

**BAZI ŞİFALI BİTKİLERİN WDXRF ve TAŞINABİLİR  
EDXRF SPEKTROMETRELER ile ELEMENTEL ANALİZİ**

**Tuğba BİLİCİ**

**Y. Lisans Tezi  
Fizik Anabilim Dalı  
Yrd. Doç. Dr. İbrahim HAN  
2012  
Her Hakkı Saklıdır**

**AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Y. LİSANS TEZİ**

**BAZI ŞİFALI BİTKİLERİN WDXRF ve TAŞINABİLİR  
EDXRF SPEKTROMETRELER İLE ELEMENTEL ANALİZİ**

**Tuğba BİLİCİ**

**FİZİK ANABİLİM DALI**

**AĞRI  
2012**

**Her Hakkı Saklıdır**

**T.C.**  
**AĞRI İBRAHİM ÇEÇEN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEZ ONAY FORMU**

**BAZI ŞİFALI BİTKİLERİN WDXRF ve TAŞINABİLİR  
EDXRF SPEKTROMETRELER ile ELEMENTEL ANALİZİ**

Yrd. Doç. Dr. İbrahim HAN danışmanlığında, Tuğba BİLİCİ tarafından hazırlanan bu çalışma 18/06/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Fizik Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği/~~oy~~ çokluğu (.../...) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Lütfü DEMİR

İmza



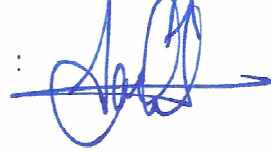
Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim HAN

İmza



Üye : Yrd. Doç. Dr. Adem ÜN

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Yrd. Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN



**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

## **ÖZET**

Y. Lisans Tezi

### **BAZI ŞİFALI BİTKİLERİN WDXRF ve TAŞINABİLİR EDXRF SPEKTROMETRELER ile ELEMENTEL ANALİZİ**

**Tuğba BİLİCİ**

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İbrahim HAN

Bitkisel çay veya ilaç olarak kullanılan bazı bitkilerin elementel konsantrasyonları dalga boyu dağılımlı X-ışını floresans (WDXRF) ve taşınabilir enerji dağılımlı X-ışını floresans (P-EDXRF) spektrometreler kullanılarak belirlenmiştir. Genellikle yaprak şeklinde olan bütün numuneler aktarlardan alınmıştır. Farklı şifalı bitkilerin X-ışını floresans (XRF) analizleri bitkilerin elementel kompozisyonları ve konsantrasyonlarının belirlenmesinde metodun güvenilir olduğunu göstermiştir.

**2012, 67 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Şifalı Bitki, P-EDXRF, WDXRF.



## **ABSTRACT**

MS Thesis

### **ELEMENTAL ANALYSIS of SOME HERBAL PLANTS USING X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER**

**Tuğba BİLİCİ**

Ağrı İbrahim Çeçen University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Physics

Supervisor: Asst. Prof. Dr. İbrahim HAN

The details of elemental composition and concentrations of some plants used herbal tea or drug have been determined using wavelength dispersive X-ray fluorescence (WDXRF) and portable energy dispersive X-ray fluorescence (P-EDXRF) spectrometers. All the samples was obtained from herbalist and usually composed of the leaves. The X-ray fluorescence (XRF) analyses of different herbal plants show that the method is reliable and useful for determination of elemental composition and concentration in plant.

**2012, 67 Pages**

**Keywords:** Herbal Plants, WDXRF, P-EDXRF.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışma sırasında göstermiş olduğu üstün hoşgörü ve anlayışı ile kıymetli bilgilerini benden esirgemeyen hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İbrahim HAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Atom Fiziği Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır ve çalışmadaki deneysel ölçümlerin bir kısmı için Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü Atom ve Molekül Fiziği Araştırma Laboratuvarında bulunan WDXRF Spektrometre kullanılmıştır. Bu vesileyle çalışmalarım sırasında benden yardımlarını esirgemeyen Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü'nün değerli hocalarına, laboratuvar imkânlarını sunan Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümüne ve katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Lütfü Demir'e çok teşekkür ederim

Teşvik ve desteklerinden dolayı değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Tuğba BİLİCİ

Haziran 2012

## İÇİNDEKİLER

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| ÖZET .....                                         | i         |
| ABSTRACT .....                                     | ii        |
| TEŞEKKÜR .....                                     | iii       |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....               | vi        |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                              | vii       |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                            | x         |
| <b>1. GİRİŞ .....</b>                              | <b>1</b>  |
| <b>2. KURAMSAL TEMELLER.....</b>                   | <b>4</b>  |
| 2.1. X-Işınları .....                              | 4         |
| 2.2. X-ışınlarının Üretilmesi .....                | 6         |
| 2.2.1. Sürekli X-ışınları .....                    | 6         |
| 2.2.2. Karakteristik X-Işınları .....              | 8         |
| 2.3. Elektromanyetik Radyasyonun Soğurulması ..... | 11        |
| 2.4. X-Işınlının Madde ile Etkileşimleri .....     | 13        |
| 2.5. Şifalı Bitkiler .....                         | 14        |
| 2.5.1. Adaçayı .....                               | 14        |
| 2.5.2. Altın Çilek .....                           | 15        |
| 2.5.3. Altın Otu .....                             | 16        |
| 2.5.4. Aslan Pençesi .....                         | 17        |
| 2.5.5. Avagado Yaprığı .....                       | 18        |
| 2.5.6. Ayva Yaprığı .....                          | 19        |
| 2.5.7. Hatmi Çiçeği .....                          | 20        |
| 2.5.8. İhlamur .....                               | 21        |
| 2.5.9. Işgın Kökü .....                            | 22        |
| 2.5.9. Sinemaki .....                              | 23        |
| 2.5.10. Üvez Yaprığı .....                         | 24        |
| 2.5.11. Yarpuz .....                               | 25        |
| <b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>                  | <b>27</b> |
| 3.1. XRF Tekniği ve XRF Spektrometreler .....      | 27        |

|                                           |           |
|-------------------------------------------|-----------|
| 3.2. EDXRF ve WDXRF Spektrometreler ..... | 29        |
| 3.3. Numunelerin Hazırlanması .....       | 33        |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>        | <b>35</b> |
| <b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ .....</b>         | <b>64</b> |
| KAYNAKLAR .....                           | 67        |
| ÖZGEÇMİŞ .....                            | 68        |

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

|           |                                                            |
|-----------|------------------------------------------------------------|
| $\sigma$  | Tesir Kesiti                                               |
| $c$       | Işık Hızı                                                  |
| $\lambda$ | Dalgaboyu                                                  |
| $\nu$     | Frekans                                                    |
| $Z$       | Atom Numarası                                              |
| $e$       | Elektron Yüğü                                              |
| $h$       | Planck Sabiti                                              |
| $m_o$     | Elektronun Durgun Kütlesi                                  |
| $N$       | Avagadro Sayısı                                            |
| $t$       | Numune Kalınlığı (gr/cm <sup>2</sup> )                     |
| $XRF$     | X-ışını Floresans                                          |
| $EDXRF$   | Enerji Ayrımlı X-ışını Floresans                           |
| $WDXRF$   | Dalgaboyu Ayrımlı X-ışını Floresans                        |
| $\beta$   | Öz-Soğurma Düzeltme Parametresi                            |
| $\mu_e$   | Numuneden Yayımlanan Fotonlar İçin Kütle Azaltma Katsayısı |
| $\mu_i$   | Numuneye Gelen Fotonlar İçin Kütle Azaltma Katsayısı       |
| $\mu_m$   | Kütle Soğurma Katsayısı                                    |
| $PEDXRF$  | Portatif Enerji Ayrımlı X-ışını Floresans                  |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. X-ışını polarizasyonunu gösteren Barkla deneyi. ....                                                | 5  |
| Şekil 2.2. Sürekli X-ışını oluşum mekanizması. ....                                                            | 7  |
| Şekil 2.3. Karakteristik X-ışını oluşumu. ....                                                                 | 9  |
| Şekil 2.4. Bir atomda ilgili elektron geçişleri sonucu yayımlanan karakteristik<br>K tabakası X-ışınları. .... | 11 |
| Şekil 2.5. X-ışınlarının bir madde ile etkileşmesi sırasında meydana<br>gelebilecek temel olaylar. ....        | 12 |
| Şekil 2.6. Adaçayı. ....                                                                                       | 15 |
| Şekil 2.7. Altın çilek. ....                                                                                   | 16 |
| Şekil 2.8. Altın otu. ....                                                                                     | 17 |
| Şekil 2.9. Aslan pençesi. ....                                                                                 | 18 |
| Şekil 2.10. Avagado yaprağı. ....                                                                              | 19 |
| Şekil 2.11. Ayva yaprağı. ....                                                                                 | 20 |
| Şekil 2.12. Hatmi çiçeği. ....                                                                                 | 20 |
| Şekil 2.13. İhlamur. ....                                                                                      | 21 |
| Şekil 2.14. Işgın Kökü. ....                                                                                   | 23 |
| Şekil 2.15. Sinemaki. ....                                                                                     | 24 |
| Şekil 2.16. Üvez yaprağı. ....                                                                                 | 25 |
| Şekil 2.17. Yarpuz. ....                                                                                       | 26 |
| Şekil 3.1. XRF tekniği ve tipik XRF analiz düzeneği. ....                                                      | 28 |
| Şekil 3.2. ED-XRFS'nin Şematik Temsili. ....                                                                   | 30 |
| Şekil 3.3. WD-XRFS'nin Şematik Temsili. ....                                                                   | 31 |
| Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan fırın. ....                                                                    | 34 |
| Şekil 3.5. Çalışmada kullanılan elek ve sarsma sistemi. ....                                                   | 34 |
| Şekil 4.1. Adaçayının P-EDXRF ile elementel analizi. ....                                                      | 36 |
| Şekil 4.2. Altın otunun P-EDXRF ile elementel analizi. ....                                                    | 37 |
| Şekil 4.3. Aslan pençesinin P-EDXRF ile elementel analizi. ....                                                | 38 |
| Şekil 4.4. Avagado yaprağının P-EDXRF ile elementel analizi. ....                                              | 39 |

