

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

**FİZİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİTLİS'TE YETİŞEN BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERDE RADYOİZOTOP
AKTİVİTE KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ**

Fikriye GÖNÜLTAŞ

EYLÜL-2016

**FİZİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİTLİS'TE YETİŞEN BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERDE RADYOİZOTOP
AKTİVİTE KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Fikriye GÖNÜLTAŞ**

**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)

Fikriye Gönültaş tarafından hazırlanan “**Bitlis’te Yetişen Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkilerde Radyoizotop Aktivite Konsantrasyonlarının 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

M. Doğru

Sultan Şahin Bal

Özlem Selçuk Zorer

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun **28.09.2016** gün ve **26/04** Sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Cihan Aydın
Doç. Dr. Cihan AYDIN
Enstitüsü Müdürü



ÖZET

BİTLİS’TE YETİŞEN BAZI TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLERDE RADYOİZOTOP AKTİVİTE KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

Fikriye GÖNÜLTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Sultan ŞAHİN BAL

Eylül 2016, 40 sayfa

Gıdalarda radyoaktivite seviyesinin belirlenmesi, insan sağlığının korunması için oldukça önemlidir. Tıbbi ve aromatik bitkiler; tedavi olmak, hızlıca iyileşebilmek, yemeklere aroma katmak amacıyla ve çay olarak tüketilir. Türkiye’de şifalı bitkilerde radyoaktivite seviyesinin belirlenmesi ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Bitlis’te yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin bünyesinde doğal olarak bulunan radyoizotop konsantrasyonlarının seviyeleri tespit edilmiştir. Bu bitkilerde, ^{226}Ra aktivite konsantrasyon seviyesinin $12,45 \pm 2,53$ ile $89,23 \pm 4,90$ Bq/kg arasında, ^{232}Th aktivite konsantrasyon seviyesinin $23,10 \pm 4,42$ ile $119,19 \pm 7,08$ Bq/kg arasında ve ^{40}K aktivite konsantrasyon seviyesinin ise $7,14 \pm 4,64$ ile $665,81 \pm 8,79$ Bq/kg arasında değiştiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi ve aromatik bitkiler, radyoaktivite, radyo- izotop

ABSTRACT

DETERMINATION OF RADIOISOTOPE ACTIVITY CONCENTRATIONS IN SOME MEDICAL AND AROMATIC PLANTS GROWING IN BİTLİS

Fikriye GÖNÜLTAŞ

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Physics

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Sultan ŞAHİN BAL

September 2016, 40 Pages

Determination of the levels of radioactivity in food is very important for the protection of human health. Medicinal and aromatic plants are consumed as tea, in order to treat, to heal quickly, to give aroma to food. Related of the determination of levels of radioactivity in medicinal plants in Turkey have not been made too much work. In this study, the level of radioisotope activity concentrations naturally found in some medical and aromatic plants growing in Bitlis were determined. In these plants, it is seen that the levels of ^{226}Ra radioisotope activity concentration between 12.45 ± 2.53 Bq/kg and 89.23 ± 4.90 Bq/kg, the levels of ^{232}Th activity concentration between 23.10 ± 4.42 and 119.19 ± 7.08 Bq/kg, the levels of ^{40}K radioisotope activity concentration between 7.14 ± 4.64 and 665.81 ± 8.79 Bq/kg are change.

Keywords : Medical and aromatic plants, radioactivity, radioisotope

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 teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarımız esnasında bana yardımcı olan Bitlis Eren Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Uzmanı Sayın Ercan ERCAN'a, çalıőmalarımız esnasında bana yardımcı olan Nükleer Fizik programında yüksek lisans ęrencisi olan arkadaőım Sayın nder KILIÇ'a ve BEBAP 2014.06 numaralı projenin araştırma grubunda bulunan herkese çok teşekkür ederim.

Yaőamım boyunca her türlü desteęini benden esirgemeyen sevgili aileme ve tez döneminde destek veren sevgili eőime sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	xi
SİMGELER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Radyoaktivite ve Radyasyon	2
1.1.1. Alfa (α) parçacığı yayımı	2
1.1.2. Beta (β) parçacığı yayımı.....	2
1.1.3. Gama (γ) ışını yayımı	3
1.1.4. Gama Işını ve Madde İle Etkileşimi	3
1.1.4.1. Fotoelektrik Soğurma.....	4
1.1.4.2. Compton Saçılması	4
1.1.4.3. Çift Oluşumu	5
1.2. Detektörler	6
1.2.1. Sintilasyon Detektörleri	6
1.2.2. Yarı İletken Detektörler	7
1.2.2.1. n ve p Tipi Yarı İletkenler	8
1.2.2.2. Ge (Li) Detektörleri.....	9
1.2.2.3. Yüksek Safılıktaki Germanyum Detektörleri (HPGe)	10
1.2.2.4. HPGe Koaksiyal Detektörler.....	10
1.2.3. Çok Bölümlü Gama Detektör Toplulukları	11
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14

3.1. Bitlis Genel Jeolojisi.....	14
3.2. Bitlis İli Coğrafiik Özellikleri	14
3.2.1. Bitlis İlçelerinin Coğrafiik Özellikleri	14
3.2.1.1. Adilcevaz.....	14
3.2.1.2. Güroymak.....	16
3.2.1.3. Ahlat.....	16
3.2.1.4. Tatvan.....	16
3.2.1.5. Hizan	16
3.2.1.6. Mutki	16
3.3. Bitkilerin Genel Özellikleri	16
3.3.1. Ekşimen (Rumex Scutatus).....	17
3.3.2. Nezle Otu (Nepeta İtalyca L.).....	17
3.3.3. Dalak Otu (Teucrium Chamedrys)	17
3.3.4.Kızıl Pisik Otu (Nepeta Transcaucasii).....	17
3.3.5. Kenger (Gundelia Tournefortii).....	17
3.3.6. Kedi Nanesi (Nepeta).....	18
3.3.7. Mantuvar (Helichrysm Plicatum).....	18
3.3.8. Yabani Fesleğen (Clinopodium Vulgare)	18
3.3.9. Öksürük Otu (Tussilago farfara).....	18
3.3.10. Adaçayı (Salvia SP).....	19
3.3.11. Sarı Civanperçemi (Achillea Biebersteinii Afan).....	19
3.3.12. Köpek Papatyası (Anthemis Cotula L.)	19
3.3.13. Madımak (Polygonum Cognatum)	19
3.3.14. Kekik (Thymus Kotschyanus)	20
3.3.15. Isırgan Otu (Urtica).....	20
3.3.16 Labada (Rumex Crispus)	20
3.3.17. Yavşan Otu (Artemisia Austriaca).....	21

3.3.18. Papatya (<i>Anthemis Wiede Manniana</i>)	21
3.3.19 Alakötürüm (<i>Centaurea urvillei</i>).....	21
3.3.20. Zilasur (<i>Vincetoxicum</i>).....	21
3.3.21. Ölmez Çiçek (<i>Helichrysm Arenorium</i>).....	22
3.3.22. Alıç (<i>Crataegus Aronia</i>).....	22
3.3.23. Boz Otu (<i>Marrubiu parviflorum</i>)	22
3.3.24. Duvar Fesleğeni (<i>Parietaria Officinalis</i>)	22
3.3.25. Kaf Pisik Otu (<i>Nepata Transcaucasica</i>)	23
3.3.26. Ebe Gümece (<i>Malva Sylvestris</i>).....	23
3.3.27. İğde (<i>Elaeagnus</i>)	23
3.3.28. Mercanköşk (<i>Origanum Vulgare L.</i>)	23
3.3.29. Meşe Şablası (<i>Salvia Trichoclada Benth</i>).....	23
3.3.30. Deve Dikeni (<i>Carduus Nutans</i>).....	23
3.3.31. Şirker (Sütleğen) (<i>Euphorbia Cherdenia</i>)	24
3.3.32. Yabani Tere (<i>Cardaria Draba</i>)	24
3.3.33. Gelincik (<i>Papaver Dubium L.</i>).....	24
3.3.34. Pıtrak (<i>Arctium Minus</i>).....	24
3.3.35. Taş Turşusu (<i>Rumex Angustifolus</i>).....	25
3.4. Bitki Numunelerinin Alınması.....	25
3.5. Numunelerin Sayıma Hazır Hale Getirilmesi	25
3.6. Numunelerin Sayımında Kullanılan Radyasyon Algılama Sistemleri	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin Radyoizotop Konsantrasyonları.....	27
4.2. Radyoizotop Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması	30
4.3. Bitkilerin Yetiştigi Noktalara Göre Karşılaştırılması	31
5. SONUÇLAR	36

KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	40



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Fotoelektrik Olay, Compton Olayı ve Çift Oluşumu Bölgeleri.	4
Şekil 1.2. Compton Saçılmasının Gösterimi	5
Şekil 1.3. Çift Oluşumunun Şematik Diyagramı.	5
Şekil 1.4. NaI Sintilatör Detektörünün Gösterimi	6
Şekil 1.5. İletken, Yarı İletken ve Yalıtkan Maddelerin Enerji-Band Seviyeleri Gösterimi.	7
Şekil 1.6. İleri ve Ters Besleme Sonucu P ve N Ekleminde Oluşan Tüketim Bölgelerinin Gösterimi	9
Şekil 3.1. Bitlis Jeolojik Haritası	15
Şekil 3.2. NaI(Tl)ktöründen elde edilen spektrum.....	26
Şekil 4.1. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ²²⁶ Ra Aktivite Konsantrasyonları.	29
Şekil 4.2. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ²³² Th Aktivite Konsantrasyonları.....	29
Şekil 4.3. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ⁴⁰ K Aktivite Konsantrasyonları.....	30
Şekil 4.4. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ²²⁶ Ra, ²³² Th ve ⁴⁰ K Radyoizotop Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması.....	31

TABLolar DİZİNİ

TABLO

Sayfa

Tablo 4.1. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K Aktivite Konsantrasyonları	29
Tablo 4.2. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K Aktivite Konsantrasyonları	30



SİMGELER DİZİNİ

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

KISALTMALAR DİZİNİ

ASA	Algılama Sınırının Altında
NORM	Tabiattaki Doğal Radyoaktif Maddeler
BEBAP	Bitlis Eren Üniversitesi Bitki Araştırma Projesi



1. GİRİŞ

Canlı varlıklar, doğal olarak mevcut olan iyonize radyasyonlarla sürekli etkileşim içerisindeyler. Yeryüzünde radyoaktif maddelerin varlığı, insanın üç farklı yol ile radyasyona maruz kalmasına yol açmaktadır. Bunlar; solunum yoluyla akciğere alınan radyo-çekirdekler, vücut dışında doğal ortamdan gelen radyasyonlar ve radyoaktif madde içeren yiyeceklerin sindirimi neticesinde vücudun radyasyona maruz kalmasıdır [1].

Absorplanmış dozun etkisi, radyasyona maruz kalan bölge ve radyasyon türü ile değişir. Genel olarak kullanılan birim Sieverttir. Doğal radyasyon yolu ile alınan ortalama yıllık etkin doz 2,4 mSv civarında ve bazı ülkelerde bu miktar 10 mSv'in üzerindedir [2].

Her zaman maruz kalınan doğal radyasyonların temel seviye aktiviteleri bölgenin jeolojik ve coğrafi yapısına bağlı olarak değişiklik gösterir. Toprakta var olan radyoizotoplar, toprakla devamlı temas halinde olan sular içerisinde çözünebilmekte ve sularda doğal temel seviye radyasyonunu meydana getirmektedir.

Çevresel radyoaktivitenin, kaynakları karasal ve kozmik kaynaklı olmak üzere iki gruba ayrılır ve tabiattaki doğal radyoaktif maddeler (NORM) olarak adlandırılır [3].

Doğal kaynaklardan, dahili ve harici olmak üzere iki şekilde radyasyon dozuna maruz kalınır. Dahili, karasal radyonüklitlerin vücut içerisine solunma ve yeme yolu ile alınmasından meydana gelir. Solunma ile maruz kalmaya en büyük katkıyı, radonun kısa yarı ömürlü bozunma ürünleri sağlar. Yeme ile maruz kalınan dozun kaynağı, çoğunlukla yiyeceklerde ve içme sularındaki ^{238}U ve ^{232}Th serisi radyonüklitleri ve ^{40}K radyonüklitidir [4].

Tıbbi bitkiler, kültürel olarak yüzyıllardır hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Son yıllarda, tıbbi bitkilerin çeşitliliği ve ilaç üretiminde geniş bir potansiyele sahip olması sebebiyle; kapsamlı çalışmaların yapılmasına sebep olmuştur. Hastalıkların tedavisi için geleneksel bitkisel ilaçların kullanımı, bu bitkilerin radyolojik analizlerini oldukça önemli kılar [5].

