeryüzüne sıvı taşınmasında öncelikli geçiş yolları sunarlar. Taşınmaları esnasında gazlar (radon, metan, helyum vd.) kayalardan ve minerallerden çevredeki sıvılara örneğin yer altı sularına ve havaya, son olarak atmosfere sızarlar. Yer altı suyundaki yüksek radon konsantrasyonu faylarla ilgilidir [2]. Bu çalışmada, Bitlis ili ve ilçelerinden alınan tıbbi ve aromatik bitkilerin radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonlarının yüksek olmasının başka bir nedeni olarak; Bitlis ve ilçelerinin fay hattı üzerinde olması (Şekil 3.2.) ve bu fay hatları aracılığı ile yeraltı sularına ve atmosfere sızan radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) gazının çeşitli yollarla bitkilerin yapısına geçmesi düşünülebilir.

Radon ve ürünleri, havadaki toz ve diğer parçacıklarla taşınır. Vücuda, sindirim ya da solunum yoluyla girebilir. Solunum ile alınan parçacıklar, akciğer ve üst solunum yolu organlarına yerleşirler. Bunun sonucunda, iyonlaştırıcı radyasyon yayarak kararlı hale dönüşene kadar bozunur ve akciğer kanserine yol açabilir [4]. Bu durumun aksine; bu çalışmada, Bitlis ili ve

ilçelerinden alınan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin radon ( $^{222}\text{Rn}$ ) konsantrasyonları yüksek olan bitkilerin bazı hastalıkların tedavisinde kullanılması kısmen de olsa radonun iyileştirici etkisi olduğunu düşündürebilir. Bu düşüncenin kesinliği, başka ayrıntılı çalışmalar (bitkinin sahip olduğu radon konsantrasyonunun dışında başka faktörlerden soyutlanmasını sağlayan) sonucunda belirlenebilir.

Uluslararası Atom Enerji Ajansı Temel Güvenlik Standartları (IAEA-BSS) çerçevesinde, radon için tavsiye edilen düzeyler  $200\text{-}600\text{ Bq/m}^3$  olarak ve Türkiye'de ise  $400\text{ Bq/m}^3$  'tür [19]. Bu çalışmada elde edilen radon konsantrasyonlarının ortalaması ( $641,03 \pm 21,21\text{ Bq/m}^3$ ); belirlenen standart değerlerin üzerindedir. Bu durumun, Bitlis ili ve ilçelerinin jeolojik yapısından kaynaklanmış olacağı ifade edilebilir.



## KAYNAKLAR

- [1] Kalyoncuoglu ÜY, Anadolu NC, Baykul A, Erek Y, 2010. Isparta Şehir Merkezi Yüzey Toprağındaki Radyoaktivite Düzeyi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14(1), 111-119.
- [2] Şahin S, 2009. Sivrice Fay Zonundaki Radon Değişimi ve Doğal Radyoaktivite, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [3] Planinic J, Faj D, Vukovic B, Faj Z, Radolic V, Suveljak B, 2002. Radon Exposure and Lungcancer Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 256 (2): 349-352.
- [4] Duport P, 2002. "Radiation Protection Dosimetry", 98: 329-338.
- [5] Vural, SM, 2004. Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Değerlier M, 2007. Adana İli Ve Çevresinin Çevresel Doğal Radyoaktivitesinin Saptanması ve Doğal Radyasyonların Yıllık Etkin Doz Eşdeğerinin Bulunması, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [7] Şahin S, 2004. Şifalı Bitkilerde Toplam Alfa ve Toplam Beta Radyoaktivitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [8] Özalpan A, 1980. Radyobioloji, İstanbul Üniversitesi Yayını, Fen Fakültesi Basımevi, İstanbul.
- [9] Demir M, 2000. Nükleer Tıp Fiziği, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, İstanbul.
- [10] <http://www.bnl.gov/esd/99ser/appc> (Erişim tarihi: 18.03.2006).