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.5.</b> Ayva yaprağının P-EDXRF ile elementel analizi.....                                                       | 40 |
| <b>Şekil 4.6.</b> Hatmi çiçeğinin P-EDXRF ile elementel analizi.....                                                       | 41 |
| <b>Şekil 4.7.</b> Ihlamurun P-EDXRF ile elementel analizi.....                                                             | 42 |
| <b>Şekil 4.8.</b> Sinemakinin P-EDXRF ile elementel analizi.....                                                           | 43 |
| <b>Şekil 4.9.</b> Üvez Yaprağının P-EDXRF ile elementel analizi.....                                                       | 44 |
| <b>Şekil 4.10.</b> Yarpuzun P-EDXRF ile elementel analizi.....                                                             | 45 |
| <b>Şekil 4.11.</b> Altın çileğin P-EDXRF ile elementel analizi.....                                                        | 46 |
| <b>Şekil 4.12.</b> Işgın kökünün P-EDXRF ile elementel analizi.....                                                        | 46 |
| <b>Şekil 4.13.</b> Adaçayı için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon.....         | 49 |
| <b>Şekil 4.14.</b> Altın otu için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon.....       | 50 |
| <b>Şekil 4.15.</b> Aslan pençesi için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon.....   | 51 |
| <b>Şekil 4.16.</b> Avagado yaprağı için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon..... | 52 |
| <b>Şekil 4.17.</b> Ayva yaprağı için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon.....    | 53 |
| <b>Şekil 4.18.</b> Hatmi çiçeği için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon.....    | 54 |
| <b>Şekil 4.19.</b> Ihlamur için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon.....         | 55 |
| <b>Şekil 4.20.</b> Üvez yaprağı için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon.....    | 56 |
| <b>Şekil 4.21.</b> Yarpuz için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyon.....          | 57 |
| <b>Şekil 4.22.</b> Şifalı bitkilerdeki Fe konsantrasyonları.....                                                           | 58 |
| <b>Şekil 4.23.</b> Şifalı bitkilerdeki Cu konsantrasyonları.....                                                           | 59 |
| <b>Şekil 4.24.</b> Şifalı bitkilerdeki Mn konsantrasyonları.....                                                           | 60 |
| <b>Şekil 4.25.</b> Şifalı bitkilerdeki K konsantrasyonları.....                                                            | 61 |
| <b>Şekil 4.26.</b> Şifalı bitkilerdeki Ca konsantrasyonları.....                                                           | 62 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.27.</b> Şifalı bitkilerdeki P konsantrasyonları ..... | 63 |
|------------------------------------------------------------------|----|



## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 2.1.</b> X-ışını diyagram çizgilerinin Siegbahn ve IUPAC gösterimleri. ....                                              | 10 |
| <b>Çizelge 4.1.</b> Değirmende öğütülen şifalı bitkilerin numunelerinin P-EDXRF<br>Spektrometre ile ölçülen elementel analizi. .... | 47 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Havanda dövülen şifalı bitkilerin numunelerinin P-EDXRF<br>Spektrometre ile ölçülen elementel analizi. ....     | 48 |

## 1. GİRİŞ

Bitkilerin hastalıkların tedavisi veya hastalıklardan korunmak amacıyla kullanılması insanlık tarihi ile başlar. Bugün yeryüzünde bulunan bitki türü sayısının 250.000-500.000 arasında olduğu kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kayıtlarına göre dünya nüfusunun büyük bir bölümü (%70-80) tedavi veya korunmak amacıyla “geleneksel tıp”tan yararlanmaktadır. Bu amaçla yararlanan tıbbi bitki türünün 70.000 kadar olduğu tahmin edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından 21.000 bitki türü ilaç hazırlamak için uygun bulunmuştur. Tıbbi bitkilerden yararlanarak hastalıkları tedavi etmek daha çok Uzakdoğu ülkelerindeki toplumlarda yaygın olmakla birlikte; son yıllarda batı toplumlarında da tıbbi bitkilerden yararlanma alışkanlıklarının giderek arttığı görülmektedir. Besin desteği olarak tanımlanan bitkisel ürünlerinin tüketilmesinde zayıflama isteği, yorgunluk hissinin giderilmesi ve zinde bir vücuda sahip olma gibi nedenler başta gelmektedir. Bu gerekçelerin yanı sıra stres, menopoza, bağışıklık sistemini güçlendirme, cilt ve saç bakımı gibi nedenlerle de bu tip ürünler sıkça kullanılmaktadır.

Ivanova et al., (1998) bitkisel materyallerde bulunan As, Ba, Fe, Pb, Sr, Rb ve Zr ve topraklarda bulunan Co, Cr, Fe, Mn, Ni ve Pb elementlerini uyarma kaynağı olarak Am-241 kullanılarak X ışını floresans analiz yöntemi ile tayin etmişlerdir. Sonuç olarak bu yöntemin bazı ağır ve toksik elementlerin bitkilerde ve toprakta belirlenmesi için uygulanabilir bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Ekinci et al., (2004) inceledikleri 15 tıbbi bitki için elde edilen sonuçlardan hareketle bu bitkilerde bulunan bazı elementlerin (Ce, Sn, P, Cl, K, Ca, S, Al, Ti, Pb, Sr, Zr, Nb, Mo) EDXRF yöntemi ile de tespit edilebileceği sonucuna varmışlardır. EDXRF analizi jeokimyasal örneklerin elementel analizinde kullanılabildiği gibi yeşil bitkilerde de kullanılabileceğini göstermek için ısıpanak ve ısırgan otunun içinde bulunan potasyum, kalsiyum ve klor elementleri EDXRF yöntemi ile belirlenerek elde edilen sonuçlar literatürdeki veriler ile karşılaştırılmış ve sonuç olarak bir sebzenin EDXRF tekniği ile analizinin mümkün olduğu belirtilmiştir (Doğan et al., 2006).

Çevik et al., (2009) yosunlar üzerinde biriken ağır metalleri analiz ederek, bunların ekoloji ve insanlar üzerindeki etkilerini belirlemek için İskenderun demir-çelik fabrikası çevresinden topladıkları yosun örneklerini EDXRF sistemi ile incelemişlerdir. Koz et al., (2010) Sarp-Samsun karayolu boyunca epifitik likenler içinde ağır metal birikimini EDXRF yönteminin tespit sınırı nedeniyle bazı elementleri ölçmek için atomik absorpsiyon FAAS yöntemi kullanılarak incelemişler ve sonuç olarak nem, hakim rüzgar ve iklim şartların likenler üzerinde metal birikiminde etkili olduğu gözlemişlerdir.

Mahawatte et al., (2006) 19 ayurvedik ilacın elementel konsantrasyonunu EDXRF yöntemi kullanarak ölçülmüşler ve bu ilaçların bazılarının içeriğinde ağır metallere rastlamışlardır. Ayrıca bu ayurvedik ilaçların kullanım alanlarını tıbbi amaçlı kullanılan diğer ilaçların kullanım alanları ile karşılaştırmışlardır. Swamy et al., (2010) dalga boyu dağılımlı X ışını floresans (WDXRF) tekniği kullanılarak 16 ayurvedik ilacın metal konsantrasyonları 22 element için analiz etmişler ve bu ilaçların içerisindeki ağır metallerin zehirlenmelere neden olabileceği sonucuna varmışlardır. Pashkova (2009), süt, süt ürünleri ve bebek formüllerinde WDXRF tekniği ile Na, Mg, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr ve Br element içeriklerinin belirlemiş ve sonuç olarak da süt bazlı ürünlerin besin değerini belirlemek için WDXRF'in uygun bir yöntem olduğu sonucuna varmıştır.

Çolakoğlu ve Bilgir (1977) çeşitli bitkilerin elementel konsantrasyonlarını belirlemek üzere yaptıkları çalışmada demir miktarının stifnoda (30mg/100 g), kalsiyum miktarının sarmaşık otunda (20 mg/100 g), potasyum miktarının deniz börülcesinde, fosfor miktarının ise gelincik ve deniz börülcesinde (15 mg/100 g) en az ve sırasıyla ısırgan da (90 mg/100 g), ısırganda (206 mg/100 g), stifnoda (36 mg/100 g) ve sarmaşık otunda (65 mg/100 g) en fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Bilgir (1982) yenilebilir yabancı otlar üzerine yaptığı çalışmada en çok kalsiyumu deve dikeninin (213 mg/100 g) en az kalsiyumu ise pazının (31 mg/100 g) içerdiğini belirtmiştir. Fosfor miktarı şevketi bostan, yabancı pazı ve yabancı semizotu da 18 mg/100 g, ığnelik

ve deve dikeninde ise 16 mg/100 g olarak elde edilmiştir. Holland et al. (1992) ıspanak, turp, biber, marul, lahana, brokoli, kereviz ve kuşkonmaz gibi kültür sebzelerinde demir, bakır, mangan, potasyum ve fosfor gibi elementlerin miktarlarını belirlemişleridir. Guil-Guerrero et al., (1999), güneydoğu İspanya’da yenebilir yabani bitkilerdeki mineral maddelerin belirlenmesine dair yaptıkları çalışmada, ebegümecinde 5,82 mg/100 g miktarında demir, deniz hardalında 293,7 mg/100 g ve ebegümecinde 757,4 mg/100 g potasyum bulunduğunu bildirilmişlerdir.

Bu çalışmada bitkisel çay veya ilaç olarak yaygın olarak kullanılan Adaçayı, Altın çilek, Altın otu, Aslan pençesi, Avagado yaprağı, Ayva yaprağı, Defne Yaprak, Hatmi çiçeği, Ihlamur, Sinemaki, Üvez yaprağı ve Yarpuz bitkilerinin elementsel içerikleri taşınabilir EDXRF ve WDXRF sistemler kullanılarak belirlenmiştir.

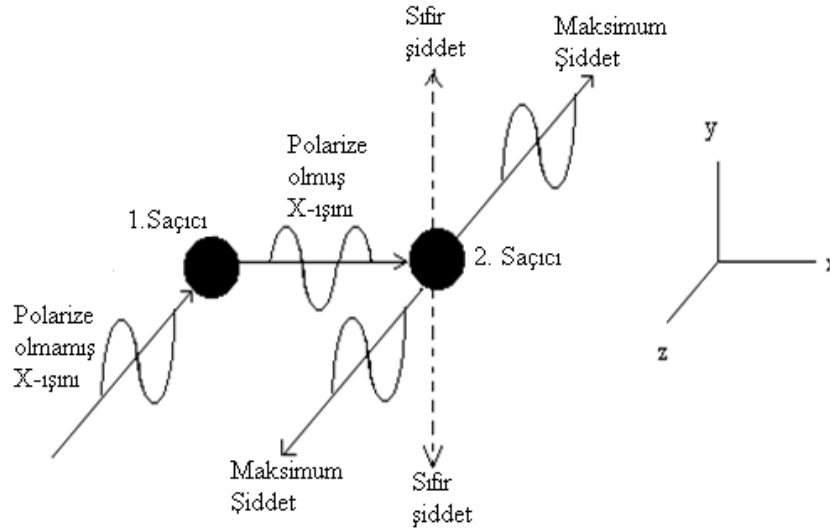
## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. X-Işınları

Wilhelm Conrad Röntgen 1895’de madde üzerine düşen hızlı elektronların, bilinmeyen tabiatlı son derece girici ışımlar meydana getirdiğini gözlemişti. Mahiyetleri tam olarak bilinmediği için X-ışınları diye adlandırılan bu ışınların giricilik ve şiddetlerinin başlangıçtaki elektronların hızlarıyla doğru orantılı olduğu yani elektronlar ne kadar hızlı ise oluşan X-ışınlarının da o kadar girici ve şiddetli olduğu tespit edilmişti. Bir madde üzerine düşen ışık etkisiyle maddeden elektron sökülmesi temeline dayanan fotoelektrik olay, fotonların elektronlara enerji aktarabileceğini ve bu enerjiyi soğuran elektronların serbest kalarak harekete geçebileceğini göstermiştir. X-ışınlarının keşfi ile bu olayın tersinin de mümkün olabileceği yani hareketli bir elektronun kinetik enerjisinin tümünün veya bir kısmının bir fotona dönüşebileceği anlaşılmıştır.