Bu çalışmada, Bitlis ili ve ilçelerinde yetişen ve genelde halk tarafından tedavi olmak ve hızlıca iyileşebilmek için ilaçlara alternatif olarak kullanılan, ayrıca yemeklere aroma katmak için baharat ve çay şeklinde tüketilen bitkilerde radyolojik analiz yapılmış ve bitkilerin bünyesinde doğal olarak bulunan radyoizotop seviyeleri tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın, bitki örneklerinin toplanma aşaması BEBAP tarafından desteklenmiştir.

1.1. Radyoaktivite ve Radyasyon

Bazı atom çekirdeklerinin kararsız yapıları nedeniyle kendiliklerinden parçalanarak bazı parçacıklar veya ışınlar yayması özelliğine **radyoaktivite** denir.

Radyoaktif çekirdeklerin mutlak sayısını bilmekten ziyade saniyede parçalanmış parçacık sayısını bilmek daha önemlidir. Bu nedenle radyoaktivite birimi olarak, birim zamandaki parçalanma sayısı alınır. Radyoaktivitenin birimi Curie'dir. Curie (Ci); 1 gram radyum ile dengede bulunan radonun aktivite miktarı olarak belirlenmiştir. Radyoaktif atomların çekirdekleri kararlı hale gelmek için; alfa, beta parçacığı ve gama ışını yayımı yapar.

1.1.1. Alfa (α) parçacığı yayımı

Hem proton hem de nötron fazlalığından ileri gelen kararsızlık, çekirdeğin iki proton ve iki nötrondan oluşan bir alfa parçacığı yayımlayarak bozunması ile giderilmeye çalışılır. Böylece çekirdeğin atom numarası 2, kütle sayısı ise 4 azalır. Alfa parçacığı, He çekirdeğidir. Proton ve nötron sayıları ayrı ayrı korunur ve toplam enerji de korunmalıdır. α ışınını yapan atom helyum çekirdekleri fırlatır. Çekirdekleri pozitif yüklü olduğundan elektrik ve manyetik alanda sapma gösterirler.

1.1.2. Beta (β) parçacığı yayımı

Kararsız çekirdeğin yapısındaki nötron fazlalığından ileri gelir. Çekirdek, yapısındaki bu enerji fazlalığını gidermek için, nötronlarından birisini proton haline dönüştürür ve bu arada dışarıya elektron ve nötrino salar. Dışarıya atılan elektron beta parçacığı olarak isimlendirilir. Beta negatif yüklü tanecikler olduğundan elektrik ve manyetik alanda sapma gösterirler.

1.1.3. Gama (γ) ışını yayımı

Gama ışınları kısa dalga boylu elektromanyetik radyasyonlardır. Gama yayımı, alfa veya beta yayımını takiben türev çekirdek tarafından yapılır. Gama ışınları yüksüz olduklarından elektrik ve manyetik alanda sapmaz ve elektromanyetik dalgaların bütün özelliklerini gösterirler. Aslında gama ışınları, çok kısa dalga boylu X- ışınlarıdır.

Gama ışınması tek başına meydana gelmez. Diğer radyoaktif ışınların ardından meydana gelir. Radyoaktif ışınma sonucu oluşan yeni çekirdek, üzerindeki fazla enerjiyi γ ışınması şeklinde dışarı vererek daha düşük enerjili yani kararlı duruma geçer.

1.1.4. Gama Işını ve Madde İle Etkileşimi

Elektromanyetik spektrumda, gama ışınlarının dalga boyu 0,1 Angströmden başlar ve daha kısa dalga boylarına sahip olabilir. Gama ışınları; radyoaktif bozulmaya uğrayan çekirdeklerin fazla enerjilerini yayınlamaları ve yok olma olayı sonucunda, uyarılmış halde olan çekirdeklerin taban durumuna geçmesi sırasında, elektronların ani hızlandırılması ve durdurulması sonucunda yayınlanırlar.

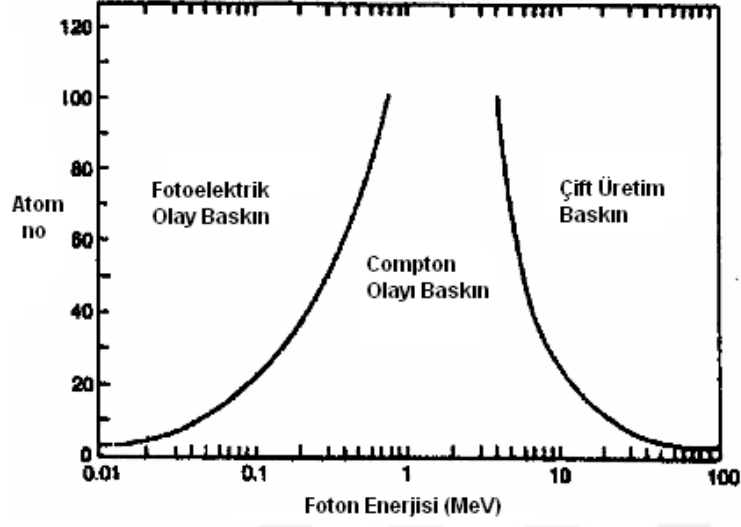
Gama ışınlarının madde ile etkileşimi sonucunda, gama ışını şiddeti Denklem 1.1'e göre değişir.

$$I = I_0 e^{-\mu \cdot x} \quad (1.1)$$

Burada, I_0 materyale gelen gama ışını şiddeti, I materyalden geçen gama ışını şiddeti, x materyal kalınlığı ve μ ise lineer azaltma katsayısıdır. μ , Denklem 1.2 ile hesaplanır.

$$\mu = \tau + \sigma + \kappa \quad (1.2)$$

τ , σ , κ sırası ile fotoelektrik soğurma, compton saçılması ve çift oluşumu olma olasılıklarıdır. Gama ışınları madde ile üç şekilde etkileşir. Fotoelektrik soğurma, compton saçılması ve çift oluşumdur. Bu olayların baskın olduğu bölgeler Şekil 1.1 'de verilmiştir.



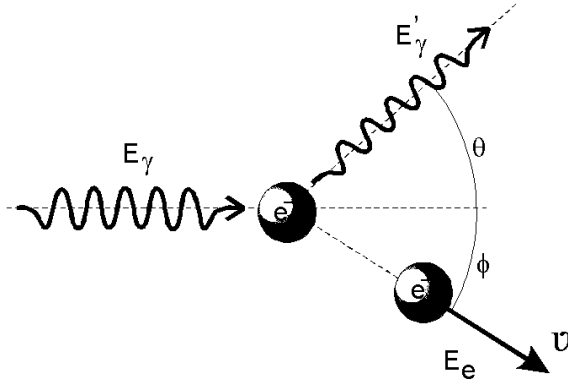
Şekil 1.1 Fotoelektrik Olay, Compton Olayı ve Çift Oluşumu Bölgeleri [6].

1.1.4.1. Fotoelektrik Soğurma

Gelen foton, atom tarafından soğurulur ve atomun elektronlarından birinin salınmasına neden olur. Serbest hale geçen bu elektrona foto- elektron denir. Serbest hale geçen foto- elektronların yerine, üst enerji seviyelerinden başka elektronlar geçer ve bunun sonucunda karakteristik X-ışınları yayınlanır.

1.1.4.2. Compton Saçılması

Fotonun, atomun serbest elektronu ile etkileşmesi sonucunda; foton ve elektronun saçılması olayıdır (Şekil 1.2). Saçılan elektron, foton tarafından kaybedilen enerjiyi taşır.



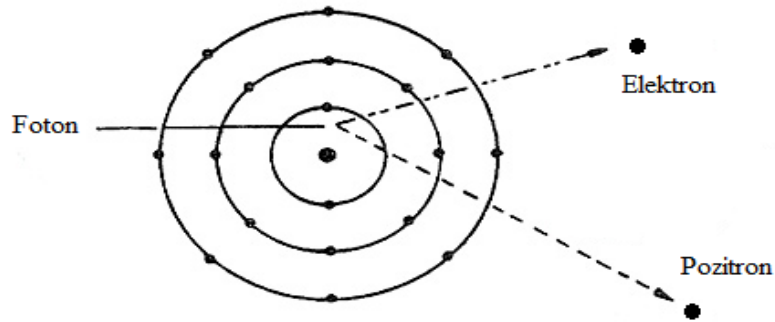
Şekil 1.2. Compton Saçılmasının Gösterimi

1.1.4.3. Çift Oluşumu

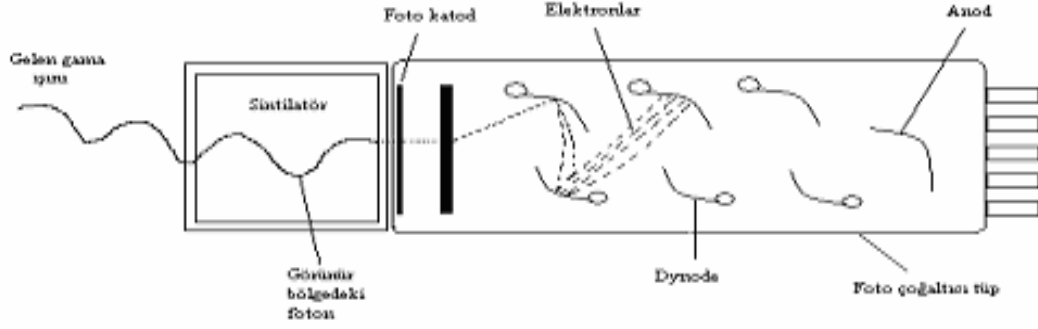
Fotonların madde ile etkileşiminde çift oluşumu meydana gelebilir (Şekil 1.3). Bu etkileşme sonucunda; yüksek enerjili gama ışını, bir elektron-pozitron çifti üretir. Elektron ve pozitronun her ikisinin de durgun kütle enerjileri 0,511 MeV'dir ve çift oluşumunun olabilmesi için gelen gama ışınının minimum 1,022 MeV enerjiye sahip olmalıdır. Gelen gama ışınının enerjisi;

$$E_{\gamma} = T_{+} + mc^2 + T_{-} + mc^2 \quad (1.3)$$

E_{γ} gelen gama ışınının enerjisi, (mc^2) elektron ya da pozitronun durgun kütle enerjisi, T_{+} ve T_{-} sırası ile pozitron ve elektronun kinetik enerjileridir [6].



Şekil 1.3. Çift Oluşumunun Şematik Diyagramı.



Şekil 1.4. NaI Sintilatör Detektörünün Gösterimi [7].

1.2. Detektörler

Günümüzde çeşitli detektör sistemleri bulunmaktadır.

1.2.1. Sintilasyon Detektörleri

Sintilatör detektörleri gama ışınlarının ölçümünde oldukça sık kullanılan detektör tiplerinden bir tanesidir.

Sintilatör detektörleri, sintilatör ve foto çoğaltıcı tüp olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Detektöre gelen gama ışını ilk olarak NaI sintilatör maddesi ile etkileşir.

Etkileşme sonucu uyarılmış durumda kalan atom, taban duruma geçerken görünür bölgede foton yayınlamasına sebep olur. Yayılan fotonların şiddeti, detektörle etkileşen gamanın enerjisiyle doğru orantılıdır. Yayınlanan foton foto çoğaltıcı tüp içerisinde elektronlara dönüştürülerek bir puls ölçümü yapılır (Şekil 1.4).

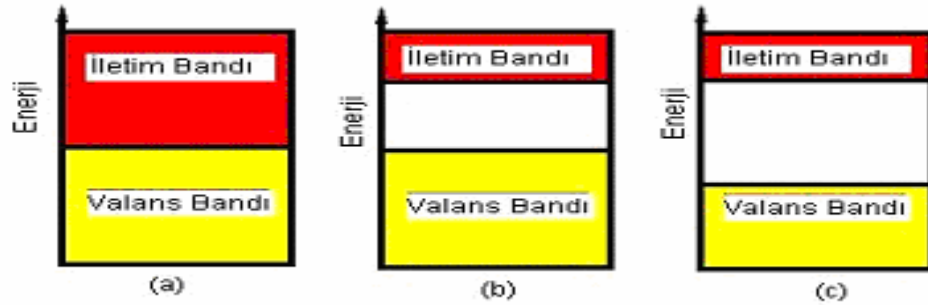
Foto çoğaltıcı tüp yüzeyinde bulunan foto katot sayesinde gelen foton, foto elektrik olay sonucu bu yüzeyden elektron koparır. Ancak bu elektronun oluşturduğu puls yeterli olamayacağı için foto çoğaltıcı tüp içerisinde elektron, belirli ve artan potansiyellerin olduğu bölgelerde hızlandırılarak “dynode” adı verilen elektrotlara çarparak buradan daha fazla elektron kopmasına sebep olur. Bunun sonucunda elektronlar foto çoğaltıcı tüpün anod kısmına doğru gelir ve foto çoğaltıcı tüpün çıkış kısmında yüksek bir puls oluşur. Gözlenen pulsün yüksekliği gama ışının enerjisiyle doğru orantılı olacaktır.