- [11] <http://www.radioactivitewaste.gov.au/PDF/factsheets/fact1> (Erişim tarihi: 03.03.2006).
- [12] Knoll GF, 1979. Radiation Detection and Measurement, Wiley and Sons, New York.
- [13] <http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/184-radyasyon-insan-ve-cevre/radyasyonla-birlikte-yasiyoruz.html> (Erişim tarihi: 14.02.2016).
- [14] UNSCEAR 2000. Report, United Nations Scientific Committee on The Effects of Atomic Radiation Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiations, NewYork.
- [15] Atam P. ARYA, Çeviren: şahin Y, 1999. Çekirdek Fiziğinin Esasları, Aktif Yayıncılık, Erzurum, Bölüm III, s: 53-80.
- [16] Akkor H, 2012. Iaea'nın Trs 277 ve Trs 398 Protokollerine Göre Farklı Enerjiler İçin Soğrulan Doz Değerlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [17] Kılıç Ö, 2015. Bitlis Kaynak Sularında Radon Seviyelerinin Belirlenmesi, Ders semineri, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis.
- [18] Bozkurt A, Nükleer Fizik II, Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, şanlıurfa. <http://ahmetbozkurt69.wordpress.com/dersler/> (Erişim tarihi: 03.04.2016).
- [19] Çelebi N, 2008. Radon Measurements in Turkey (TAEK), Uluslararası Katılımlı Tıbbi Jeoloji Sempozyumu Kitabı (Editör: Dr. Eşref Atabey), ISBN: 978-975-7946-33-5, s: 69-72.
- [20] Desideri, D, Meli MA, Roselli C, 2010. Natural and Artificial Radioactivity Determination of Some Medicinal Plants, Journal of Environmental Radioactivity, 101:751-756.
- [21] Sussa, FV, Damatto SR, Alencar MM, Mazzilli BP, Silva, Paulo SC, 2013. Natural Radioactivity Determination in Samples of Peperomia Pellucida Commonly Used as a

- Medicinal Herb, Journal of Environmental Radioactivity 116:148-151.
- [22] Çevik U, Çelik N, Çelik, A, Damla N, Coskuncelebi K, 2009. Radioactivity and Heavy Metal Levels in Hazelnut Growing in The Eastern Black Sea Region of Turkey. Food and Chemical Toxicology, 47: 2351-2355.
- [23] Görür FK, Keser R, Akçay N, Dizman S, Okumuşoğlu NT, 2011. Radionuclides and Heavy Metal Sconcentrations in Turkish Market Tea. Food Control 22: 2065-2070.
- [24] Desideri D, Meli MA, Roselli C, Feduzi L, 2011. Alpha and Gamma Spectrometry for Determination of Naturaland Artificial Radionuclides in Tea, Herbaltea and Camomile Marketed in Italy, Micro Chemical Journal, 98: 170-175.
- [25] Karadeniz Ö, Yaprak G, 2007. Distribution of Radiocesium and Natural Gamma Emitters in Pine needles in Coniferious for estsites of Izmir. Applied Radiation and Isotopes, 65: 1363-1367.
- [26] Duffy S, Simon SL, Whicker FW, 1999. <sup>137</sup>Cs Contamination of Plantsused For Traditional Medicine and İmplications for Human Exposure. Journal of Environmental Radioactivity, 46: 27-44.
- [27] Gür H, Yıldırım Sönmez F, Ay M, 2012. Bitlis İli Çevre Durum Raporu, T.C. Bitlis Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Bitlis.
- [28] <http://www.mta.gov.tr/v2.0/bolgeler/van/index.php?id=bitlis> (Erişim tarihi: 30.03.2015).
- [29] Işık E, Aydın MC, Bakış A, Özlük MH, 2012. Bitlis ve Civarındaki Faylar ve Bölgenin Depremselliği, Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 1(2), 153-169.
- [30] Tabban A, 2000. Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları:56, Ankara, s.108-110.
- [31] <http://www.tabiat.net/kuzu-kulagin-in-faydalari.html> (Erişim tarihi: 03.04.2016).