Elektromanyetik kuram, ivmeli bir elektrik yükünün elektromanyetik dalga yayımlamasını öngörür. Aniden durdurulan hızlı bir elektron da tabii ki ivmeli hareket yapar, dolayısıyla elektronun durdurulmasıyla oluşan X-ışınları da elektromanyetik dalgalarlardır. Bu elektromanyetik dalgaların yani X-ışınlarının; elektrik ve manyetik alanlar içinde bir sapmaya uğramadan doğru yollar boyunca ilerlediği, saydam olmayan maddeler içinden kolayca geçtiği, fosforlu maddelerin parlamasına yol açtığı ve fotoğraf plakalarına etki ettiği, keşiflerinden kısa süre sonra bulunmuştu. X-ışınlarının dalga tabiatı ilk kez 1906’da, bunların polarizasyonunu göstermeyi başaran Barkla tarafından ortaya konmuştur. Barkla’nın deney düzeneği Şekil 2.1’de çizilmiştir. Barkla’nın deneyi, X-ışınlarının elektromanyetik dalgalar olduğu kabulü altında çözümlenebilir. Deneyde z-yönünde kutuplanmamış (polarize olmamış) bir X-ışını demeti soldaki küçük bir karbon bloğu üzerine düşer. Bu ışınlar karbon tarafından saçılır; bu demektir ki, karbon atomları içerisindeki elektronlar X-ışınlarının elektrik

vektörleri tarafından titreşime geçirilir ve sonra yeniden ışıma yaparlar. Bir elektromanyetik dalgadaki elektrik alan vektörü dalganın yayılma doğrultusuna dik olduğundan, ilk X-ışınları yalnızca x-y düzlemi içinde kalan elektrik alan vektörleri ihtiva eder. +x yönünde saçılan X-ışını, yalnızca y doğrultusunda elektrik vektörüne sahip olabilir ve bu nedenle düzlem polarize olmuştur. Bu polarizasyonu göstermek için, ışının yolu üzerine sağdaki gibi bir başka karbon blok konur. Bu bloktaki elektronlar, y doğrultusunda titreşmekle kısıtlanmıştır ve bu nedenle, yalnızca x-z düzlemi içinde yayılan X-ışınları ışıır, y doğrultusunda ışıma olmaz. Saçılan X-ışınlarının x-z düzlemi dışında gözlenemeyişi X-ışınlarının dalga özelliğini doğrular.



**Şekil 2.1.** X-ışını polarizasyonunu gösteren Barkla deneyi.

X-ışınlarının dalga boylarını ölçmek için bir kırınım deneyinin ideal olacağı düşünülmüştü. Optik fiziğinden bilindiği üzere; bir kırınım deneyinde doyurucu sonuçlar alabilmek için kırınım ağındaki iki komşu çizgi arasındaki mesafenin ışığın dalgaboyu ile aynı mertebede olması gerekir. Fakat X-ışınları için önerilen dalga boyları çok küçük olduğu için X-ışınlarının gerektirdiği dar aralıklarla kırınım ağı yapmak o dönem için mevcut sistemlerle mümkün değildi. 1912’de Max von LAUE X-ışınları için önerilen dalgaboylarının bir kristalde birbirine komşu iki atom arasındaki uzaklıkla kıyaslanabileceğini ileri sürdü ve örgüleri üç boyutlu bir kırınım ağı gibi davranacak olan kristallerin X-ışınlarını kırınıma uğratmak için

kullanılmalarını önerdi. Daha sonra yapılan deneylerde X-ışınlarının dalga tabiatı başarıyla gösterildi. X-ışınları için  $1,3 \times 10^{-11}$ 'den  $4,8 \times 10^{-11}$  metreye (0,13'den 0,48 Å'a) kadar dalgalıboyları bulunmuştur. Sınıflandırma amacı ile bugün dalgalıboyları yaklaşık  $10^{-12}$ – $10^{-8}$  m (0,01-100 Å) aralığında olan elektromanyetik ışımlar X-ışınları olarak dikkate alınmaktadır. Görünür ışığa kıyasla  $10^{-4}$  kat daha küçük dalgalıboyuna sahip olan X-ışınları, görünür ışıktan  $10^4$  kat daha enerjiktirler.

Elektromanyetik yayımlama kaynağına göre yapılan sınıflandırmaya göre gama ( $\gamma$ ) ışınlardan radyo dalgalarına kadar yayılmış sürekli ışıma dizisine elektromanyetik spektrum denir. Elektromanyetik ışımların fiziksel özellikleri bütün spektrumda aynıdır. Aynı hız ve aynı elektromanyetik tabiata sahip olan bu ışımlar arasındaki fark dalgalıboylarıdır (frekanslarıdır). Spektrumda dalgalıboyları 0,01'den 100 Å'a kadar olan elektromanyetik ışımlar X-ışınları kategorisine girer. Elektromanyetik spektrumun yüksek enerjili kısmına düşen bu kategorinin sınırları keskin değildir, kısa dalgalıboyu ucu  $\gamma$ -ışınları ile uzun dalgalıboyu ucu ise morötesi ışıkla karışır. X-ışınları, nitelik itibarıyla sürekli X-ışınları ve karakteristik (veya çizgi) X-ışınları olmak üzere iki grupta incelenebilirler.

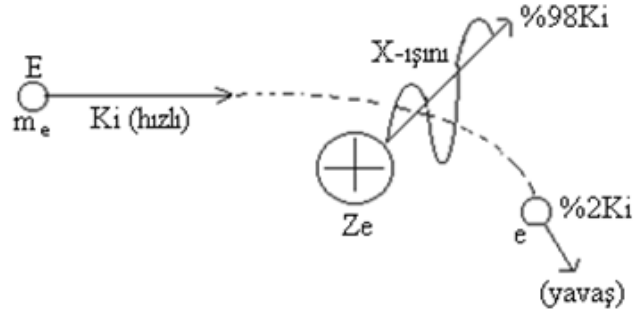
## 2.2 X-ışınlarının Üretilmesi

X-ışınları, nitelik itibarıyla sürekli X-ışınları ve karakteristik (veya çizgi) X-ışınları olmak üzere iki grupta incelenebilirler.

### 2.2.1. Sürekli X-ışınları

Sürekli X-ışınları; elektronlar, protonlar veya  $\alpha$  parçacıkları gibi yüksek enerjili, yüklü parçacıkların ağır çekirdeklerin Coulomb alanından geçerken enerji kaybetmeleri bir başka deyişle nükleer saçılmalarla hedef içerisinde adım adım yavaşlatılmaları sonucu

meydana gelirler. Sürekli X-ışınlarının oluşumu Şekil 2.2.'de şematik olarak gösterilmiştir.



**Şekil 2.2.** Sürekli X-ışını oluşum mekanizması.

Bu etkileşimde yüklü parçacığın ısıdığı enerji, sürekli spektrum veya Bremsstrahlung (frenleme radyasyonu) spektrumu olarak isimlendirilir. Sürekli X-ışını spektrumları geniş bir frekans aralığını kapsayan sürekli bir ışımaya karşılık gelmektedir. Bu nedenle sürekli X-ışınlarına beyaz X-ışınları da denir. Sürekli X-ışını emisyonu, klasik elektromagnetik teoriye göre şöyle açıklanabilir. İvmeli hareket eden yükler elektromagnetik ışımada bulunurlar. Yüksek enerjili elektronlar bir hedefe çarptıkları zaman bu elektronların enerjilerinin %1'i sürekli X-ışınlarının oluşmasına yol açar. Sürekli X-ışınlarının üretilmesinde X-ışını tüpleri temel kaynaktır. Hedefe (bir X-ışını tüpünde anoda) çarpan elektronlardan çok az bir kısmı enerjilerini bir defada ve tümüyle bir X-ışını fotonu olarak yayımlayabilir. Bu elektronlar maksimum frekanslı (minimum dalgaboylu) ışımaları oluştururlar. Minimum dalga boyu ( $\lambda_{min}$ ) hedef üzerine gelen elektronun tüm kinetik enerjisini ( $E=eV_0$ ) tek bir fotona vermesine karşılık geldiğine göre  $E_x$  yayımlanan X-ışınının enerjisi olmak üzere;

$$E_x = \frac{hc}{\lambda_{min}} \quad (2.1)$$

yazılabilir. Buradan  $\lambda_{min}$  için aşağıdaki ifade elde edilir.



$$\frac{hc}{\lambda_{\min}} = eV_o \Rightarrow \lambda_{\min} = \frac{hc}{eV_o} \quad (2.2)$$

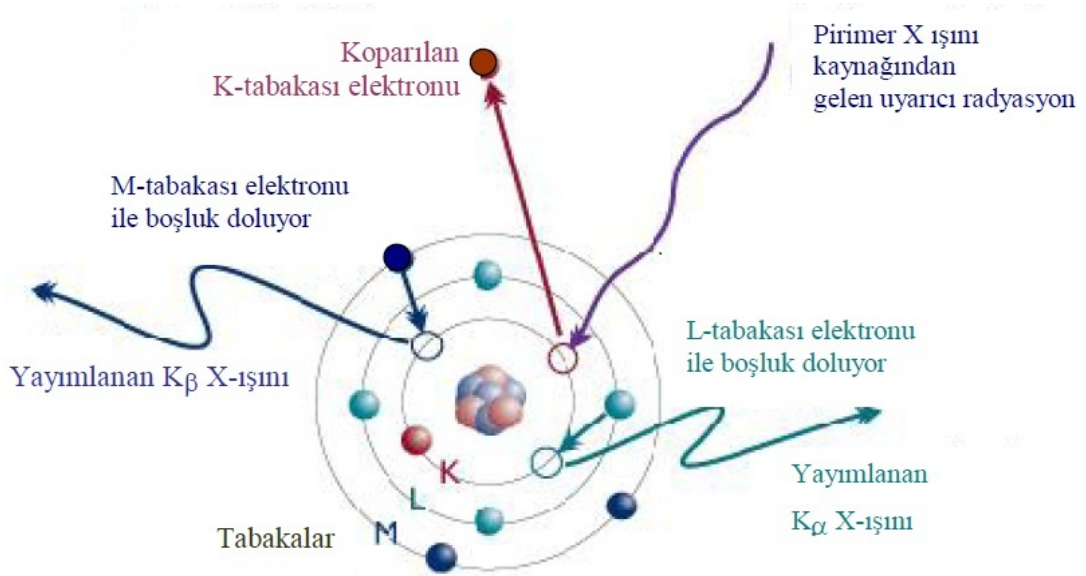
Bir X-ışını tüpünde elektronlarla meydana getirilen sürekli X-ışını spekturumu, uyarıcı elektronların maksimum enerjilerine karşılık gelen,  $\lambda_{\min}$  kısa dalgaboyu sınırıyla karakterize edilir. Burada,  $h$  Plank sabiti ( $6,62 \times 10^{-27}$  erg·s),  $c$  ışık hızı,  $e$  elektronun yükü ve  $V_o$  ise tüpe uygulanan potansiyeldir. Kısa dalgaboyu sınırı ile uygulanan potansiyel arasındaki bu ilişki Duane-Hunt kanunu olarak bilinir. Bir X-ışını tüpünde elektronlar tarafından meydana getirilen sürekli X-ışını spektrumu şu özelliklerle karakterize edilir.