NaI sintilatörlerinde foton yayınlanma olasılığını arttırmak için aktivator olarak Talyum kullanılmaktadır. Bu tip sintilatörlere katkılı sintilatörler denir. Katı maddelerdeki elektronların enerji bant teorisine göre valans bandı ile iletim bandı arasında kalan bölgede saf atomlar için bir valans elektronu bulunmamaktadır. Aktivatör kullanıldığında iletim bandı ile valans bandı arasındaki bölgeye elektron durumları ilave edilerek, uyarılmış durumdaki elektronun iletim bandından taban duruma inerken aktivatör maddesinin uyarılmış enerji seviyesinden, taban duruma inme olasılığının ortaya çıkmasına ve bunun sonucunda katkısız sintilatörlere göre enerjisi daha düşük olan görünür bölgede fotonların yayılmasına sebep olacaktır. Ayrıca katkılı sintilatörlerin bir avantajı da daha büyük kristallerin yapılmasında kullanılmasıdır. Bu da detektörün verimini arttıracaktır, yani bir kaynaktan çıkan gama ışınlarını gözleme olasılığı artacaktır.

1.2.2. Yarı İletken Detektörler

Bilindiği üzere bir atomda elektronlar belirli kuantum durumlarında bulunurlar. Enerji band teorisine göre ve fermi istatistiğine bağlı olarak atomik orbitalleri doldururlar.

Atomdaki dolmamış orbitallerdeki elektronların oluşturmuş olduğu band seviyesine valans bandı denilmektedir (Şekil 1.5). Burada bağlı olan elektronlara da valans elektronu denir. Eğer elektrona valans bandından koparabilmek için gerekli olan eşik enerjisi verilirse, elektron serbest halde hareket edebildiği bir band seviyesine çıkar, bu banda iletim bandı denilmektedir. İletim bandı ile valans bandı arasında kalan enerji seviyesi ise yasak bölge olarak adlandırılır. Saf bir atomda bu seviye boştur.



Şekil 1.5. İletken(a), Yarı İletken(b) ve Yalıtkan(c) Maddelerin Enerji-Band Seviyeleri Gösterimi.

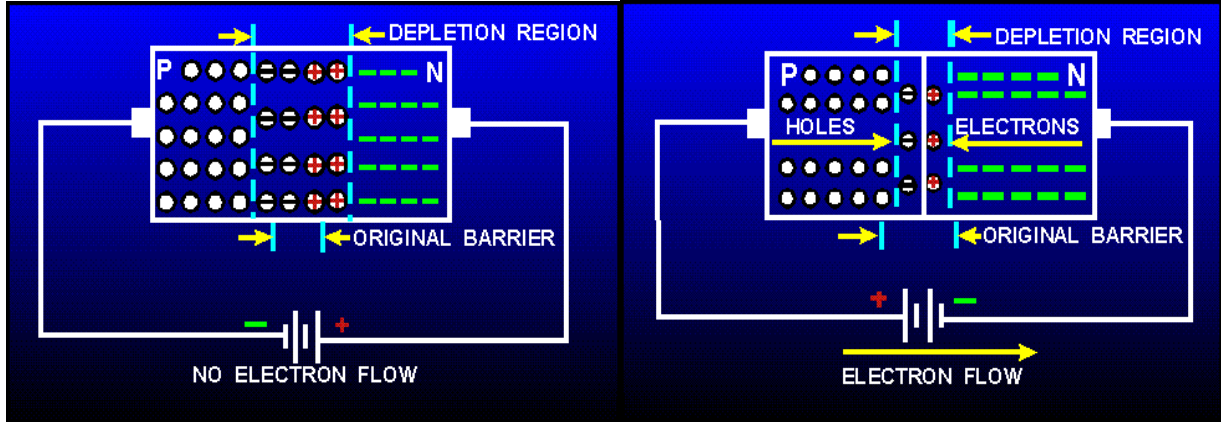
Yarı iletken maddeleri diğer iletken ve yalıtkan maddelerden ayıran özellik ise yukarıdaki şekille göstermek mümkündür: İletken bir maddede iletim bandı ile valans bandının birbirine çok yakın iken, yarı iletken yalıtkan maddeye doğru gidildikçe bu bantlar arasındaki enerji seviyesinin arttığı görülmektedir. Bir elektronun iletim bandına geçmesi için gerekli olan eşik enerjisi iletim bandında yok denilecek kadar az iken, yarı iletken 1 eV, yalıtkan ise 10 eV seviyesindedir.

Valans bandından elektron koparabilmek için minimum eşik enerjisine sahip bir gama ışını maddeyle etkileşirse; valans bandındaki elektron iletim bandına geçer ve valans bandında bir boşluk bırakır. Bu boşluğa ise deşik denilir. Böylece gelen bir radyasyon sonucu elektron boşluk çiftleri meydana gelir. Eğer bu enerji seviyelerine paralel bir elektrik alan uygulanırsa iletim bandındaki elektronlar alana zıt yönde hareket ederken, valans bandında bulunan deşikler ise elektronların alana zıt yönde hareket etmesinden dolayı alanla aynı yönde bir deşik hareketi oluşmasını sağlamaktadırlar. Bu da detektör içerisinde bir akım oluşmasına sebep olacaktır, detektör çıkışında elde edilen pulsun genliği gelen gama ışınının enerjisiyle doğru orantılıdır.

1.2.2.1. n ve p Tipi Yarı İletkenler

Detektör yapımında en sık kullanılan maddeler; Ge ve Si kristalleridir. Ge, gama ölçümleri için çok uygun özelliklere sahiptir. Yarı iletken kristallerin örgü yapısı içerisine, katkı atomlarının konulması sonucu; n ve p tipi kristal yapıları oluşturulabilir.

Yarı iletken detektörlerde; hem p hem de n tipi yarı iletken kullanılmaktadır. n ve p tipi katkı maddesinin bir arada kullanılmasının sebebi; n ve p tipi bir yarı iletken detektöre, voltaj uygulandığında (+ kısım p ye, - kısım n ye bağlanır), n yük taşıyıcısı elektronlar ile p tipi yük taşıyıcıları holler, p ve n tipinin birleştiği ara kesite doğru hareket ederler. Elektronlar boşlukları doldurur ve birbirlerini yok ederler. Bu durum, belirli bir denge durumu oluşuncaya kadar devam eder. Denge durumunda n tipine yakın olan kısımda holler (yani + yüklü iyonlar), p tipine yakın olan ara kesitte ise elektronlar bulunur. Bu durum ara kesit bölgesinde bir elektrik alan doğmasına sebep olur.



Şekil 1.6. İleri ve Ters Besleme Sonucu P ve N Eklemine Oluşan Tüketim Bölgelerinin Gösterimi [7].

Bir gerilim uygulanmadığında; gelen radyasyon sonucu oluşan elektron hol çiftleri, elektrik alanın küçük olması sebebiyle kolaylıkla tuzaklanabilirler. Böyle bir durumda, verimi düşük bir detektör elde edilir. Eğer detektörün p ucuna negatif, n ucuna da pozitif gerilim uygulanırsa, bu duruma ters besleme adı verilir. Eğer geri besleme yapılırsa, elektronlar n tipi bölgedeki elektrotlara, boşluklar ise p tipi elektrotlara doğru hareket ederler (Şekil 1.6). Arada kalan nötr bölgeye, tüketim bölgesi denir. Geri besleme, elektrik alanının büyümesine ve tüketim bölgesinin genişlemesine sebep olur. Gelen gama ışını, tüketim bölgesiyle etkileşirse bir elektron- hol çifti oluşur, böylece detektör çıkışında bir puls meydana gelir.

1.2.2.2. Ge (Li) Detektörleri

Yarı iletken detektörlerde gelen radyasyon ölçümünde kullanılan hassas bölgeyi tüketim bölgesi olarak bir önceki bölümde açıklanmıştı. 1960 yıllarda p tipi germanyum yarı iletkenine Li katkısı yapılarak germanyum yarı iletkenine n tipi bir verici eklenmiştir.

Bu detektörün çalışma prensibi, diyot detektörlerin çalışma prensibiyle aynıdır, ancak katkı maddesi olarak kullanılan alıcı ve verici safsızlık yorgunlukları birbirine eşittir. Bu durumda verici elektronlarının alıcı tarafından yakalanmaları, detektördeki net safsızlık oranını azaltır. Bunun sonucunda, kristal içinde geri besleme voltajı uygulandığında safsızlık oranı azaldığı için daha geniş bir tüketim bölgesi elde edilmiş olur. Ge(Li) detektörlerinin bir dezavantajı ise eklenen Li katkısının belirli bir sıcaklığın üzerinde bir difüzyon akımı meydana getirmesidir. Bu akım ise tüketim bölgesinin değişmesine sebep olacaktır.

1.2.2.3. Yüksek Saflıktaki Germanyum Detektörleri (HPGe)

Normal germanyum kristallerinde safsızlık oranı 10^{13} atom/cm³ iken 1986 yılında yüksek saflıktaki germanyum kristallerinde bu oran 10^{10} atom/cm³ değerine ulaşmıştır. Böylece Li katkısı ile daha az safsızlıkta elde edilen Ge(Li) yarı iletken detektörlerinde, Li katkısı yapılmadan daha yüksek saflıkta germanyum kristalleri oluşturulmuştur. Bu durumda yüksek saflıkta germanyum kristallerinden yapılan yarı iletken detektörlerin tüketim bölgesindeki daha büyük artışlar elde edilmiştir.

Ayrıca Li katkısının kalkmasıyla da bu yarı iletken detektörleri sürekli soğutmaya gerek kalmamaktadır, sadece kullanıldıkları süre içerisinde soğuk tutulmaları yeterlidir. Bu tip detektörlerin yapımı şu şekildedir: n tipi ya da p tipi bir kristalin uç kısımlarına n alıcı kontak ve p verici kontakların yerleştirilmesiyle elde edilir. n alıcı kontak oluşturulurken n tipi kristalin sağ tarafına Li katkısı yapılırken, p tipi kontak oluşturmak için boron katkısı, kristalin sol tarafına yapılır. p kontak ucuna – uç ve n kontak ucuna +uç gelecek şekilde ters voltaj uygulanır, böylece n tipi kristalin tamamı tüketim bölgesinden meydana gelir. Aynı şekilde p tipi kristalin sağ tarafına p tipi kontak ve sol tarafına n tipi kontak eklenebilmektedir. Böylece p tipi yüksek saflıkta bir detektör elde edilmiş olur. Yüksek saflıktaki germanyum detektörlerini en önemli özellikleri diğer detektörlere göre daha yüksek enerji çözünürlüğüne sahip olmalarıdır. Ayrıca normal bir germanyumda bir elektron deşik çifti oluşturabilmek için verilmesi gereken eşik voltajı, normal yarı iletken detektörlere göre oldukça düşüktür. Bu durum daha düşük enerjili gama ışınlarının ölçülmesinin yanında, sayım kapasitesinin artmasını da sağlamaktadır.

1.2.2.4. HPGe Koaksiyal Detektörler

HPGe Koaksiyal detektörler silindir şeklinde olan ve günümüzde n ve p tipi olarak üretilen detektör tipidir. Bu tip detektörlerin koaksiyal yapıda olması, tüketim bölgesini genişletmek amacıyla yapılmıştır. Çeşitli geometrik şekillerde üretilen koaksiyal detektörler bulunmaktadır.

Bu tip detektörlerin çalışma prensibi, diyot detektörlerle aynıdır. Tek fark olarak n tipi veya p tipi kristal yapının tamamı tüketim bölgesinden oluşmaktadır. Bunu yapmak için iç kontak bölgesine çok yakın bir bölgede pn eklemi oluşturmak gerekmektedir. n-tipi HPGe’de bu eklem, dış kontaga p tipi katkı maddesi iç kontak bölgesine ise n tipi katkı eklenerek elde edilir. Eğer gelen gama ışını tüketim bölgesiyle etkileşirse, burada bir elektron – boşluk çifti meydana getirir.

Ters bias voltajının uygulandığı n tipi detektörde, elektron iç kontak bölgesine, deşikler ise p kontak bölgesine sürüklenir. Bu yüklerin sürüklenmesiyle elektrotlarda bir puls oluşur.