- [32] <http://www.saglikaktuel.com/bitki-ansiklopedisi> (Erişim tarihi 03.04.2016).
- [33] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Nepeta> (Erişim tarihi: 26.04.2016).
- [34] [http://www.dizdarbaharat.com.tr/bilgi\\_ayrinti.asp?prodID](http://www.dizdarbaharat.com.tr/bilgi_ayrinti.asp?prodID) (Erişim tarihi: 08.05.2016).
- [35] <http://www.bilginkadin.com/bitki> (Erişim tarihi: 03.04.2016).
- [36] <http://www.1organik.com/kenger-faydalari> (Erişim tarihi:08.05.2016).
- [37] <http://www.ebitki.com> (Erişim tarihi: 23.04.2016).
- [38] <http://www.rizegazete.com/haber.php>. (Erişim tarihi: 03.04.2016).
- [39] <http://www.sifalibitkilyurdu.com/feslegen> (Erişim tarihi: 28.04.2016).
- [40] <http://www.bitkisininfaydalari.com/bitkiler/madimak> (Erişim tarihi: 03.04.2016).
- [41] <http://www.bitkicaylarininfaydalari.com/civanpercemi> (Erişim tarihi: 08.05.2016).
- [42] <http://www.bilgiustam.com/kalp-dostu> (Erişim tarihi:08.05.2016).
- [43] <http://www.sifalibitkitedavisi.com/civanpercemi> (Erişim tarihi:08.05.2016).
- [44] <http://www.civanpercemi.gen.tr/> (Erişim tarihi:08.05.2016).
- [45] <http://www.dogalhekim.com/adacayinin-faydalari> (Erişim tarihi:08.05.2016).
- [46] <http://www.sifalibitkitedavisi.com/kekik-faydalari-nelerdir.html>(Erişim tarihi:08.05.2016).
- [47] Özay GS, 2013. Bazı Vincetoxicum N.M. Wolf (Asclepiadaceae) Türleri Üzerinde Farmakognozik Araştırmalar, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

- [48] <http://sagligimicin.com/forum/konular/boz-otu-bitkisinin-6015> (Erişim tarihi: 03.04.2016).
- [49] <http://www.agaclar.net/forum/akdeniz-bolgei/5000.htm> (Erişim tarihi: 16.05.2016).
- [50] <http://kadin-yasam-saglik.blogspot.com.tr/2014/05/it-sinekleri> (Erişim tarihi:08.05.2016).
- [51] <http://www.agac.gen.tr/igde-agaci.html> (Erişim tarihi: 03.04.2016).
- [52] <http://www.sifalibitkileriniz.com/sifali-bitkiler> (Erişim tarihi: 03.04.2016).
- [53] İncefidan S, 2005. Gama Işını ve X-Işını Spektroskopiyle Sularda Radyoizotop Tayin Etmenin Basit Metotları, Yüksek Lisans Tezi, Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- [54] Çelik Ö, Atak Ç, Suludere Z, 2014. Response of Soybean Plants to Gamma Radiation: Bio Chemical Analyses and Expression Patterns of Trichome Development, Plant Omics Journal, 7(5): 82-391.
- [55] Radosys user manuel RS\_Man81, Hungary, 2011.
- [56] UNSCEAR, 1988. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on The Effects of Atomic Radiation, Report to the General Assembly, United Nations, New York.
- [57] Kumbur H, Zeren O, 1997. İçel'de Evlerde Radon Düzeylerinin Araştırılması, Ekoloji 25: 25-31.
- [58] Tanner AB, 1964. Physical and Chemical Control on Distribution of Radium-226 and Radon-222 in Ground Water near Great Salt Lake, Utah, in The Natural Radiation Environment, edited by J. A. S. Adams and W. M. Lowder, University of Chicago Pres, Chicago, pp. 253-276.
- [59] Planinić J, Vuković B, Radolić V, 2004. Radon Time Variations and Deterministic Chaos, Journal of Environmental Radioactivity, 75: 35-45.

## ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Van'ın Çatak ilçesinde doğdu. İlköğretimi Van Mimar Sinan İlköğretim Okulu'nda ve liseyi ise Özen Adalı Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2007 yılında kazandığı Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldu. 2014 yılında Ağrı İbrahim Çeçen üniversitesinde pedagojik formasyon eğimi aldı. Daha sonra 2014 yılının eylül ayında Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı'nda Nükleer Fizik programında yüksek lisansa başladı ve Eylül 2016'da yüksek lisansını tamamladı. Yabancı dili İngilizcedir.

Önder KILIÇ