- 1- Kısa dalgaboyu limiti  $\lambda_{\min}$ ; bu dalgaboyu altında radyasyon gözlemlenmez.
- 2- Maksimum şiddetin dalgaboyu  $\lambda_{\max}$  yaklaşık olarak  $\lambda_{\min} / 2$  dir.
- 3- Toplam şiddet, tüp voltajı ve hedef maddesinin atom numarası ( $Z$ ) ile orantılıdır.

### 2.2.2. Karakteristik X-Işınları

Bir atomda elektronlar atomun merkezinde bulunan çekirdek etrafında yörünge olarak adlandırılan enerji katmanlarında dolanırlar. Her bir elektronun hızından kaynaklanan bir kinetik enerjisi ve çekirdekten uzaklığına bağlı olarak da sahip olduğu bir potansiyel enerjisi vardır. Bu nedenle enerji düzeylerinde hareket eden elektronların kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına eşit olan bir enerjileri vardır. Elektronların sahip oldukları enerji iç tabakalardan dış tabakalara doğru gidildikçe artar. Bu sayede çekirdek çevresindeki elektronlar yüksek hızlarla dönmelerine rağmen konumlarını muhafaza ederler. Bu elektronların uzaysal konumları herhangi bir enerji etkisi ile bozulursa; iç tabakalara veya dış tabakalara doğru elektron geçişleri olur. Atomun herhangi bir iç tabakasından sökülen elektronun yerinde kalan boşluk, üst tabakadaki elektronlar tarafından belli geçiş kurallarına ve enerjinin minimumluğu prensibine uygun olarak doldurulur. Böyle bir doldurma sırasında enerji farkı bir X-

ışını fotonu olarak yayımlanır. Bu foton yayımlandığı malzemeye has özellikler taşıdığı için o elementin karakteristik X-ışını diye adlandırılır. Karakteristik X-ışını oluşumu Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



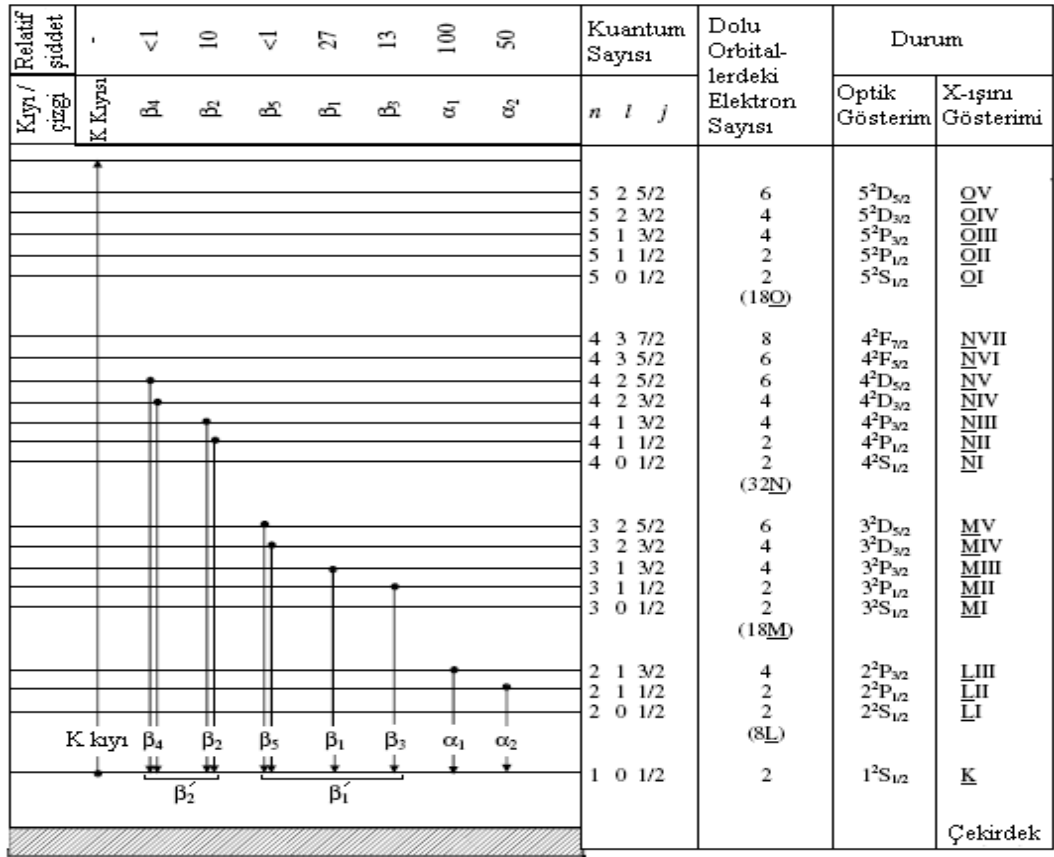
**Şekil 2.3.** Karakteristik X-ışını oluşumu.

Atomlar, elektron yörüngeleri arasındaki enerji farkına eşit enerjiyi soğurarak veya yayımlayarak kuantum mekaniği ile açıklanabilen izinli yörüngeler arasında geçişler yapabilirler. Atomun enerji soğurarak üst seviyelere çıkması uyarma (excitation), uyarılmış elektronun enerji yayımlayarak temel hale geçmesi ise uyarılmışlıktan kurtulma (de-excitation) olarak adlandırılır. Uyarılmışlıktan kurtulma tek bir basamakta olabileceği gibi birkaç basamakta da olabilir ve her bir geçişte seviyeler arası enerji farkına eşit değerde enerji taşıyan bir foton (karakteristik X-ışını) yayımlanır. Bunlar spektrumda karakteristik çizgiler denilen  $K\alpha$ ,  $K\beta$ ,  $L\gamma$ ,  $L\alpha$ ,  $L\beta$ ,  $L\eta$ ,  $L\gamma$ ,  $M\alpha$ ,  $M\beta$ , ... çizgilerini oluştururlar. Herhangi bir tabaka veya alt tabakadaki bir boşluk üst tabakalardan bir elektron ile doldurulduğu zaman yayımlanan X-ışınlarının Siegbahn ve IUPAC gösterimleri Çizelge 2.1’de verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** X-ışını diyagram çizgilerinin Siegbahn ve IUPAC gösterimleri.

| Siegbahn     | IUPAC   | Siegbahn      | IUPAC         | Siegbahn     | IUPAC     | Siegbahn    | IUPAC     |
|--------------|---------|---------------|---------------|--------------|-----------|-------------|-----------|
| $K\alpha_1$  | $K-L_3$ | $L\alpha_1$   | $L_3-M_5$     | $L\gamma_1$  | $L_2-N_4$ | $M\alpha_1$ | $M_5-N_7$ |
| $K\alpha_2$  | $K-L_2$ | $L\alpha_2$   | $L_3-M_4$     | $L\gamma_2$  | $L_1-N_2$ | $M\alpha_2$ | $M_5-N_6$ |
| $K\beta_1$   | $K-M_3$ | $L\beta_1$    | $L_2-M_4$     | $L\gamma_3$  | $L_1-N_3$ | $M\beta$    | $M_4-N_6$ |
| $K\beta_2'$  | $K-N_3$ | $L\beta_2$    | $L_3-N_5$     | $L\gamma_4$  | $L_1-O_3$ | $M\gamma$   | $M_3-N_5$ |
| $K\beta_2''$ | $K-N_2$ | $L\beta_3$    | $L_1-M_3$     | $L\gamma_4'$ | $L_1-O_2$ | $M\xi_1$    | $M_5-N_3$ |
| $K\beta_3$   | $K-M_2$ | $L\beta_4$    | $L_1-M_2$     | $L\gamma_5$  | $L_2-N_1$ | $M\xi_2$    | $M_4-N_2$ |
| $K\beta_4'$  | $K-N_5$ | $L\beta_5$    | $L_3-O_{4,5}$ | $L\gamma_6$  | $L_2-O_4$ |             |           |
| $K\beta_4''$ | $K-N_4$ | $L\beta_6$    | $L_3-N_1$     | $L\gamma_8$  | $L_2-O_1$ |             |           |
| $K\beta_5'$  | $K-M_5$ | $L\beta_7$    | $L_3-O_1$     | $L\gamma_8'$ | $L_2-N_6$ |             |           |
| $K\beta_5''$ | $K-M_4$ | $L\beta_9$    | $L_1-M_5$     | $L\eta$      | $L_2-M_1$ |             |           |
|              |         | $L\beta_{10}$ | $L_1-M_4$     | $L\lambda$   | $L_3-M_1$ |             |           |
|              |         | $L\beta_{15}$ | $L_3-N_4$     |              |           |             |           |
|              |         | $L\beta_{17}$ | $L_2-M_3$     |              |           |             |           |

Bir atomun K kabuğunda meydana getirilen elektron boşluğu şayet L kabuğunda bulunan bir elektron tarafından doldurulacak olursa, böyle bir elektron geçişi sonucunda yayımlanan fotonun frekansı, karakteristik spektrumunun  $K\alpha$  çizgisine karşılık gelir. K kabuğundaki boşluk M kabuğundaki bir elektron tarafından doldurulursa  $K\beta$  çizgisine karşılık gelen fotonlar yayımlanır. Şayet hedef metali üzerine çarpan elektronların enerjileri K kabuğundan elektron sökecek kadar büyük değilse, L, M, N, ... kabuklarından birinden bir elektron sökülebilir ve bu kez K kabuğuna benzer olarak L kabuğunda meydana gelen boşluğun M, N, ... kabuklarındaki elektronlarla doldurulması esnasında  $L\gamma$ ,  $L\alpha$ ,  $L\beta$ , ..., M kabuğu için  $M\alpha$ ,  $M\beta$ ,  $M\gamma$ , ... ve N kabuğu için  $N\alpha$ ,  $N\beta$ , ... çizgileri kısaca L, M ve N serileri ortaya çıkmış olur. İlgili elektron geçişleri sonucunda K tabakasından yayımlanan karakteristik X-ışınları Şekil 2.4'de gösterilmiştir.

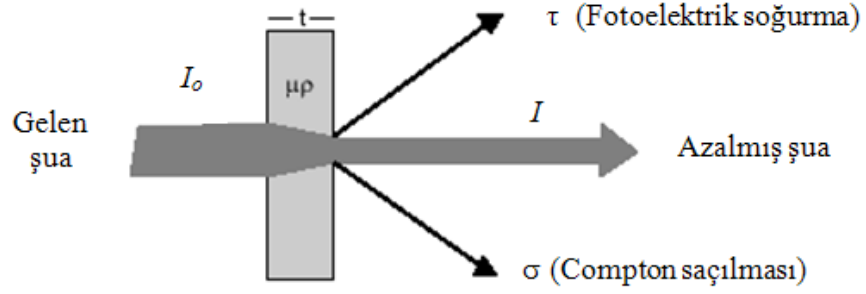


**Şekil 2.4.** Bir atomda ilgili elektron geçişleri sonucu yayımlanan karakteristik K tabakası X-ışınları.

### 2.3. Elektromanyetik Radyasyonun Soğurulması

X-ışınlarının gözlemlenmesi onların enerji spektrumlarının ve madde ile etkileşmelerinin incelenmesi ile mümkündür. X-ışınlarının madde ile etkileşmeleri etkileşme tarzlarına göre soğurma, saçılma ve çift oluşum olayları olarak incelenebilir.