Oluşan puls gelen gama ısının enerjisine eşdeğer olur. n tipi detektörlerin p tipine göre kullanılmasındaki bir avantaj ise n tipi detektörlerin nötronlara karsı daha çok dirençli olmasıdır. Yani nötronların oluşturduğu zarar n tipinde p tipine göre daha az olacaktır. Bir diğer özellik ise koaksiyal detektör geometrisinin "bullitized" yani mermi şeklinde olmasıdır. Bunun amacı, kristal içinde daha "uniform" bir elektrik alan oluşturmaktır, böylece enerji çözünürlüğü artırılmış olur. Ayrıca HPGe detektörlerin enerji band seviyesi oldukça düşük olduğu için termal iletimi engellemek amaçlı sürekli vakum altında tutulan "cryostatlar" içerisine konularak sıvı nitrojenle soğutulur. Böylece oluşabilecek sızıntı akımının önüne geçilir [7].

1.2.3. Çok Bölümlü Gama Detektör Toplulukları

Gama detektör toplulukları ilk defa 1980 yılında bir ya da iki Ge(Li) ya da NaI detektörlerini farklı açılarla bir topluluk meydana getirmesiyle kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle bu tip detektörlerin kullanılmasında en büyük sebep, detektör topluluğunun bir sonucu olan katı açı artışı sonucu, daha yüksek verimle gama ışını ölçme imkanı sağlamasıdır.

Günümüze kadar çok farklı tipte detektör toplulukları kullanılmıştır: BGO Compton Kalkanlı n tipi HPGe coaxial altıgen yapıdaki 110 adet detektör ve 12 adet beşgen detektörden oluşan Gammasphere bunlardan biridir. Gammasphere zamanında, bölümlenme tekniğinin geliştirilmesiyle sonraki detektörlerde bölümlenmeye gidilmiş ve yonca şeklinde detektörler üretilmiştir. Bölümlenmeyle birlikte daha az doppler kaymasından etkilenen EUROBALL, EUROGAM, EXOGAM vb. detektörler üretilmiştir. Yüksek saflıktaki germanyum detektörlerinin üretilmesi ve detektör kristal boyutlarını büyütülebilen teknolojinin gelişmesi ile birlikte, çok daha yüksek enerji gücüne ve fotopik verimine sahip detektörler yapılmıştır. Bu tip detektörlerin her birinin nükleer fiziğe önemli katkıları olmuştur. Fakat gelişen nükleer fizik araştırmaları ve teorik modellerin sınanması ve çok daha yeni araştırmalar için gelişmiş detektörlere ihtiyaç duyulmuştur. Detektörlerde yapılan bölümlenme çalışmaları ardışık ve es zamanlı yayılan gama ısınlarını daha yüksek verim ve olasılıkla, yüksek açısal çözünürlük ve yüksek konum çözünürlüğü ile ölçme imkanı sağlamıştır [8].

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bitki örneklerindeki radyoaktivite seviyelerinin belirlenmesi ile ilgili birçok ülkelerde yapılmış çalışmalar özetlenmiştir.

Çevik (2009); Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen fındıkların radyoaktivite seviyesi tespit edilmiştir. Maruz kalınan doz hesaplanmış ve insan sağlığı açısından tehdit oluşturmadığı tespit edilmiştir [9].

Görür (2011); Doğu Karadeniz bölgesinde yetişen çaylardaki radyasyon seviyesi tespit edilmiştir. Yerel marketlerden alınan, 29 adet siyah ve 1 adet yeşil çayda; ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K ve ^{137}Cs aktivite konsantrasyonlarını, HPGe detektörlü gama spektrometrik sistemini kullanarak tespit edilmişlerdir. ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K ve ^{137}Cs 'nin ortalama aktivite konsantrasyonları sırası ile; $3,2 \pm 0,6$ Bq/kg, $6,4 \pm 0,7$ Bq/kg, $445,6 \pm 17,8$ Bq/kg ve $42,0 \pm 1,4$ Bq/kg olarak tespit edilmiştir [10].

Sussa (2013); *Peperomia pellucida* bitki örneklerinde, doğal radyasyon seviyesi tespit edilmiştir. ^{238}U , ^{230}Th , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{228}Ra ve ^{210}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 Bq/kg, 1,7 - 124 Bq/kg, 2,1 - 38 Bq/kg, 8,5 - 37 Bq/kg, 3,2 - 46 Bq/kg ve 39 - 93 Bq/kg aralıklarında dağıldığı tespit edilmiştir [11].

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

Şahin, (2004)'in yaptığı çalışmada, aktarlardan toplanmış olan 49 adet şifalı bitki örneğinin toplam alfa ve toplam beta radyoaktivite seviyesini tespit edilmiştir. Toplam alfa radyoaktivite seviyelerinin; $0,0428 \pm 0,0284$ Bq/g ile $0,6420 \pm 0,0479$ Bq/g değerleri arasında, toplam beta radyoaktivite seviyelerinin ise $0,0316 \pm 0,0102$ Bq/g ile $1,0327 \pm 0,0101$ Bq/g değerleri arasında değiştiği tespit edilmiş [13].

İlter, (2014) tarafından antikanserojen aktivitesi bilinen 19 adet şifalı bitki örneğinin ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs radyonüklit aktivite konsantrasyonlarını tespit edilmiştir. Çalışılan şifalı bitki örneklerinde ^{238}U ve ^{232}Th aktivitesi $33,46 \pm 5,2$ Bq/kg ile $1,78 \pm 0,29$ Bq/kg değerleri arasında, ^{40}K için aktivite $2211,80 \pm 28,50$ Bq/kg ile $312,55 \pm 4,38$ Bq/kg değerleri arasında değiştiği tespit edilmiş [14].



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. 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 Metamorfitleri Epi Metamorfik örtünün Petrografisi: aşağıdan yukarıya doğru metamorfizma derecesi azalan 6 grup ayırtlaşmıştır. Bunlar; Alt yeşil sistler, Muskovitli Kuvarsitler, Kalkışitler, Rekristalize kireçtaşları, Üst yeşil Şistler, Rekrastilize karstik kireçtaşları (Şekil 3.1).

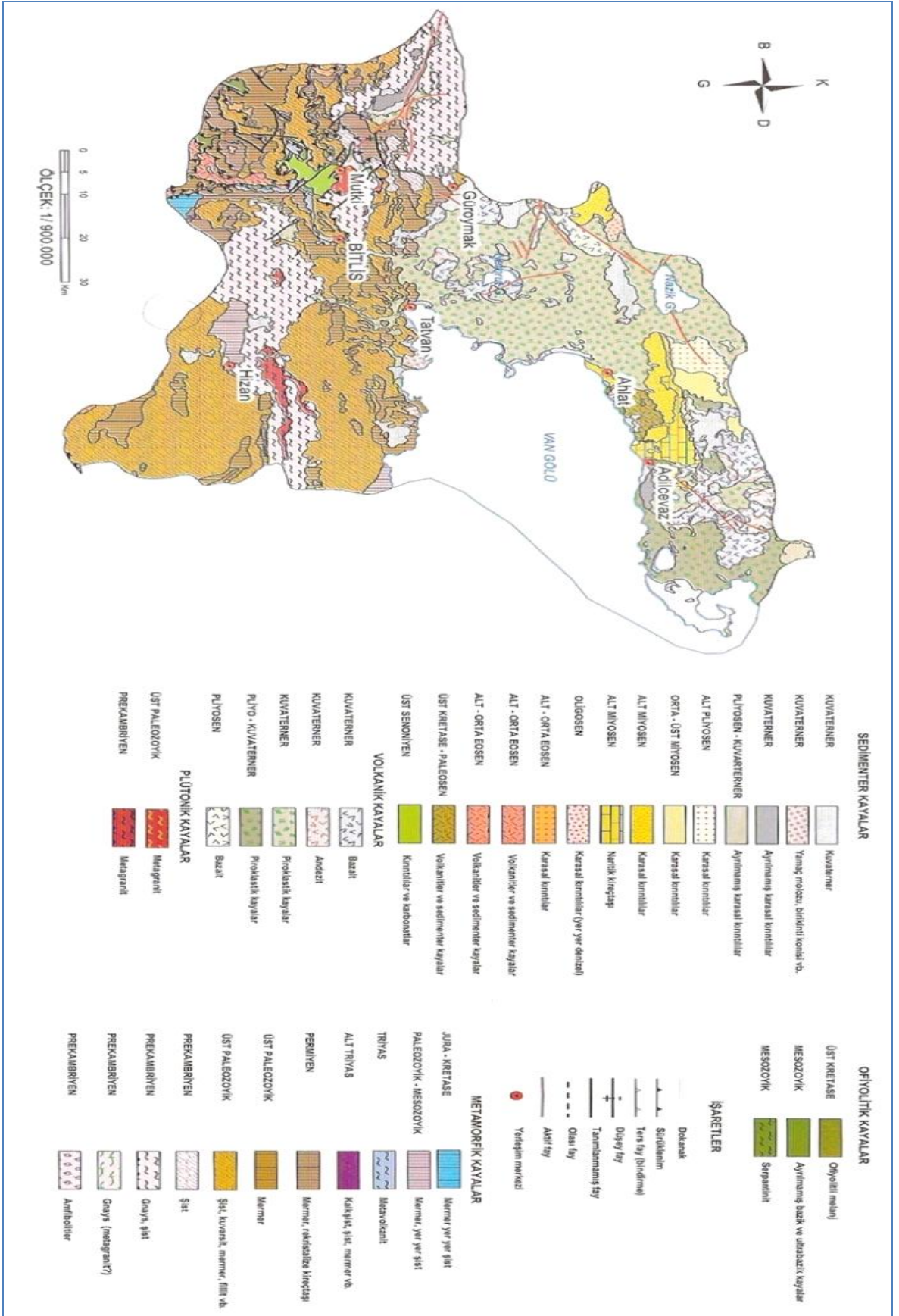
3.2. Bitlis İli Coğrafik Özellikleri

Bitlis ili, Doğu Anadolu Bölgesi'nin en dağlık bölgelerinden biridir. Volkanik olan, Nemrut ve Süphan Dağları Bitlis ili sınırları içerisinde yer almaktadır. Süphan Dağı, 4058 metrelik doruğa sahiptir ve Türkiye'nin ikinci büyük dağıdır. Nemrut Dağı, ülkemizde etkinliği bitmiş en son volkanik dağdır ve en yüksek noktası 2,935 metreye ulaşır.

3.2.1. Bitlis İlçelerinin Coğrafik Özellikleri

3.2.1.1. Adilcevaz

Adilcevaz, Van Gölü'nün kuzeyinde, Süphan Dağı'nın yamaçlarında kayalık bir alanda kurulmuştur. Sırtlar Miosen yaşlı marnlı tabakalı kireçtaşlarından oluşmuştur. Kireçtaşları çatlaklı ve kırıklı durumdadır. 1. dereceden tehlikeli deprem bölgesindedir. Van Gölünün kuzey kıyısından geçen deprem hattı üzerindedir.



Şekil 3.1. Bitlis Jeoloji Haritası [15].

3.2.1.2. Güroymak

İlçenin kuzeybatısında Muş Ovası ile Muş, güneyinde Mutki, kuzeydoğusunda Ahlat İlçesi bulunmaktadır. Bitlis masifinin pleozoyik yaşlı şistleri ile nemrut kökenli volkanik yükseltiler arasında düz ve tatlı eğimli bir arazi üzerinde yer alır. 2. derecede tehlikeli deprem bölgesindedir. İlçenin zeminini volkanik seri ve tüfleri oluşturur.

3.2.1.3. Ahlat

Bulunduğu yamacın zemini, volkanik lifler ile bazalt ara tabakalarından oluşmuştur. Üzerleri toprak ve enkaz tabakası ile kaplıdır. 1. derecede tehlikeli deprem bölgesidir.

3.2.1.4. Tatvan

Zemini, kuaterner yaşlı kil tabakalarından oluşmuştur. Göl kenarına doğru kum ve kumlu kil yer alır. İlçenin güneyindeki tepeler, şist ve kristalize kireçtaşlarından oluşmuştur. 2. derecede tehlikeli deprem bölgesidir.

3.2.1.5. Hizan

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.

3.2.1.6. Mutki

İlçenin zeminini, bazalt ve bazalt lifleri oluşturur. Üzerleri nebati toprak ile örtülüdür. 1. derecede tehlikeli deprem bölgesidir [16].

3.3. Bitkilerin Genel Özellikleri

Bitlis ili ve ilçelerinde yetişen ve bu çalışmada radyoizotop analizi yapılan; şifalı ve aromatik bitki örneklerinin özellikleri aşağıda verilmiştir.

3.3.1. Ekşimen (*Rumex Scutatus*)

B1 (Ağaç Köprü Köyü) ve B28 (Adilcevaz) bitki numuneleri Ekşimen otudur. Kuzukulağı olarak da adlandırılır. Kuzukulağı çok yıllık otsu bir bitkidir. C vitamini eksikliğinden dolayı meydana gelen iskorbüt hastalığının tedavisinde önemli bir rol oynar. Tadı oldukça ekşidir, yemeği veya salatası yapılarak tüketilebilir. İskorbüt hastalığının tedavisinde kullanılır. Kanı temizlemeye yardımcı olur, yaraya, irine, çibana ve ciltte bulunan lekelere iyi gelir [17].

3.3.2. Nezle Otu (*Nepeta İtalica L.*)

B2 (Ağaç Köprü Köyü) bitki numunesi Nezle otudur. Ballıbabagiller (Lamiaceae) familyasındandır. 250 tür çiçek açar. Genellikle, ot cinsinden sürekli bitkilerdir. Aralarında, çok yıllık olanları da vardır. Genelde kedi naneleri olarak bilinir. Bazen lavman olarak kullanılır. Bitkisel ilaç olarak sinir yatıştırıcıdır. Uykusuzluğa, strese, adet kramplarına ve bağırsaklara iyi gelir [18].

3.3.3. Dalak Otu (*Teucrium Chamedrys*)

B3 (Ağaç Köprü Köyü) bitki numunesi Dalak otudur. Bileşikgiller familyasındandır. Çiçeklerini yapraklarından önce açar. Çok yıllık dayanıklı otsu bitkidir. Genellikle göğüs hastalıklarına ve soğuk algınlıklarına karşı etkili olur.

3.3.4. Kızıl Pisik Otu (*Nepeta Transcaucasica*)

B3 (Ağaç Köprü Köyü) bitki numunesi Kızıl Pisik otudur. 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.

3.3.5. Kenger (*Gundelia Tournefortii*)

B3 (Ağaç Köprü Köyü) ve B36 (Mutki) bitki numuneleri Kenger otudur. Yetiştığı yerler; Orta, Doğu, Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgesinde bolca yetişir. İştahı açar, dişleri temizler ve diş etlerini kuvvetlendirir [17]. 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 [18].

3.3.6. Kedi Nanesi (*Nepeta*)

B6 (Ağaç Köprü Köyü) ve B35 (Mutki) bitki numuneleri Kedi Nanesi otudur. 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 [18].Çocuklarda diyareyi 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 [20].

3.3.7. Mantuvar (*Helichrysm Plicatum*)

B7 (Ağaç Köprü Köyü) bitki numunesi Mantuvar otudur. Lavonca zengin parlak sarı renkli karakterlerinde kitin tipi bileşikler bulunur. İdrar güçlüğü, karaciğer rahatsızlığı, siyatik ve fitikta bu bitkiden yararlanılmaktadır. Diüretik etkileri nedeniyle kum düşürmek amacıyla çok kullanılmaktadır. Midevi, safra söktürücü ve safra düzenleyici etkileri de bilinmektedir.

3.3.8. Yabani Fesleğen (*Clinopodium Vulgare*)

B8 (Kampos Dağı) bitki numunesi Yabani Fesleğen otudur. Fesleğen diğeri bir adıyla reyhan otunu yabani halde elde etmekte mümkündür. Hemen hemen bir yıllık bir bitki türüdür fesleğen. Sap kısmı dallı, dört köşeli olarak yetişir 20 ile 60 cm yüksekliğe çıkabilir. Yapraklar karşılıklı sarımsı yeşil renkte, uzun saplı yumurta biçimindedir. Sinirleri kuvvetlendirir. Boğmaca, kızamık, çocukların kemik rahatsızlıklarında çok faydalıdır [17].

3.3.9. Öksürük Otu (*Tussilago farfara*)

B9 (Nemrut Dağı) bitki numunesi Öksürük otudur. Öksürük gidericidir. Astım gibi çeşitli akciğer rahatsızlıklarında kullanılır. Deri hastalıklarında kullanılır.

3.3.10. Adaçayı (*Salvia SP*)

B10 (Mutki), B19 (Tatvan Küçüksu Köyü) ve B30 (Ahlat Harebe Şehir) bitki numuneleri Adaçayı otudur. Yaklaşık olarak, 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 [18]. Şeker hastalarının, sinirlerini sakinleştirir, mideye iyi gelir. Sindirimi kolaylaştırır. Gaz söktürücüdür. Gece terlemelerini en aza indirir. İdrar söktürücüdür [20]. 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 [18].

3.3.11. Sarı Civanperçemi (*Achillea Biebersteinii Afan*)

B11 (Mutki), B15 (Bitlis), B27 (Adilcevaz Aygır Gölü), B38 (Tatvan Küçük Su Köyü), B47 (Adilcevaz Aygır Gölü) ve B50 (Ahlat Harabe Şehir) bitki numuneleri Sarı Civanperçemi otudur. Türkiye'de 40 kadar civanperçemi türü bulunmakta ve bunların birçoğu tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Terlemeyi artırır ve bu şekilde; ateş ve soğuk algınlığına iyi gelir. İştahı artırır. Mide kramplarına iyi gelir. Gastrit belirtilerini hafifletir. Karaciğer rahatsızlıklarında kullanılır. İltihabı hafifletir. Adet dönemi ağrılarına iyi gelir [17]. Sinirleri kuvvetlendirir. Boğmaca, kızamık, çocukların kemik rahatsızlıklarında oldukça faydalıdır. Ateşi düşürür, iştahı açar [18].

3.3.12. Köpek Papatyası (*Anthemis Cotula L.*)

B12 (Mutki) bitki numunesi Köpek Papatyası otudur. 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, yatıştırıcı: mide ve bağırsak gazları ile safrayı söktürücü, idrarı artırıcıdır [18].

3.3.13. Madımak (*Polygonum Cognatum*)

B13 (Mutki) bitki numunesi Madımak otudur. Anadolu yöresinde çokça bilinen, kuzukulağıgiller familyasından, kendiliğinden yetişen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Anadolu halk mutfağında besin olarak kullanılmaktadır. İdrar söktürür ve idrar arttırıcı özelliği vardır. Ayrıca Kan şekerini

düşürdüğü de söylenmektedir. Ayrıca damar büzücü etkisi olduğundan dolayı; basur, doğum kanamaları ve adet kanamalarında kullanıldığı bilinmektedir [19].

3.3.14. Kekik (*Thymus Kotschyanus*)

B14 (Bitlis Kampos Dağı), B24 (Tatvan Han Elmalı Köyü), B43 (Tatvan) bitki numuneleri Kekik otudur. 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. Gaz ve idrar söktürücüdür, yatıştırıcıdır, spazm çözücüdür ve solucan düşürücü etkisi vardır. Terletici ve balgam söktürücüdür. Soğuk algınlığı, nezle, boğaz ağruları ve kuru öksürüğün atlatılmasında yararlı olur. Bronşit, boğmaca ve astım tedavilerinde başarıyla kullanılır [18].

3.3.15. Isırgan Otu (*Urtica*)

B16 (Güroymak) ve B40 (Tatvan Küçüksu Köyü) bitki numuneleri Isırgan otudur. 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.

3.3.16 Labada (*Rumex Crispus*)

B17 (Güroymak) bitki numunesi Labada otudur. 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.

3.3.17. Yavşan Otu (*Artemisia Austriaca*)

B18 (Tatvan Küçüksu Köyü) bitki numunesi Yavşan otudur. 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 [18].

3.3.18. Papatya (*Anthemis Wiede Manniana*)

B20 (Tatvan Küçüksu Köyü) bitki numunesi Papatya otudur. Yatıştırıcı, tonik ya da boğaz ağrıları antiseptiği olarak kullanılır. Saçlara faydalıdır.

3.3.19 Alakötürüm (*Centaurea urvillei*)

B21 (Tatvan Küçüksu Köyü) bitki numunesi Alakötürüm otudur. 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 [20].

3.3.20. Zilasur (*Vincetoxicum*)

B22 (Tatvan Küçüksu Köyü) bitki numunesi Zilasur otudur. Çok yıllık, otsu, çalı, odunsu tırmanıcı veya ağaç; bazen sukkulent ve genellikle sütsü özsu taşıyan bitkilerin bulunduğu *Stapelia*, *Huernia*, *Caralluma* ve *Ceropegia* gibi birçok sukkulent türü, bazı *Asclepias* türlerini, *Hoya carnos*a (mum bitkisi) ve *Stephanotis floribunda* gibi sıcak bölgelerde süs bitkisi olarak bilinen birçok cinsi ve türü içeren geniş bir familyadır. Özellikle tropiklerde ve subtropiklerde yetişen yaklaşık 130 cins ve 2000 türü bulunan *Vincetoxicum*, bu familyanın Anadolu da yetişen en zengin taksonu olup 8 tür ile temsil edilmektedir. *Vincetoxicum* cinsine ait türlerin halk tıbbında; yara iyileştirici olarak kullanılmaktadır. İncinmelerin tedavisi ve mantar zehirlenmelerine karşı antidot olarak kullanımlarının olduğu rapor edilmiştir. *V. stocksii* türü hem zehirli olması hem de tıbbi özellikleri nedeniyle bilinmektedir. Bitkinin eksternal kanserlerin tedavisinde ve insan ve hayvanlarda yara ve zedelenmelerin tedavisinde lapa şeklinde kullanılır [17].

3.3.21. Ölmez Çiçek (*Helichrysm Arenorium*)

B23(Tatvan Han Elmalı Köyü) bitki numunesi Ölmez Çiçek otudur. İdrar söktürücüdür, safra ve pankreas salgısının salınmasını sağlar ve mide suyunu arttırır. 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 [18].

3.3.22. Alıç (*Crataegus Aronia*)

B25 (Tatvan Han Elmalı Köyü) bitki numunesi Alıç otudur. 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 [18].

3.3.23. Boz Otu (*Marrubiu parviflorum*)

B26 (Tatvan Han Elmalı Köyü), B39 (Tatvan Küçüksu Köyü) ve B44 (Tatvan) bitki numuneneleri Boz otudur. Göğüs yumuşatıcı, balgam söktürücü, safra üretimini artırıcı, iştah açıcı, hazmettirici, hormonal bezleri çalıştırıcı, sakinleştirici ve yaraları iyileştirici olarak kullanılır [20].

3.3.24. Duvar Fesleğeni (*Parietaria Officinalis*)

B29 (Ahlat Harabe Şehir) bitki numunesi Duvar Fesleğeni otudur. Temmuz-Kasım ayları arasında çiçek açan, eski duvarlar, harabeler ve kayalıklar üzerinde yetişen otsu bir bitkidir. İçerdiği Flavon glikozitleri dolayısıyla idrar söktürücü ve dışkı yumuşatıcıdır. Bu etki sayesinde idrar yollarındaki düşmeye müsait taşlar düşebilir. Anjinlerde gargara yapmak maksadıyla, sıvıya biraz bal eklenir. Sıkılarak elde edilen taze su, derideki kronik yaraların iyileştirilmesi için tüketilir. Müshil, kusturucu ve barsak kurtlarını düşürücü etkisi vardır, çok zehirli bir bitki olduğundan kullanılması tehlikelidir [20].

3.3.25. Kaf Pisik Otu (*Nepata Transcaucasica*)

B31(Ahlat Harabe Şehri) bitki numunesi Kaf Pişik otudur. Sakinleştirir, grip, ateşi önler. Ağrılı mesane iltihabı hastalıklarını, ishal, kolik'i ve bazı çocuk hastalıklarını iyileştirir [17].

3.3.26. Ebe Gümece (*Malva Sylvestris*)

B36 (Bitlis Ağaç Köprü Köyü) bitki numunesi Ebe Gümece otudur. 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 [18].

3.3.27. İğde (*Elaeagnus*)

B33 (Bitlis Ağaç Köprü Köyü) bitki numunesi İğde'dir. Azotu kökünde depolayabilme özelliği sayesinde en verimsiz topraklarda dahi yetişir. Böbrek rahatsızlığına iyi gelir. Bağırsak bozukluklarını ve ağız pasını gidermek için de kullanılır [19].

3.3.28. Mercanköşk (*Origanum Vulgare L.*)

B34 (Bitlis Ağaç Köprü Köyü) bitki numunesi Mercanköşk'tür. Kayalık ve kurak yerlerde rastlanır. Uyarıcı ve terleticidir. Soğuk algınlığı ve gripin iyileştirilmesinde yararlı olur.

3.3.29. Meşe Şablası (*Salvia Trichoclada Benth*)

B37 (Mutki) bitki numunesi Meşe Şablası'dır. Sindirimi kolaylaştırır ve idrar söktürücü özelliğine sahiptir. Gece ve aşırı terleme durumlarında kullanılmaktadır. Vücutta bulunan zararlı toksinlerin atılmasında önemli bir rol oynayan ada çayı ayrıca vücudu virüs ve bakterilere karşı da korumaktadır [21].

3.3.30. Deve Dikeni (*Carduus Nutans*)

B41 (Tatvan Küçüküsu Köyü) bitki numunesi Deve dikeni'dir. 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.