Elektromanyetik radyasyonun soğurulmasının temel özelliği, belli bir kalınlıktaki maddeden geçerken radyasyon şiddetinde görülen azalmadır (Şekil 2.5).



**Şekil 2.5.** X-ışınlarının bir madde ile etkileşmesi sırasında meydana gelebilecek temel olaylar.

Radyasyonun şiddetinde meydana gelen azalma Lambert Yasasına göre soğurucu malzemenin  $t$  kalınlığı ile orantılıdır. Başlangıçtaki şiddeti  $I_0$  olan elektromanyetik radyasyonun bir soğurucu tabakasından geçtikten sonraki  $I$  şiddeti,

$$dI = -\mu I dt \Rightarrow I = I_0 e^{-\mu t} \quad (2.3)$$

olur. Bu ifade başlangıçtaki şiddeti  $I_0$  olan bir X-ışını şuasının  $t$  kalınlıklı bir maddeyi geçtikten sonraki şiddetini verir.

Lineer soğurma katsayısı olan  $\mu$  ( $\text{cm}^{-1}$ ) birim yüzeyde, birim kalınlık başına düşen enerji soğurma kesri olarak tarif edilir ve gelen fotonun enerjisine bağlıdır. (2.3) ifadesinden  $\mu$  için;

$$\mu = \frac{\ln\left(\frac{I_0}{I}\right)}{t} \text{ cm}^{-1} \quad (2.4)$$

yazılabilir. Lineer soğurma katsayısı  $\mu$ 'nün soğurucu maddenin yoğunluğuna oranı birim zamanda birim kütle başına soğurma olarak tanımlanır ve kütle soğurma katsayısı ( $\mu_m = \mu/\rho$ ) olarak adlandırılır.

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\ln\left(\frac{I_0}{I}\right)}{t} \text{ cm}^2/\text{gr} \quad (2.5)$$

Kütle soğurma katsayısı  $\mu/\rho$ , nun değeri soğurucu materyalin fiziksel haline bağlı olmadığından dolayı lineer soğurma katsayısı  $\mu$ 'den çok daha önemlidir. Kütle soğurma katsayısı direkt olarak soğurucu materyalin tabiatını yansıtır. Bu nedenle lineer soğurma katsayısındana kütle soğurma katsayısını ölçmek çok daha uygundur.

#### 2.4. X-Işınlarnnn Madde ile Etkileşmeleri

X-ışınlarının gözlemlenmesi onların enerji spektrumlarının ve madde ile etkileşmelerinin incelenmesi ile mümkündür. Bu ışınlarn madde ile etkileşmelerini etkileşme alanlarına göre aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür.

1-Atomun elektronu ile etkileşme.

2-Çekirdekle etkileşme.

3-Çekirdek ve elektronların etrafındaki elektrik alanla etkileşme.

4-Çekirdek çevresindeki mezon alanı ile etkileşme.

X-ışınlarının madde ile etkileşmeleri etkileşme tarzlarına göre soğurma, saçılma ve çift oluşum olayları olarak incelenebilir. X-ışınlarının madde ile etkileşmesinde çeşitli soğurma ve saçılma olayları meydana gelebilmesine rağmen en fazla gözlenen soğurma şekli fotoelektrik soğurma, saçılma biçimi ise Compton saçılmasıdır.

## 2.5. Şifalı Bitkiler

Bu çalışmamız sırasında kullanmış olduğumuz bazı şifalı bitkiler ilerleyen sayfalarda anlatılmıştır.

### 2.5.1. Adaçayı

Latince adı *Salvia officinalis* olan bu bitki dişotu ve meryemiye adları ile de tanınır. 30-70 cm boyunda olan bitkinin menekşe renkli çiçekleri halka dizilişlidir. Karşılıklı olan beyaz keçeli yaprakları gümüş gibi parıltı ve acımtırak bir koku yayarlar. Bahçe adaçayı, güneşli bir yerde yetiştirilmelidir. Don olayına karşı duyarlı olduğu için, kış boyunca çam dalları ile örtülmesi doğru olur. Ülkemizde İzmir bölgesinde bahçe adaçayı yetiştirilmektedir. Bir başka cins olan çayır adaçayı (*Salvia pratensis* -*Salvia tribola*), çayırlarda, bayırlarda ve meralarda yetişir. Çevresine ıtırılı hoş bir koku yayan mavi-menekşe renkli çiçeklerin pırıltısı uzaklardan seçilebilir. Çayır Adaçayı (Anadolu adaçayı) batı ve güney-batı Anadolu'da bol olarak yetişmektedir. Anadolu adaçayından “elma yağı” veya “acı elma yağı” denilen yağ da üretilmektedir. Bu tür adaçayı da kimyasal yapı ve tedavi etkisi bakımından tıbbi (bahçe) adaçayına benzemektedir. Fakat burada tanıtmaya çalışacağımız bahçe adaçayı (tıbbi adaçayı) ise, şifalılık bakımından daha etkilidir. Bitki yaprakları çiçeklenme öncesi, Mayıs-haziran aylarında toplanır. Etken maddelerinin doruğa ulaştığı öğlen saatlerinde toplanan yapraklar, gölgeli ve havadar bir yerde kurumaya bırakılır. İyice kuruduktan sonra ince kıyılarak, hava almayan kaplarda saklanır.

Adaçayı (Şekil 2.8) sıkça içildiğinde tüm bedeni güçlendirir, kalp krizi tehlikesini azaltır ve felçli hastalarda çok yararlıdır. Gece terlemelerinde ve aşırı terlemelerde, lavanta çiçeğinin yanı sıra, yardımcı olabilecek tek bitki olarak bilinir. Gece terlemesine neden olan hastalığı iyileştirir ve bu hastalık sonucunda oluşan aşırı güçsüzlüğe, canlandırıcı etki verir. Hastalık sonrası güçsüzlük hallerinde başarıyla kullanılabilir. Pek çok doktorun, adaçayının değerli özelliklerini artık iyice tanımış

olduklarını biliyoruz. (Referans: M.Treben). Onu kramplarda, omurilik rahatsızlıklarında, beze hastalıklarında ve organ titrekliliklerinde büyük bir başarıyla kullanıyorlar. Adaçayı, hasta karaciğeri de çok olumlu etkiler, onunla ilgili tüm rahatsızlıkları giderir ve gazları yok eder. Kan temizleyici etkisi vardır. Solunum organlarını ve mideyi balgamsı salgılardan temizler, iştah açıcıdır. Mideyi ve bağırsakları rahatlatır, gazların dışkılanmasını sağlar. Kramp çözücü etkisi sayesinde, ishalde çok rahatlatıcıdır. Böcek sokmalarında, sokulan bölgeye adaçayı yaprağının tozu uygulanır.

Adaçayının aşırı kullanımında kan basıncı (tansiyon) yükselebilir. Dölyatağı (Rahim) kaslarını uyardığı için, gebelik sürecinde kullanılmaz. Annelerin süt üretimini durdurur. Önerilen dozalara uyulduğunda, bilinen başka bir yan etkisi henüz bulunamamıştır.



**Şekil 2.6.** Adaçayı

### **2.5.2. Altın Çilek**

Latince adı *Physalis peruviana* olarak bilinen bu ürünün Güney Amerika'dan dünyaya ithali yapılmaktadır. Kurutulması çok zor bir ürün olması özelliği ile ön plana çıkan bu meyve, Türkiye'de de birçok bölgede yetiştirilebilmekte ve halk arasında yer kirazı olarak isim anılmaktadır.



Dünyanın en zengin lif oranına sahip meyvesidir. Kilo vermeye yardımcı özelliğiyle bilinir. Diyabet (şeker) hastalarına faydalı olduğu gözlemlenmiştir. Antioksidan açısından zengindir. Kalp, verem ve idrar yolu rahatsızlıklarının tedavisinde yardımcı olarak önerilir. C, B1, B2, B3 ve keroten gibi vitamin ve mineraller bakımından çok zengin bir meyvedir. Potasyum değeri oldukça yüksektir. Kalsiyum açısından zengindir ve bu nedenle okul öncesi çocukların gelişimi için önerilmektedir. Metabolizmanın hızlı çalışmasına yardımcı olur. Kan dolaşımını düzenlemede pozitif etkileri vardır. Kalorisi azdır. Sindirim sistemindeki parazitleri yok etmeye yardımcı olur. Aromasından dolayı pastacılık, dondurma aroması olarak ve marmelat yapımında kullanılır. Cildi güneşten korumada ve cilt kanseri tedbir olarak deri gerici özelliği olduğundan, yaşlanmayı geciktirmeye yardımcı olur. Kanda bulunan fazla ürik asitin atılmasına yardımcıdır. İçerisinde 8 ayrı alkolid bulunmaktadır. Bu alkolidler bitkisel kökenli ilaçların yapımında kullanılmaktadır. Kanı arındırmaya ve görme sinirlerini yapılandırmaya yardımcı olur. Prostat ve solunum yolu hastalıklarının tedavisinde olumlu etkileri olduğu gözlenmiştir.



**Şekil 2.7.** Altın çilek

### **2.5.3. Altın Otu**

Latince adı *Herba ceterachi* olan bu şifalı bitkimiz çiçeklerinin altın sarısı renkte olması nedeni ile Altın otu, bozulmayıp yıllarca özeliğini koruduğundan Ölmez çiçek, güvelere karşı kullanıldığından Güve otu ve Arılarca çok sevildiğinde Arı çiçeği diye

de anılır. Bitki Türkistan, Horasan, Türkiye ve Avrupa'nın ılıman, kumluk, taşlık ve sıcak topraklarda yabani olarak yetişir. Bitki 10-40cm boyunda dikine yükselir ve üst kısmındaki çiçek demeti oldukça sık çatallaşarak bir demet oluşturur. Yaprakları rozet yapraklar ve gövde üzerine oturmuş yapraklardan olur.

Altın otu diye Türkiye'de aktarlarda bulunur. Oldukça iyi bilinen ve satılan bir bitkidir. Başta karaciğer hastalıklarına karşı kullanılan bitki üzerinde yapılan araştırmalarda çok hafif safra artırıcı ve safra yollarındaki krampları çözücü olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 2.8.** Altın otu

#### **2.5.4. Aslan Pençesi**

Latince adı *Alchemilla vulgaris* olarak bilinen bu şifalı bitki gülgillerden ; çayırarda, ormanlarda yetişen ve türlü çeşitleri olan bir yabani bitkidir. 50-60 cm kadar boylanabilen, geniş köklü ve dayanıklı, çok yıllık, otsu bir bitkidir. İçerisinde tanen ve uçucu yağlar barındırır. 5-7 parçalı olan yaprakları büyüktür. Kökü geniştir. Aslan pençesi çiçekleri ; ufak yıldız şeklinde olup, yeşilim tıraktır. Mart-Temmuz ayları arasında toplanıp, kurutulur. Aslanpençesinin 1000 e yakın türü bulunmaktadır. Aslan pençesi otu, düz yapraklı ve testere dişli olarak iki çeşittir. Ilıman iklimlerin etkin olduğu neredeyse her ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır. Boyu 30 – 50 cm arasında değişmektedir. Çiçekleri sarıdan yeşile doğru farklılık göstermektedir. Uzun yıllardan beri bitkisel çözüm ve tedavi de etkin olarak kullanılmaktadır.