3.3.31. Şirker (Sütleğen) (*Euphorbia Cherdenia*)

B42 (Tatvan Küçüküsu Köyü) bitki numunesi Şirker (Sütleğen)'dir. Yaprak sap ve köklerinde süt gibi beyaz ve zehirli bir özsuğu 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 özsuğu yaygın şekilde müshil olarak ve diş çekimlerini kolaylaştırmak amacıyla kullanılmaktadır.

3.3.32. Yabani Tere (*Cardaria Draba*)

B45 (Tatvan Han Elmalı Köyü) bitki numunesi Yabani Tere'dir. İştah açıcıdır ve hazmı kolaylaştırır. Bronşları temizler ve öksürük söktürür. Safrayı artırır. Grip ve soğuk algınlığının kolay atlatılmasını sağlar. Vücudun hastalıklara karşı direncini artırır. Kansızlığı giderir. Kandaki şeker miktarını düşürür.

3.3.33. Gelincik (*Papaver Dubium L.*)

B46 (Ahlat) bitki numunesi Gelincik'tir. 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 [18].

3.3.34. Pıtrak (*Arctium Minus*)

B48 (Göroymak) bitki numunesi Pıtrak'tır. 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.

3.3.35. Taş Turşusu (*Rumex Angustifolus*)

B49 (Güroymak) bitki numunesi Taş turşusu 'tır. Toprak üstü kısımlarında, müsilaj, tanen, acı maddeler, anorganik tuzlar bulunmaktadır. İdrar söktürücüdür, şeker hastalığına faydalıdır ve yara tedavisinde kullanılır [17].

3.4. Bitki Numunelerinin Alınması

Bitlis ili ve ilçelerinde; daha önce toplanmış olan 50 adet çeşitli tıbbi ve aromatik bitki poşetlendi, karışmasının önlemesi amacıyla etiketlendi ve toplanmış olan bitkiler, uygun bir ortamda nemden arındırmak için kurutuldu.

3.5. Numunelerin Sayıma Hazır Hale Getirilmesi

Bitlis ili ve ilçelerinde toplanmış ve kurutulmuş olan tıbbi ve aromatik bitkiler, tamamen nemden arındırmak amacıyla alüminyum folyalara sarıldı, 80 °C'de etüv içerisinde yaklaşık 24 saat bekletildi ve sonra; 500 ml'lik marinelli kapları içerisine konuldu, kapakları sıkıca kapatılarak hava ile teması önlenildi ve yaklaşık 30 gün boyunca radyoaktif dengenin sağlanması için bekletildi.

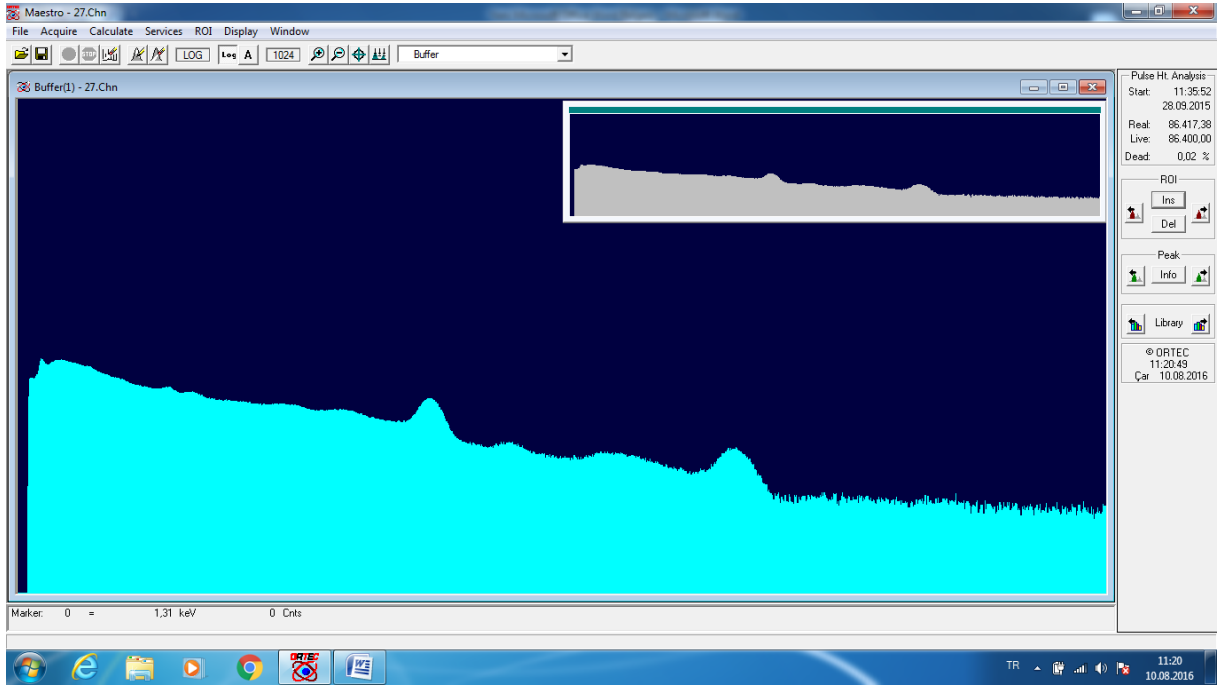
3.6. Numunelerin Sayımında Kullanılan Radyasyon Algılama Sistemleri

Yaklaşık bir ay (30 gün) bekletilen bitki örnekleri, ORTEC marka 3x3-inç boyutunda kristal Talyum (TI) katkılı sintilatöre, 0,5 MeV de % 2 ve 2 MeV de % 1,3 verime sahip NaI gama detektöründe 86400 s (24 saat) sayıldı. Maestro-32 yazılımı ile elde edilen spektrumda; bitki örneklerinin analizinde ²²⁶Ra aktivitesi için; ²¹⁴Pb'nin 609,312 keV'lik fotopiki kullanılmıştır. ²³²Th aktivitesi için; ²²⁸Ac'nin 911,205 keV'lik fotopiki kullanılmıştır. ⁴⁰K aktivitesi için ise 1461,83 keV'lik fotopik kullanılmıştır. Piki alanı yazılım üzerinden belirlendi ve Denklem 3.1 kullanılarak aktivite hesabı yapılmıştır [22].

$$A = \frac{C}{\epsilon \times t \times M} \quad (3.1)$$

Denklem 3.1’de; A, radyoizotop konsantrasyonu (Bq/kg), C, net pik alanı (sayım), ϵ , verim, t, sayım süresi (86400 s), M, numune kütlesidir (kg).

Denklem 3.1’de verilmiş olan net pik alanı (C), Şekil 3.2’de görülen piklerin alanları ile BKGR (background (arka plan)) sayımından elde edilen piklerin alanları arasındaki fark alan değeridir.



Şekil 3.2. NaI(Tl)ktöründen elde edilen spektrum

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Gerek dünya ülkelerinde gerekse ülkemizde birçok tıbbi ve aromatik bitki mevcuttur. Bu çalışmada, Bitlis ili ve ilçelerinden toplanan bazı tıbbi ve aromatik bitki örneklerinde; ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K radyoizotoplarının aktivite konsantrasyonları belirlendi.

4.1. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin Radyoizotop Konsantrasyonları

Şifalı bitki örneklerinin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları Tablo 4.1’de verilmiştir. Şifalı bitki örneklerinin, ^{226}Ra aktivite konsantrasyonun; $12,45 \pm 2,53$ Bq/kg (B38) ile $89,23 \pm 4,90$ Bq/kg (B17) arasında, ^{232}Th konsantrasyonun $23,10 \pm 4,42$ Bq/kg (B48) ile $111,76 \pm 84$ Bq/kg (B17) arasında, ^{40}K ’ın ise aktivite konsantrasyonun; $7,14 \pm 4,64$ Bq/kg (B30) ile $665,81 \pm 8,79$ Bq/kg (B17) değerleri arasında değiştiği görülür.

Tablo 4.1. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K Aktivite Konsantrasyonları

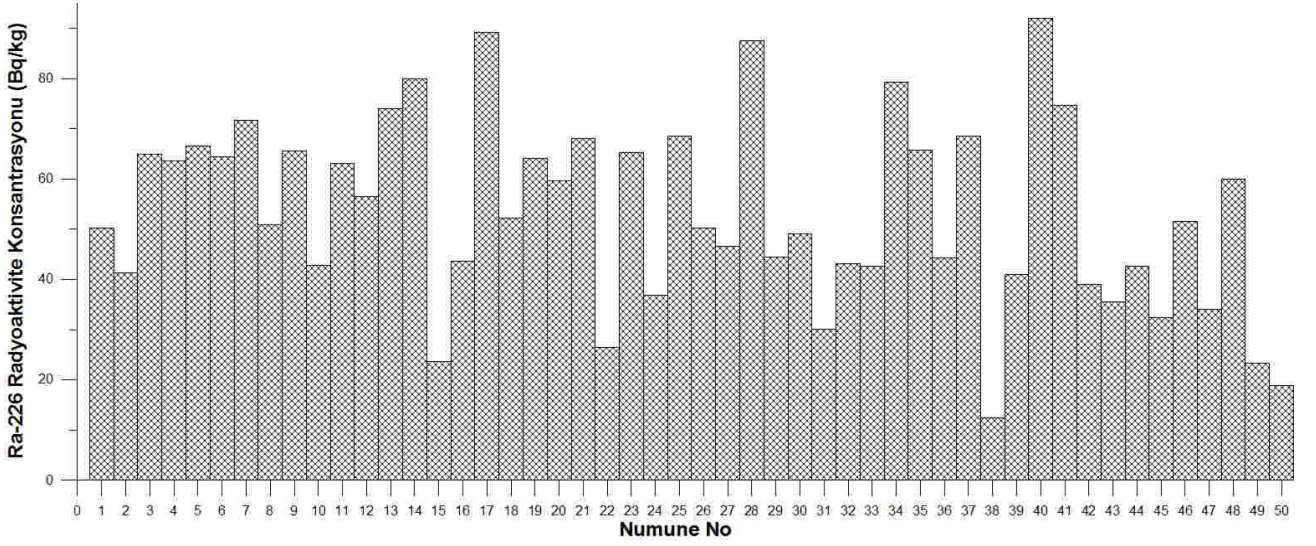
Numune	^{226}Ra (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
B1	50,27±2,77	73,12±6,31	455,71±6,66
B2	41,38±2,00	71,47±5,53	328,88±5,60
B3	64,97±3,10	80,81±0,39	279,24±5,61
B4	63,54±3,41	69,66±5,07	291,82±6,00
B5	66,62±2,81	119,19±7,08	512,83±10,05
B6	64,45±4,36	99,29±5,26	383,45±6,46
B7	71,65±3,99	90,21±0,55	296,05±6,38
B8	50,84±3,86	67,26±6,36	287,13±6,26
B9	65,55±3,20	108,51±7,61	574,32±6,42
B10	42,82±2,67	60,13±6,62	339,18±6,53
B11	63,16±2,84	106,25±6,36	533,37±7,95
B12	56,43±3,55	106,07±6,70	370,67±6,01
B13	74,06±3,10	69,44±4,74	452,56±6,20
B14	79,95±3,18	93,72±4,58	494,38±8,34
B15	23,71±1,59	63,88±3,21	117,76±4,79
B16	43,58±2,79	70,45±4,49	238,25±4,96
B17	89,23±4,90	111,76±5,84	665,81±8,79
B18	52,17±4,31	44,40±3,19	337,92±6,30
B19	64,08±3,87	44,09±1,90	321,89±5,56
B20	59,58±3,05	63,11±5,94	346,06±6,17
B21	68,14±3,84	78,25±3,52	354,93±7,10
B22	26,52±3,60	55,64±2,93	284,12±5,61
B23	65,26±2,87	90,22±4,95	313,03±5,38
B24	36,85±2,17	72,00±4,28	299,07±6,10
B25	68,53±2,86	ASA	99,79±5,39
B26	50,25±2,88	50,86±1,20	328,85±5,87

Tablo 4.2. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K Aktivite Konsantrasyonları

Numune	^{226}Ra (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
B27	46,65±2,66	71,01±5,64	263,37±5,79
B28	87,51±5,45	111,60±6,63	396,87±7,61
B29	44,49±2,64	56,34±3,22	ASA
B30	49,08±2,81	29,15±4,97	7,14±4,64
B31	30,12±4,03	46,62±3,53	110,83±4,49
B32	43,11±4,03	110,94±8,56	468,51±7,73
B33	42,59±2,70	77,80±4,58	505,64±7,83
B34	79,37±3,21	69,19±4,75	541,50±8,93
B35	65,74±3,83	61,56±5,28	447,93±6,20
B36	44,26±3,56	77,53±4,28	566,36±8,33
B37	68,55±2,62	91,91±5,39	ASA
B38	12,45±2,53	48,57±6,76	252,26±5,19
B39	41,06±1,81	66,17±3,65	413,00±6,39
B40	92,08±5,34	63,21±2,81	469,84±7,59
B41	74,74±3,87	88,00±6,68	451,07±6,40
B42	38,99±2,22	74,40±6,89	147,18±4,13
B43	35,44±1,74	59,77±3,72	308,82±5,85
B44	42,71±2,05	46,95±3,39	42,57±5,15
B45	32,34±4,36	41,10±1,91	323,63±5,52
B46	51,54±2,25	75,11±3,99	398,34±5,97
B47	34,09±1,44	66,74±4,75	432,75±6,63
B48	59,93±3,01	23,10±4,42	439,75±6,59
B49	23,26±5,37	65,87±3,05	533,48±7,78
B50	18,88±1,08	36,81±4,70	253,72±4,65

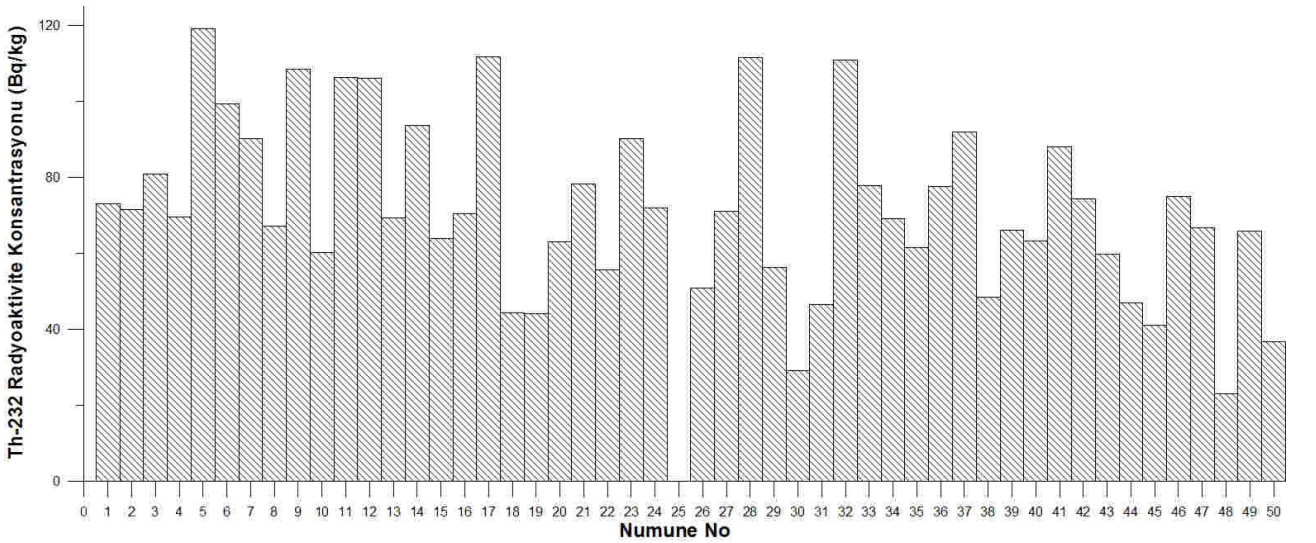
(ASA: Algılama sınırının altında)

Şekil 4.1 incelendiğinde, 50 adet tıbbi ve aromatik bitki örneklerinde; en yüksek ^{226}Ra aktivite konsantrasyonunun B40 örneğinde, en düşük ^{226}Ra aktivite konsantrasyonunun ise B38 örneğinde olduğu tespit edilmiştir.

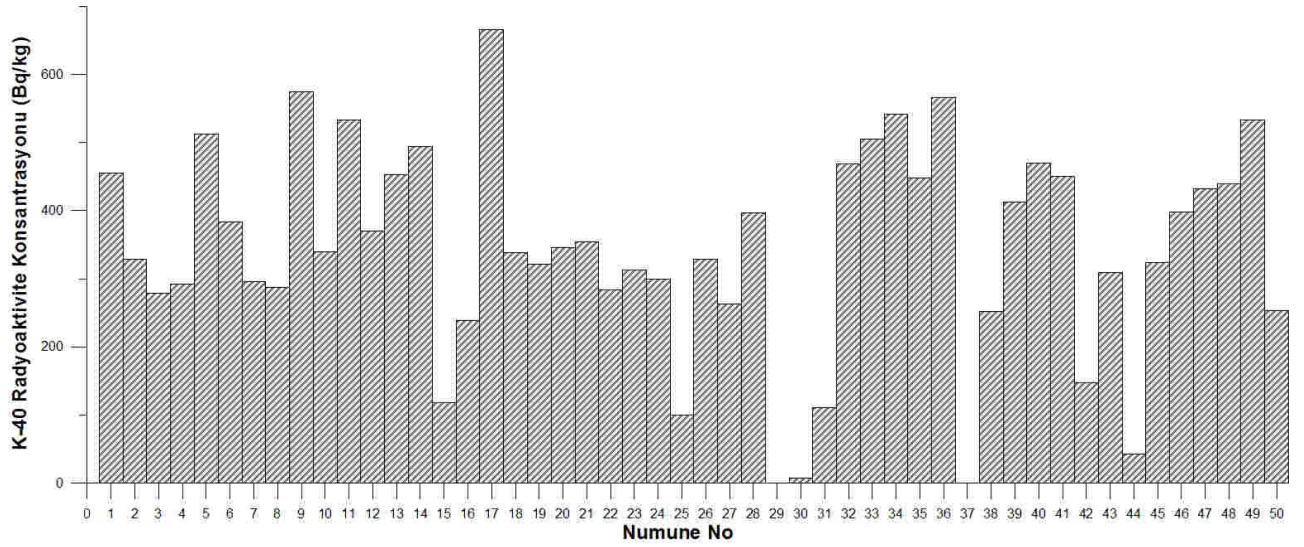


Şekil 4.1. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ^{226}Ra Aktivite Konsantrasyonları.

Şekil 4.2 incelendiğinde; en yüksek ^{232}Th aktivite konsantrasyonun B5 numunesinde en düşük ^{232}Th aktivite konsantrasyonun B48 olduğu görülmüştür. Şekil 4.3 incelendiğinde ise; en yüksek ^{40}K aktivite konsantrasyonun B17 numunesinde, en düşük ^{40}K aktivite konsantrasyonun ise B30 numunesinde olduğu görülmüştür.



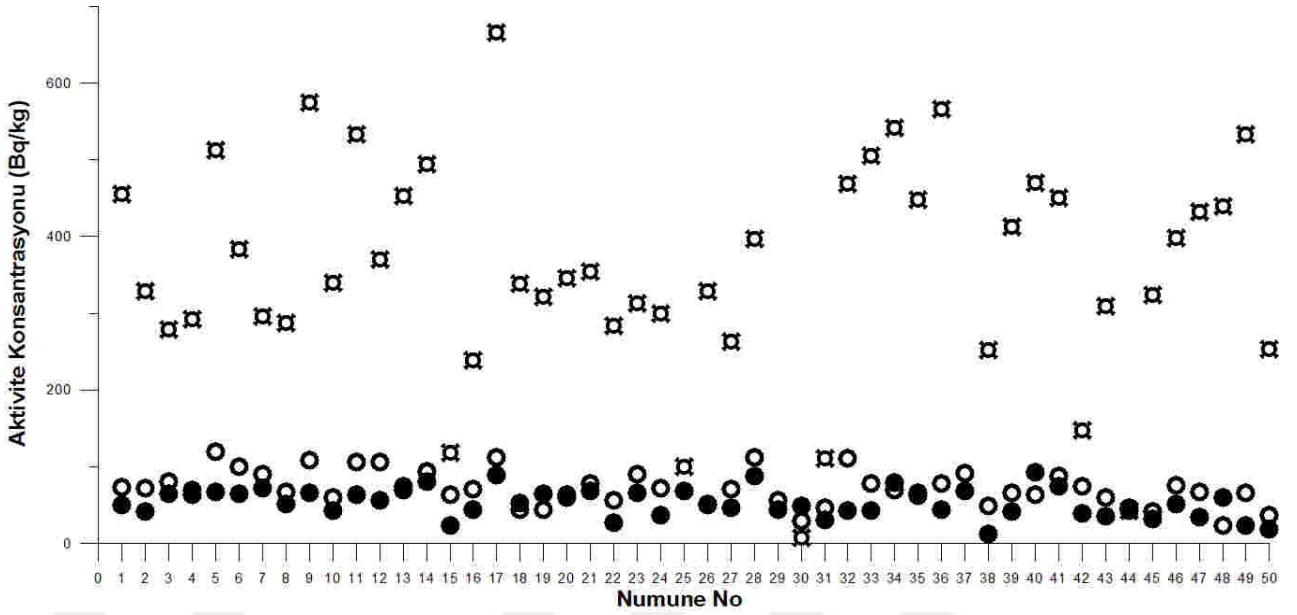
Şekil 4.2. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ^{232}Th Aktivite Konsantrasyonları



Şekil 4.3. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ^{40}K Aktivite Konsantrasyonları

4.2. Radyoizotop Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması

Tıbbi ve aromatik bitki örneklerinin, ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K radyoizotoplarının karşılaştırılması Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Şekil 4.4 incelendiğinde; ^{40}K radyoizotopunun aktivite konsantrasyonunun bütün örneklerde en yüksek seviyeye sahip olduğu görülmektedir. Sadece, B30 (Ahlat-Adaçayı) numaralı örneğin, ^{40}K radyoizotopunun aktivite konsantrasyonunun; ^{226}Ra ve ^{232}Th radyoizotop konsantrasyonlarından daha düşük seviyede olduğu görülmektedir.



Şekil 4.4. Tıbbi ve Aromatik Bitki Örneklerinin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K Radyoizotop Konsantrasyonlarının Karşılaştırılması (●: Ra-226, ○: Th-232, □: K-40)

4.3. Bitkilerin Yetiştığı Noktalara Göre Karşılaştırılması

B11 (Mutki), B15 (Bitlis-Merkez), B27 (Adilcevaz-Ayır Gölü), B38 (Tatvan- Küçüksu Köyü), B47 (Adilcevaz- Ayır Gölü) ve B50 (Ahlat- Harabe Şehir) örnekleri Sarı Civanperçemi bitkisidir ve bu bitki örneklerinin aktivite değerlerinin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Bu örneklerin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; ^{226}Ra konsantrasyonunun en düşük değerinin B38 ($12,45 \pm 2,53$ Bq/kg) örneğinde, ^{232}Th konsantrasyonunun en düşük değerinin B50 ($36,81 \pm 4,70$ Bq/kg) örneğinde, ^{40}K konsantrasyonunun en düşük değerinin ise B38 ($252,27 \pm 5,19$ Bq/kg) örneğinde olduğu görülmüştür. ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları en yüksek B11 (sırasıyla; $63,16 \pm 2,84$ Bq/kg, $106,25 \pm 6,36$ Bq/kg, $533,37 \pm 7,95$ Bq/kg) örneğinde ölçülmüştür.

B1 (Bitlis- Ağaç Köprü Köyü) ve B28 (Adilcevaz) örnekleri Ekşimen bitkisidir. Bu örneklerin ^{226}Ra aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; her iki örneğin ^{226}Ra konsantrasyonlarının yaklaşık olarak aynı değerlere sahip olduğu, ancak kıyaslama yapılacak olursa; en düşük değere B1 ($50,27 \pm 2,77$ Bq/kg) örneğinin, ^{232}Th aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B1 ($73,12 \pm 6,31$ Bq/kg) örneğinin, ^{40}K aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B28 ($396,87 \pm 7,61$ Bq/kg) örneğinin sahip olduğu görülmüştür.

B5 (Bitlis- Ağaç Köprü Köyü) ve B36 (Mutki) örnekleri Kenger bitkisidir. B5 ve B36 örneklerinin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; B5 kodlu örneğin ^{226}Ra ve ^{232}Th aktivite konsantrasyonlarının, B36 kodlu örneğin sahip olduğu değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

B6 (Bitlis- Ağaç Köprü Köyü) ve B35 (Mutki) örnekleri Kedi Nanesi bitkisidir. Bu örneklerin ^{226}Ra aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; her iki örneğin ^{226}Ra konsantrasyonlarının yaklaşık olarak aynı değerlere sahip olduğu, ancak kıyaslama yapılacak olursa; en düşük değere B6 ($64,45 \pm 4,36$ Bq/kg) örneğinin, ^{232}Th aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B35 ($61,56 \pm 5,28$ Bq/kg) örneğinin, ^{40}K aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B6 ($383,45 \pm 6,46$ Bq/kg) örneğinin sahip olduğu görülmüştür.