Özellikle kadınlar üzerinde çok faydalı etkileri olan aslanpençesi, düzensiz adet görenlerde adetleri düzenler ve kolaylaştırır. Menopoz dönemindeki stres, gerginlik ve terlemeyi azaltır. Vücuda kuvvet verir. Ateşi düşürür ve baş ağrısını keser. Anne sütünü arttırır. Pek çok kanser türüne karşı önleyici ve koruyucudur. Böbreklerin ve prostatın düzenli çalışmasına yardımcı olur. Ağız yaralarında ve boğaz iltihaplarında faydalıdır. Kan durdurucu ve yaraların iyileşmesini hızlandırıcı etkileri de vardır. Saralılara faydalıdır. Uykusuzluk ve sindirim sistemi bozukluklarına iyi gelen aslanpençesi, kan şekerinin yükselmesini önleyici etkisi ile şeker hastaları için de faydalıdır. Testere dişli arslanpençesi yaprak ve sapsları beraberce kullanıldığında ishale karşı etkili olabilmektedir. Bağırsağın perisaltik hareketlerini yavaşlatır ve kontrol altına alır.



**Şekil 2.9.** Aslan pençesi

#### **2.5.5. Avagado Yapağı**

Latince adı *Cydonia vulgaris* olarak bilinir. Avakado Yapağı gerçekten önemli bir besin maddesi olarak aktarlarda yer almaktadır. Ülkemizde de yapağı ve yağı çok tüketilen bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Avakado Yapağının Faydaları konusunda özellikle bu yaprakta bulunan antioksidanlar ile bitkisel uçucu yağ asitlerinin etkisi büyüktür.

Avagado da bulunan 14 mineral hücre yenilenmesini sağlamakta, dolayısıyla yaşlanmaya neden olan zararlı toksinleri vücuttan atarak yaşlanmayı yavaşlatmakta ve

cildi korumaktadır. Avagado %30 oranında barındırdığı doymamış yağ miktarı nedeniyle vücuttaki kolesterolün artmasını önler, kalp ve damar hastalıklarında doğal bir şifa kaynağıdır. Ülser üzerinde iyileştirici etkiye sahiptir. Avagado yaprağının içinde A, B1, B2, B3, B6, C, E, K vitaminleri, fosfor, magnezyum, demir, potasyum ve çinko gibi mineraller bulunmaktadır. Aynı zamanda mutluluk hormonu olan seratoninden ötürü ruh sağlığınıza da en az beden sağlığınıza olduğu kadar faydalı olduğu bilinmektedir. Bağışıklık sistemimizi güçlendiren, kandaki alkalın dengesini koruyan avakado yaprağı aynı zamanda bir demir kaynağıdır.

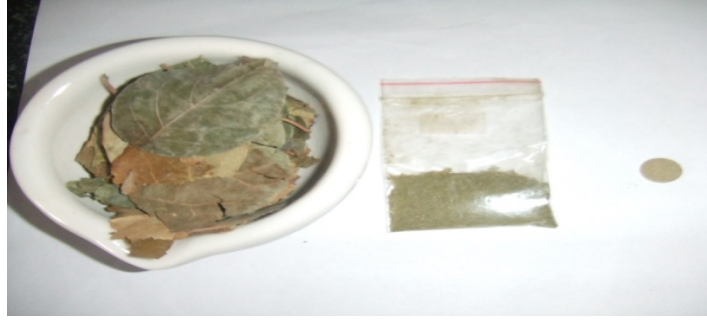


**Şekil 2.10.** Avagado yaprağı

#### **2.5.6. Ayva Yaprağı**

Latince adı literatürlerde *Folium cydoniac* olarak geçen bu bitkimiz 5-6 metre yüksekliğinde Mayıs - Haziran aylarında beyaz veya pembe çiçekler açan bir meyve ağacıdır. Meyvesi kullanıldığı gibi yapraklarında birçok hastalığa iyi gelebilecek şifa olarak kullanılmaktadır.

Mide ve bağırsakları güçlendirir. İshali kesmekte etkilidir, fakat kabızlığa neden olabilir. Karaciğer tembelliğini giderir. Kanı temizler. Çarpıntıya iyi gelir. Bronşit ve verem gibi akciğer hastalıklarına ve öksürüğe karşı yararlıdır. Gelişmekte olan çocuklar için, özellikle kemik gelişimi açısından faydalıdır.



**Şekil 2.11.** Ayva yaprağı

### 2.5.7. Hatmi Çiçeği

Latince adı *Althaea officinalis* olarak bilinir. Geniş yapraklı ve farklı renklerde büyük çiçekler açan ve daha çok süs bitkisi olarak kullanılan, uzun köklü bir bitkidir. Uçucu yağ, sarı ve acı madde, nişasta, müsilaj, mineraller ve pektin içerir.

Vücuda rahatlık veren, göğsü yumuşatıp balgam söktüren, öksürüğü kesen, nezle ve bronşit şikayetlerini azaltan, boğaz, ağız ve diş eti iltihaplarını gideren etkileri olduğu bilinmektedir. Bağırsak iltihaplarında faydalıdır. İdrar söktürür ve idrar yollarını yumuşatarak sancıları dindirir. Ciltteki yaraları iyileştirmeye yardımcı olur. Cilt bakımı için de faydalıdır.



**Şekil 2.12.** Hatmi çiçeği

### 2.5.8. Ihlamur

Ihlamur *Tilia / Tilya* latince adıyla bilinen, ıhlamurgiller (*Tiliaceae*) familyasından *Tilia* cinsini oluşturan ağaç türlerine verilen ad. Boyları 20-30 m'ye kadar ulaşabilir. Büyüklüğü 5-10 cm arasında değişen yaprakları genellikle yürek şeklinde ve çarpık, kenarları dişli ve uzun saplıdır. Sarkık çiçek demetleri sarımsı bir renge ve karakteristik bir kokuya sahiptir. Çok geç açan bu çiçekler (Haziran-Temmuz) kurutularak çay gibi içilir. Çoğunlukla ormanlarda bulunursa da birçok türleri süs ağacı olarak, bahçe ve parklarda yetiştirilmektedir. Ihlamur bir Avrupa ağacıdır. Yurdumuzda da daha çok Kuzey Anadolu'da bulunmaktadır. Ihlamur çiçekleri ilkbaharda toplanarak, gölgede kurutulur. Ihlamurun diğer bir kullanımı da ağacın kurutulmuş dal ve gövde kabuklarıdır. Ihlamur ayrıca çok bilinen sıcak içeceklerden biridir.

Ihlamur tadı ve kokusu ile hoş bir içecek olup ferahlık verir, yatıştırıcı ve hafif uyutucudur. Yatıştırıcı etkisi sebebiyle tavsiye edilmiştir. Özellikle sıcak içilmesi sebebiyle terletici ve idrar söktürücü etkileri de görülür. Balgam söktürücü ve göğsü yumuşatıcıdır. Sinirsel yüksek tansiyon için kullanılmaktadır. Bilhassa kabuklar bol miktarda müsilaj taşıdıklarından hafif müşhildirler. Ihlamur suyuyla yapılan banyonun dinlendirici yorgunluk giderici ve sinirleri teskin edici etkisi olduğu bildirilmektedir. Grip ve soğuk algınlığının en etkili tedavilerinden biri olduğu ispat edilmiştir.



**Şekil 2.13.** Ihlamur

#### **2.5.9. Işgın Kökü**

Muhteşem bir lif, C vitamini ve mineral kaynağı olan uçkun, meyve benzeri bir sebzedir. Lif kaynağı olan uçkun, doğal bir kabızlık giderici besindir. Sindirim sisteminin düzenli çalışmasını sağlamakta, kolesterolü düşürmeye ve kalp hastalıklarını önlemeye yardımcı olmaktadır. Cildi erken yaşlanmadan koruyan, kırışıklıkları iyileştirmeyi sağlayan ve bağışıklık sistemini destekleyen iyi bir C vitamini kaynağıdır. Işgın kökü kemikler için faydalı olan yüksek oranda kalsiyum içerir. İçeriğindeki potasyum da kalbi korumakta kan basıncını kontrol altında tutmaya yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda son derece yüksek oranda su ihtiva ederek vücudun su tutmasına yardımcı olmaktadır.

İngiliz bilim adamlarının yaptıkları araştırmalara göre Türkiye de özellikle Elazığ, Van, Erzurum'da yetiştirilen bir bitki olan "Işgın"ın kanserle mücadelede çok etkili olduğunu, bu bitkinin kanserli hücrelerin gelişmesini önlediğini ortaya çıkarmışlardır. Sheffield Hallam Üniversitesi'nin araştırmasına göre ise, ışgın'da bulunan polifenol adlı kimyasal maddenin başta lösemi olmak üzere birçok kanser türünü önleyebildiği açıklanmıştır.

Hallam Üniversitesi Biyomedikal Araştırma Merkezi Müdürü Dr. Nikky JORDAN-MAHY bir açıklamasında ışgın bitkisinin ve kökünün ne kadar faydalı olduğunu şu cümlelerle açıklamıştır; "Araştırmalarımız ışgın özellikle pişirildiğinde polifenol miktarı bakımından oldukça zengin olduğunu gösterdi. Bu bitkiden elde edeceğimiz polifenollerle oluşturulacak bir ilaç da kanserle mücadelede kullanılabilir." İngiltere'de oldukça popüler olan bu bitkinin özellikle sapları ve kökleri tüketilmekte hatta bu bitkinin pastası, tartı ve kokteyli bile yapılmaktadır.



**Şekil 2.13.** Işgın Kökü

#### 2.5.10. Sinemaki

Latince adı *Cassia* olan, baklagillerden sıcak bölgelerde yetişen birçok çeşidi bulunan sarıçiçekli, bir metreye kadar boylanabilen, çalı şeklinde bir bitkidir. Sinameki kelimesinin asıl orijinal şekli “Senâü Mekkî”dir. Bu bitkinin Mekke’de yetişen türü çok meşhur olduğu için Mekke Senası anlamına gelen bu kelime, halk dilinde Sinameki olarak kullanılmıştır. Diğer türlerinden üstün olması sebebiyle tabipler Mekke Senasını tercih etmektedirler. En büyük özelliği müşhil olarak kullanılmasıdır. Sinameki, yan etkisi yok denecek kadar az olan faydalı bir ilaçtır. Yaş olarak veya kurutulup öğütüldükten sonra toz hâlinde kullanılmaktadır.

Sinameki yaprakları, mide ve bağırsakları yumuşatıcı ve ishal edici özelliğe sahiptir. Az miktarda alınırsa yumuşatır, eğer çok miktarda alınırsa ishal yapar. Kalbi kuvvetlendirir. Soğuk ve sıcaktan dolayı ciltte meydana gelen çatlaklara karşı iyi gelir. Kasları, adaleleri açar. Saçların çıkmasını sağlar, vücuttaki bitlere karşı faydalıdır. Devamlı baş ağrısına, uyuza, kaşıntıya, sivilcelere ve sara hastalığına karşı faydalıdır. Kaynatılmış suyunu içmek, toz hâlinde olarak içmekten daha iyidir. Sinameki ve şahtere otu vücuttaki yakıcı sıvıları yumuşatıp inceltir. Safrayı ve balgamı söktürür.



Sinamekiyi uzun süre kullanmak bağımlılık ve bağırsaklarda tahriş yapabilir. Ayrıca, fazla miktarda kullanmak da zararlıdır. Bağırsakların çalışmasını hızlandırdığı için ilaçların emilmesini azaltabilir, bu nedenle ilaç kullananların sinameki kullanmamaları tavsiye edilir. Zayıflamak amacıyla da kesinlikle kullanılmamalıdır. Rahim kaslarının kasılmasına ve bu nedenle düşüğe sebep olabileceğinden hamilelikte sinameki kullanılmamalıdır.



**Şekil 2.15.** Sinemaki

#### 2.5.11. Üvez yaprağı

Latince adı *Sorbus domestica* olan bu ağaç gülgiller familyasından; orta boylu bir ağaçtır. En yaygın türü olan kuşüvezi yamaçlarda ve çalılık yerlerde yetişir. Yabaniüvez, ova ve yamaçlardaki ağaçlar arasında dağınık olarak bulunur. Üvez denilen meyvesi, muşmula gibi olgunlaştığı zaman yenir. 5-10 m yüksekliğinde, Mayıs-Haziran ayında beyaz renkli çiçekler açan ve kışın yaprağını döken bir ağaçtır. Yaprakları 7-11 çift yaprakçığa parçalanmıştır. Meyveleri, küre veya armut şeklinde, yeşilimsi sarı veya kırmızımsı-esmer renkli olup, buruk lezzettedir. Türkiye’de 11 kadar üvez türü bulunur. Sarbus aucuparia türü kus üvezi olarak bilinir ve Kuzey Anadolu’da yaygındır. *Sorbus domestica* türü (üvez) Karadeniz bölgesinde tabii olarak yayılış gösterdiği gibi meyveleri için birçok bölgede yetiştirilir. Meyveleri parasorbinik asit, malik asit, sekerler (sorbos) sorbitanik asit, pectin karotensid ve C

vitamini ihtivâ eder. İdrar söktürücü, kabızlığı önleyici, tansiyonu düşürücü, şeker hastaları rejimi için iyi bir tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır.



**Şekil 2.16.** Üvez yaprağı

### 2.5.12. Yarpuz

Latince adı *Mentha viridis*'dir. Yarpuz, yabani nane olarak da bilinen sarmaşık otu gibi bir bitkidir. Botanikte *Mentha pulegium* olarak tanınan yarpuzun diğer adları **filiskin**, **pülüskün** ve **narpuz**dur. Latince adından da anlaşılacağı üzere yarpuz “**mentha**” adı verilen aromayı taşımaktadır. Halk arasında mentol olarak bilinmektedir. Çiçekler kümeler halinde ve lila, mavi ve mor renkte olabilmektedir. Yarpuz çiçeklerinin açma ayları ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Tohum kahverengi, oval ve çok hafiftir. Yarpuz bitkisi derelerin olduğu güçlü, nemli ya da sulak toprakta bulunur. Bu nedenle yurdumuzun sulak alanlarında bu bitkiye raslamak mümkündür.

Akciğerin temizlenmesine yardımcı olur. Solunum yollarındaki balgamin dışarı atılmasını sağladığı, güçlü bir kan temizleyici olduğu, hazmı kolaylaştırdığı, aynı zamanda sindirim salgılarının sekresyonunu uyarak sindirimi teşvik ettiği, Menstruasyonu geciken(adet) bayanlarda daha fazla östrojen ve progesteron gibi bazı hormonların üretimini hızlandırarak adet görmeyi düzenli hale getirdiği bilinen

özelliklerindendir. Yarpuzdaki uçucu yağlar çok düşük dozlarda kullanıldığında mide problemlerini tedavi edici özelliği olduğu bilinmektedir. Mide içindeki asit salgısını ve safrayı uyararak mide asit-baz dengesinin korunmasına yardımcı olduğu, aynı zamanda da iltihapları ve tahrişleri yatıştıran bir şifalı bitki olduğu bilinmektedir. Ayrıca, safra kesesi rahatsızlıkları ve karaciğer, sarılık ve hepatit ve tümörler ile ilgili gazları tedavi etmek için kullanılmaktadır.



**Şekil 2.17.** Yarpuz

---

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. XRF Tekniği ve XRF Spektrometreler

XRF spektrometreler çevresel, jeolojik, biyolojik, kimyasal, fiziksel, endüstriyel ve benzeri alanlarla ilgili numunelerin kantitatif (nicel) ve kalitatif (nitel) element analizleri için yaygın olarak kullanılırlar. Günümüzde X-ışını floresans tekniği ile ilgili uygulamalar için pek çok spektrometre geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları;

Atomik emisyon spektrometre (AES)

Atomik absorbsiyon spektrometre (AAS)

Parçacık uyarımlı X-ışını spektrometre (PIXE)

Toplam yansımali X-ışını spektrometre (TRXRF)

Sinkrotron uyarımlı X-ışını spektrometre (SSXRF)

X-ışını floresans spektrometre (XRFS)

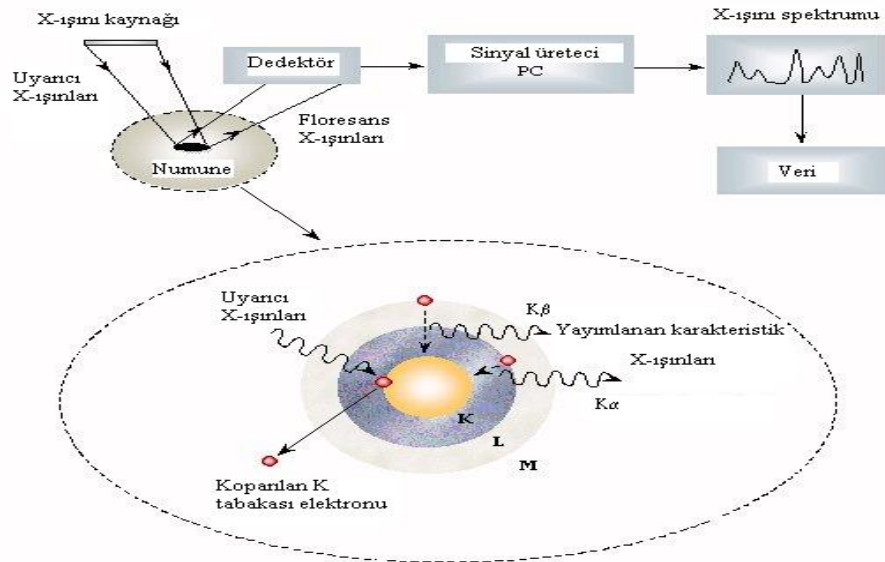
Enerji ayırlımlı X-ışını floresans spektrometre (ED-XRFS)

Dalgaboyu ayırlımlı X-ışını floresans spektrometre (WD-XRFS)

X-ışını floresans tekniği; tahribatsız ve multi-element analiz imkanı, analiz süresinin kısalığı, değişik formlarda numune hazırlayabilme kolaylığı, periyodik tablodaki elementlerin hemen-hemen tamamının incelenebilmesine imkan tanıması, yüksek hassasiyet (ppm), ucuz maliyet ve otomasyon kolaylığı gibi avantajlara sahip olduğundan bilim ve teknolojiye yaygın bir kullanım alanına sahiptir. X-ışını

floresans tekniği; atom-molekül fiziği, çevre kirliliği analizlerinde, radyasyon fiziği ve astrofizik araştırmalarında, eczacılık, kimya ve tıbbi araştırmalarda, endüstride kalite kontrol tespitinde, arkeoloji de çok kıymetli tarihi eserlerin incelenmesi ve yaşlarının belirlenmesi gibi çok farklı alanlarda kullanılmaktadır.

X-ışını floresans tekniğinin temel prensibi Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Gelen foton tarafından atom uyarıldığında atomun bir iç tabaka elektronu koparılabilir. Atomun temel hale geçişi (de-excitation) sırasında daha dış tabakadaki bir elektron bu iç tabakadaki boşluğu doldurur. İki tabaka arasındaki enerji farkı bir X-ışını fotonu olarak atomdan yayımlanır. Karakteristik piklerin sayısı bir X-ışını spektrumu oluşturur. Piklerin enerjileri numunedeki elementlerin enerjilerini (kalitatif analiz), piklerin şiddeti ise elementlerin konsantrasyonlarını (semi-kantitatif yada kantitatif analiz) verir. Tipik bir XRF spektrometre; bir pirimer radyasyon kaynağı (genellikle bir radyoizotop yada X-ışını tüpü ) ve numuneden yayımlanan X-ışınlarını (sekonder X-ışınları) saymak için kullanılan bir dedektör grubundan oluşur (Şekil 3.1.)



**Şekil 3.1.** XRF tekniği ve tipik XRF analiz düzeneği.

X-ışını spektrometrelerinin temel fonksiyonu karakteristik çizgi şiddetlerini ölçebilmek ve numuneden gelen çok enerjili şüayı ayırmaktır. Bir spektrometrenin karakteristik çizgileri ayırabilme kabiliyetine spektrometrenin rezolüsyonu denir. Bir spektrometre yeterli rezolüsyona sahip olmanın yanında özellikle eser element analizinde istatistik bakımdan önemli ölçümler yapabilmek için temel sayma üzerinde yeterince büyük bir cevap sağlamalıdır. Ayrıca spektrometre ilgilenilen dalga boyu veya enerji bölgesinde ölçüm yapabilme imkanı sağlamalıdır. Bu yüzden spektrometre seçiminde aşağıdaki dört faktör önemlidir. Bu faktörler birbirinden bağımsız değildir. Mesela rezolüsyonu sabit tutmak mutlak pik şiddetinin düşmesine sebep olur.