B10 (Mutki) ve B30 (Ahlat- Harabe Şehir) örnekleri Ada çayı bitkisidir. Bu örneklerin ^{226}Ra aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B10 ($42,82 \pm 2,67$ Bq/kg) örneğinin, ^{232}Th aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B30 ($29,15 \pm 4,97$ Bq/kg) örneğinin, ^{40}K aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B30 ($7,14 \pm 4,64$ Bq/kg) örneğinin sahip olduğu görülmüştür.

B14 (Bitlis – Kampos Dağı), B24 (Tatvan- Han Elmalı Köyü) ve B43 (Tatvan- Han Elmalı Köyü) örnekleri Kekik bitkisidir. Bu örneklerin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; B24 ve B43 örnekleri aynı civarda toplanmıştır ve bu iki örneğin ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonlarının yaklaşık değerlere sahip olduğu görülmüştür. ^{226}Ra konsantrasyonunun en düşük değerinin B43 ($35,44 \pm 1,74$ Bq/kg) örneğinde, ^{232}Th konsantrasyonunun en düşük değerinin B43 ($59,77 \pm 3,72$ Bq/kg) örneğinde, ^{40}K konsantrasyonunun en düşük değerinin ise B24 ($299,07 \pm 6,10$ Bq/kg) örneğinde olduğu görülmüştür. ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K aktivite konsantrasyonları en yüksek B14 (sırasıyla; $79,95 \pm 3,18$ Bq/kg, $93,72 \pm 4,58$ Bq/kg, $494,38 \pm 8,34$ Bq/kg) örneğinde ölçülmüştür.

B16 (Güroymak) ve B40 (Tatvan- Küçüksu Köyü) örnekleri Isırgan Otu bitkisidir. Bu örneklerin ^{226}Ra aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B16 ($43,58 \pm 2,79$ Bq/kg) örneğinin, ^{232}Th aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B40 ($63,21 \pm 2,81$ Bq/kg) örneğinin, ^{40}K aktivite konsantrasyonları incelendiğinde; en düşük değere B16 ($238,25 \pm 4,96$ Bq/kg) örneğinin sahip olduğu görülmüştür.

B26 (Tatvan- Han Elmalı Köyü), B39 (Tatvan- Küçüksu Köyü), ve B44 (Tatvan- Han Elmalı Köyü) örnekleri ise Boz otu bitkisidir. Bu örnekler arasında; B44 örneğinin ^{232}Th ($46,95 \pm 3,39$ Bq/kg) ve ^{40}K ($42,57 \pm 5,15$ Bq/kg) konsantrasyonlarının en düşük değere sahip olduğu görülmüştür. B39 örneğinde ise; ^{226}Ra ($41,06 \pm 1,81$ Bq/kg) konsantrasyonunun en düşük seviyeye, bununla beraber ^{232}Th ($66,17 \pm 3,65$ Bq/kg) ve ^{40}K ($413,00 \pm 6,39$ Bq/kg) konsantrasyonlarının en yüksek seviyeye sahip olduğu belirlenmiştir. Her üç örneğin de; ^{226}Ra ve ^{232}Th değerlerinin yaklaşık değerlere sahip olduğu, ^{40}K konsantrasyon değerlerinin ise arasında oldukça fazla fark olduğu görülmüştür.



5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Bitlis ili ve ilçelerinde yetişen bitkilerde doğal olarak bulunan radyoizotop seviyeleri tespit edilmiştir. Bu şifalı bitki örneklerinde, bazı numuneler aynı bitkilerdir ancak farklı noktalarda toplanmışlardır.

50 bitki örneği arasında; toplandığı noktalar farklı ancak aynı tür olan bitkiler bulunmaktadır.(Örneğin;B11ve B15 kodlu bitkiler Sarı Civanperçemi bitkisidir. Ancak B11 Mutki'den B15 ise Bitlis merkezden toplanmıştır. Yapılmış olan analiz sonucunda, farklı noktalarda toplanan bitkilerin aynı olmasına rağmen ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K radyoaktivite konsantrasyonları farklı değerlere sahiptir. Bunu sebebi; bitkinin yetiştiği toprağın ve beslendiği suyun radyolojik özelliği, içerdiği radyoaktivite konsantrasyonu seviyesi ve bitkinin bu radyoizotopları bünyesine alabilme derecesi olabilir. Radyo-nüklitlerin topraktan bitkilere transferi, farklı toprak ve bitki türlerinde oldukça geniş bir spektruma sahiptir. Toprağı sürme, kireçleme, gübreleme ve sulama gibi toprağı işleme uygulamaları, kökler vasıtasıyla alımı önemli derecede etkiler [23].

B17 (Labada- Güroymak) bitki örneğinde; ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K radyoizotop aktivite konsantrasyonlarının en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Bu bitki örneğinin toplandığı Güroymak İlçesinin jeolojik yapısı; volkanik kaya (kuvaterner (bazalt, piroklastik kaya)), mermer ve şist kayaçlarından oluşmaktadır (Şekil 3.1) [15]. B30 (Adaçayı- Ahlat) bitki örneğinin; en düşük ^{40}K radyoizotop aktivite konsantrasyonu, B38 (Sarı civan perçemi- Tatvan) bitki örneğinin; en düşük ^{226}Ra radyoizotop aktivite konsantrasyonu ve B48 (Pıtrak- Güroymak) bitki örneğinin ise; en düşük ^{232}Th radyoizotop aktivite konsantrasyonu değerine sahip olduğu görülmüştür. Bitlis'in Ahlat ilçesi; volkanik (kuvaterner (piroklastik kaya)), sedimenter (üst kretase- paleosen (volkanitler), alt miyosen) kayaç türlerinin oluşturduğu jeolojik yapıya ve Tatvan ilçesi de; metamorfik (üst paleozoyik (şist, kuvarsit, mermer), prekambriyen (amfibolit), permien (mermer, rekristalize kireçtaşı)) ve volkanik (kuvaterner (piroklastik kayalar)) kayaç türlerinin oluşturduğu jeolojik yapıya sahiptir (Şekil 3.1) [15]. Bu bitki örneklerinin toplandığı yerler ve bitki türleri farklıdır. Ancak, bu bitkilerin toplandıkları yerlerin benzer kayaç türlerine (kuvaterner (piroklastik kaya), mermer ve şist) sahip olduğu da görülmektedir. Bu dört bitki örneğinin sahip olduğu ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K radyoizotop aktivite konsantrasyon seviyelerine; ortak olan kayaç türlerinin etkilerinin çok fazla olmadığı akıla gelmektedir. Bitkilerin yetiştiği bölgelerin jeolojik yapının farklı kayaç türlerini içermesi, bitkinin doğal radyasyonu büyük

ölçüde yetiştiği topraktan alması ve bitkilerin radyasyonu alma ve tutma kapasitelerinin farklı olması nedeniyle; bitki örneklerinin her birinde farklı konsantrasyonlarda radyoizotop aktivitelerinin bulunması beklenen bir durumdur.

Yetiştirildiği topraktaki radyo element içeriğine ve yetiştiği dönemdeki diğer şartlara bağlı olarak başta potasyum olmak üzere uranyum, radyum ve diğer elementler bitkilerin bünyesinde bulunabilir. Radyo-nüklidlerin topraktan bitkilere geçişi oldukça karmaşıktır. Bu geçiş, kökünden bitkiye, bitkinin dış yüzeylerinden radyo-nüklidleri emmesi ve buna benzer başka türlü geçişlerle meydana gelir. Radyoaktif kirlenme bitkinin her kısmında mevcut olur [24].

Bitkideki radyoaktif kirlenmenin; sadece, topraktan ya da sudan kaynaklandığı söylenemeyebilir. Radyoaktif maddeler toprağa nüfuz ederek, topraktaki besin maddeleri gibi köklerden emilerek bitkinin içine girebilirler, ancak bu yol pek etkili değildir. Çünkü radyoaktif maddenin toprağa karışmasıyla yoğunluğu azalır ve toprakta çok yavaş bir şekilde hareket ederler. Böylece radyoaktif maddelerin büyük bir kısmı, bitkilerin yapraklarından veya kökleri yüzeyle yakın olan bitkiler tarafından emilir. Yarı ömürleri kısa olan radyoaktif maddeler daha bitki tarafından emilmeden veya kısa bir zaman sonra aktivitelerinin önemli bir kısmını kaybederler [25].

Radyoizotoplar, bitkilerin bünyesine; genellikle bitki köklerinin topraktan aldıkları su vasıtasıyla alınmaktadır [26]. Bu nedenle bitki bünyesinde bulunan radyoaktivite seviyesinin, hem toprak hem de sudan taşınan radyo-nüklidlerden kaynaklandığını söyleyebiliriz.

KAYNAKLAR

- [1] Yaramış B, 1985. Nükleer Fizik Cilt-1, İ.T.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi, İstanbul.
- [2] Şahin Y, 1989. Çekirdek Fiziğinin Esasları, Bakanlar Matbaacılık, Erzurum.
- [3] Yılmaz M, 1998. Çekirdek Fiziği, Balıkesir Üniversitesi Basımevi, Balıkesir.
- [4] Sea Region of Turkey Food and Chemical Toxicology, UNSCEAR, 2000. Sources and Effects of İonizing Radiation, Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation to the General Assembly, With Scientific Annexes, United Nations, New York, 47: 2351-2355.
- [5] Desideri D, Meli MA, Roselli, C, 2010. Natural and Artificial Radioactivity Determination of Some Medicinal Plants, Journal of Environmental Radioactivity, 101:751-756.
- [6] Krane KS, (Çeviri Editörü: Başar Şarer), 2001. Nükleer Fizik 1. Cilt, ISBN: 975-7477-82-6, Palme Yayıncılık, Ankara.
- [7] Baykal S, Yeni Tip Gama Detektörleri ve İz Sürme Tekniği,2007.Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [8] nucleus.istanbul.edu.tr/~nukfiz/ders1detektorler (Erişim Tarihi: 04.04.2016).
- [9] Cevik U, Celik, N, Celik A, Damla N, Coskuncelebi K, 2009. Radioactivity and Heavy Metal Levels İn Hazelnut Growing İn The Eastern Black, Gümüşhane.
- [10] Görür FK, Keser R, Akçay N, Dizman S, Okumuşoğlu NT, 2011. Radionuclides and Heavy Metals Concentrations İn Turkish Market Tea, Food Control 22: 2065-2070, Rize.
- [11] Sussa FV, Damatto SR, Alencar MM, Mazzilli BP, Silva Paulo SC, 2013. Natural Radioactivity Determination İn Samples of Peperomia Pellucida Commonly Used As a Medicinal Herb, Journal of Environmental Radioactivity, 116:148-15, Kilis.
- [12] Karadeniz Ö, Yaprak G, 2007. Distribution of Radiocesium and Natural Gamma Emitters İn Pine Needles İn Coniferious Forest Sites of İzmir, Applied Radiation and Isotopes, 65: 1363-1367, İzmir.
- [13] Şahin S, 2004. Şifalı Bitkilerde Toplam Alfa ve Toplam Beta Radyoaktivitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [14] İter S, 2014. Antikanserojen Aktivitesi Bilinen Bazı Şifalı Bitkilerdeki Radyoaktivite Konsantrasyon'unun belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.

- [15] Gür H, Yıldırım Sönmez F, Ay M, 2012. Bitlis İli Çevre Durum Raporu, T.C. Bitlis Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Bitlis.
- [16] Tabban A, 2000. Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları:56, Ankara, s.108-110.
- [17] <http://www.tpub.com/neets/book7/24h.htm> (Erişim tarihi: 03.05.2016).
- [18] <http://www.saglık aktuel.com> (Erişim tarihi: 17.02.2016).
- [19] <http://www.tabiat.net> (Erişim tarihi: 09.02.2016).
- [20] <http://www.rizegazete.com/haber.php>. (Erişim tarihi: 03.04.2016).
- [21] <http://www.dogalhekim.com/adacayinin-faydaları> (Erişim tarihi: 08.05.2016).
- [22] Ortec, 2010. Katı-Hal Dedektörü Kullanma Kılavuzu, USA.
- [23] Görür Ş, 2006. Çevresel Radyoaktivite İle Bu Çevrede Yaşayanlara Ait Diş Örneklerindeki Radyoaktivite Arasındaki İlişkinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [24] Kaya M, 1995. Tire Yöresi Zeytinlerinde Radyoaktivite Ölçülmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [25] Ağgöl İ,1995.Yatağan Civarında Yetişen Bitkilerde Radyoaktivite Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- [26] Demirezen, Ü, 1992. Üç Farklı Toprakta Bulunan ^{134}Cs 'ün Bitkiler Tarafından Alınması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Bitlis'in Tatvan ilçesinde doğdu. İlköğretimi Bitlis Tuğ İlköğretim Okulu'nda ve liseyi Atatürk Lisesi'nde tamamladı. 2007 yılında kazandı. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nden 2011 yılında mezun oldu. 2014 yılında Siirt 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 İngilizce'dir.

Fikriye GÖNÜLTAŞ