1-Rezolüsyon

2-Cevap fonksiyonu (karakteristik pik)

3-Temel sayma seviyesi

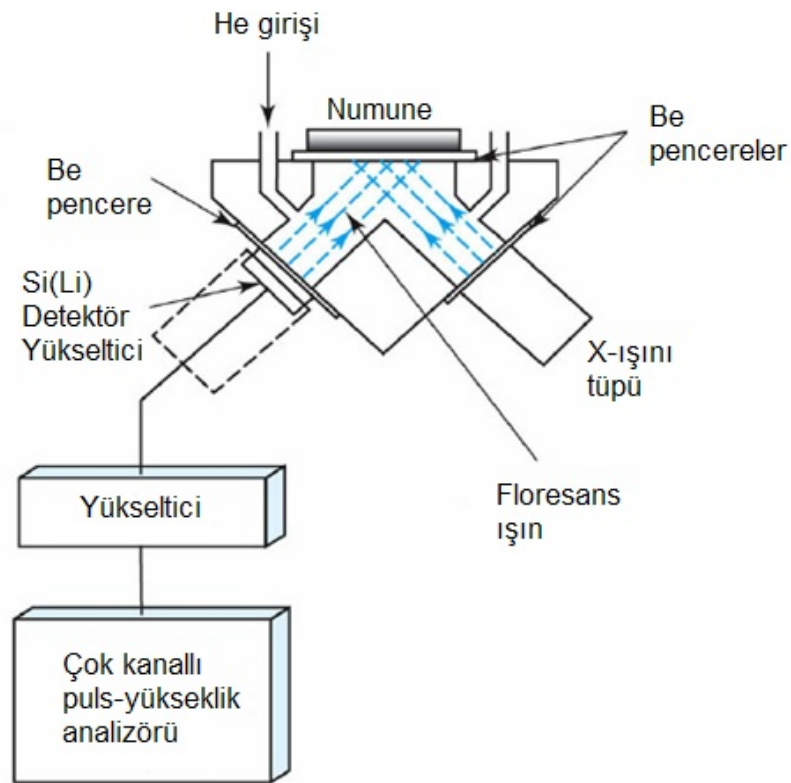
4-Enerji veya dalga boyu aralığı

### 3.2. EDXRF ve WDXRF Spektrometreler

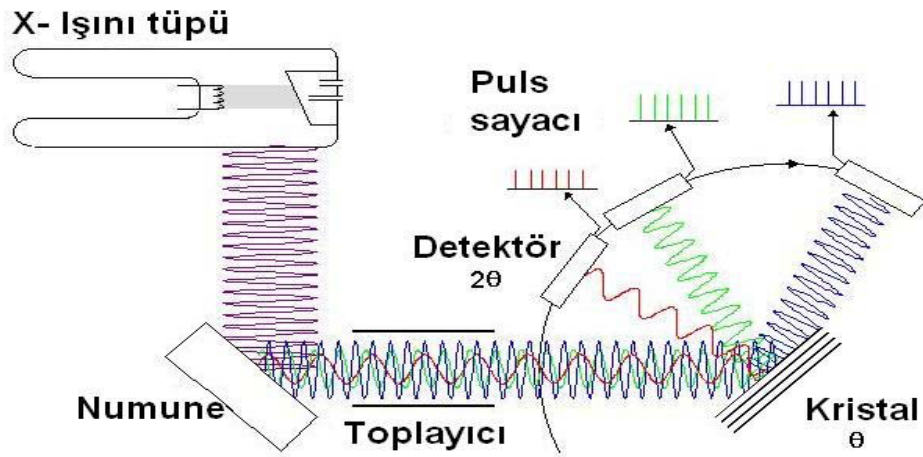
EDXRF Spektrometre karakteristik fotonları enerjilerine göre ayırmak için dedektörün orantılılık özelliğini kullanır (Şekil 3.2.). WDXRF Spektrometre ise numuneden yayımlanan karakteristik fotonları dalga boylarına göre ayırmak için tek (single) kristal tarafından kırınım olayını esas alır (Şekil 3.3.). Dalga boyu ve enerji arasında basit bir ilişki ( $E=h\nu=hc/\lambda$ ) olduğundan bu tekniklerin her ikisi de aynı sonuçları verir. Bu iki metot arasındaki başlıca farklılıklar hassasiyetleri ile veriyi oluşturma ve sunma biçimleridir. Dalga boyu ayırmalı sistemler, enerji ayırmalı sistemlere nazaran genellikle %50 nispetinde daha hassastırlar. Buna karşın EDXRF Spektrometreler enerji aralığındaki tüm elementleri aynı anda ölçebilirken, WDXRF Spektrometreler sadece programlanmış oldukları elementleri ölçebilirler. Bu nedenle enerji ayırmalı

sistemler beklenmeyen elementleri seçmede daha kullanışlıdır. X-ışını spektrometrelerinde hassasiyet bir çok element için milyonda bir (ppm) mertebesinde düşüktür.

Rutin ve rutin olmayan analizler için tipik tek kanallı dalga boyu ayırmalı spektrometreler geliştirilmiştir. Bunlar demirli ve demirsiz alaşımlar, yağlar, atıklar, tortular, cevherler, mineraller ve ince filmler vs. gibi maddelerin analizinde kullanılırlar. Bu sistemler çok kanallı spektrometrelere kıyasla daha yavaştır. Çok kanallı dalga boyu ayırmalı spektrometreler ise oldukça büyük hassasiyet gerektiren rutin analizler için kullanılırlar.



**Şekil 3.2.** EDXRF Spektrometresinin Şematik Temsili.



**Şekil 3.3.** WDXRF Spektrometresinin Şematik Temsili (Karaman, 2009).

EDXRF Spektrometreler aynı anda çok sayıda elemente ait bilgiyi aktarabilme gibi büyük bir avantaja sahiptirler. Bunların rezolüsyonu dedektöre ve dedektör amplifikatörüne bağlıdır ve WDXRF Spektrometrelere kıyasla biraz düşüktür. Ancak numunede varlığı bilinen elementler kadar bilinmeyen elementleri de açığa vurma kabiliyetleri ve genel arıza problemlerinin azlığı EDXRF Spektrometrelerin daha fazla tercih edilmesini sağlar. Bunlar özellikle hurda alaşım ayırma, adli bilimler vs. alanlarda etkin biçimde kullanılırlar. EDXRF Spektrometreler uyarıcı kaynak, dedektör ve sayma sistemlerinden oluşurlar. Bunlarda genellikle; Si(Li) veya Ge(Li) dedektörler kullanılır. Si(Li) veya Ge(Li) dedektörler bir diyot olup ön yüzünde yaklaşık 0,02  $\mu\text{m}$  kalınlığında altın kontak bulunmaktadır. Bunu 1  $\mu\text{m}$  kalınlığında silikon veya germanyum ölü tabaka takip eder. Bu iki tabaka düşük enerjili X-ışını fotonlarını önemli derecede soğurma etkisine sahiptir. Si(Li) veya Ge(Li) dedektörlerde soğurma kaybının en büyük kaynağı dedektör kristalini koruyucu olan ince Berilyum penceresidir. Bu etkilerin tümü enerji ayırmalı sistemlerin hassasiyetinde, Sülfür ( $Z=16$ ) ve Sodyum ( $Z=11$ ) elementlerinin K çizgilerinin büyüklüğü mertebesinde, bir kayba sebep olabilir. Enerji ayırmalı sistemin rezolüsyonu yaklaşık olarak dedektörün rezolüsyonuna eşittir ve bu yüzden bu sistemlerde dedektör seçimi



çok daha önemlidir. EDXRF Spektrometrelerde veriyi oluşturmak, pulsuları birbirinden ayırmak ve belirlemek için çok kanallı analizör kullanılır. Bir EDXRF Spektrometrenin çıkışı genellikle bir katot ışını tüpü ekranında sergilenir ve operatör (spektroskopist) bir enerji spektrumunda değişik kanalların muhtevasının gösterebilir, spektrumları üst-üste bindirebilir veya genişletebilir. Logaritmik veya lineer skalada (düşey eksen) spektrum görülebilir sayma çıkarması ve buna benzer birçok operasyon spektrum üzerinde yapılabilir. Genellikle bu spektrometreler bir mini bilgisayarla donatılmışlardır. Spektral soyma (stripping), pik belirmesi, kantitatif analiz ve diğer faydalı işlemler bu bilgisayar ile kolayca yapılabilir. Yüksek enerjili spektrumların ölçülmesinde, çok yüksek soğurma gücüne sahip olmasından dolayı, Si(Li) dedektörlerden ziyade Ge(Li) dedektörler kullanılır. Ayrıca CdT ve HgI<sub>2</sub> de oda sıcaklığında dedektör özelliği gösterirler. Uzun dalga boyları için kullanılan spektrometrelerin dedektörleri gazlı dedektörlerdir. Bu dedektörlerde aşırı ince ve yüksek geçirgen bir pencere geliştirilmiştir

X-ışını spektrometre sistemlerinde; düşük atom numarasına gidildikçe mutlak hassasiyetin (yani analiz elementi yüzdesi başına saniyede ölçülen sayımın) önemli derecede azalması bu sistemlerle ilgili en ciddi problemlerden biridir. Bunun üç sebebi vardır:

1-Atom numarası azaldıkça floresans verimin azalması

2-Bir Braggstrahlung (frenleme radyasyonu) kaynağından yayımlanan uzun dalga boylu X-ışını fotonlarının mutlak sayısının artan dalga boyu ile azalması

3-Genellikle analiz çizgisinin, dalga boyunun artmasıyla soğurma etkisinin artması.

Bu nedenlerden ilk ikisi, X-ışını uyarma işlemine ve klasik X-ışını tüplerinin yapısına, üçüncü faktör ise sistemin yapısına ve özellikle dedektör karakteristiklerine sıkı sıkıya bağlıdır. Yeni geliştirilmiş olan ultra-ince pencereci dedektörlerle (Mesela: Kevex

Corp. 1987) Oksijene ( $Z=8$ ) kadar olan elementlerin karakteristik X-ışını spektrumları ölçülebilmektedir. WDXRF Spektrometrelerde en düşük atom numarası sınırı Flor ( $Z=9$ )'dur ve özel kristallerin kullanılması ile bu Berilyuma ( $Z=4$ )'a kadar indirilebilir. Düz bir kristale sahip dalga boyu ayırımı sistemlerde rezolüsyon analiz edici kristalin açılma dağılımına ve kolimatör diverjansına bağlıdır. WD-XRFS'lerde, rezolüsyon ve şiddet ölçümlerinin çok daha kontrollüdür. WD-XRFS'lerde rezolüsyon genellikle 10-100 eV aralığında iken EDXRF Spektrometrelerde 150-200 eV aralığındadır.

### 3.3. Numunelerin Hazırlanması

Özellikleri dikkate alınarak incelenmesi planlanan şifalı bitki örnekleri çeşitli aktarlardan tedarik edildi. Bitkilerimizden altın çilek pellet haline getirilmediğinden öncelikli olarak EDXRF Spektrometrede direkt ölçüldü. Bu işlemten sonra ise bitkilerimizi pellet haline getirmek için bir dizi işlem uygulandı. Nemini almak istediğimiz bitkilerimiz önce Şekil 3.4. 'da gösterilen fırında 100 C'de 10 dakika boyunca kullanılarak kurutulmuştur. Daha sonra ise bitkilerimize iki farklı işlem uygulanmıştır, ilk olarak nemi alınan bitkilerimiz homojen bir dağılım elde etmek için numune mikserinde 6 dakika karıştırılmışlardır. (Işgın Kökü 12 dakika karıştırıldı.) Öğütülen bu bitkiler Şekil 3.5 de gösterilen 100 meshlik bir elekten elendikten sonra toz numuneler tabletler haline getirmek için 10 ton basınç altında preslenmiştir. İkinci işlemde de nemi alınan bitkilerimiz el havanında dövülmüş küçük tanecikler haline getirilmiş (birinci işlemde olduğundan daha büyük tanecikler) ve yine 10 ton basınç altında preslenmişlerdir. Numunelerimiz gölge ve nemsiz bir ortamda muhafaza edilmişlerdir.



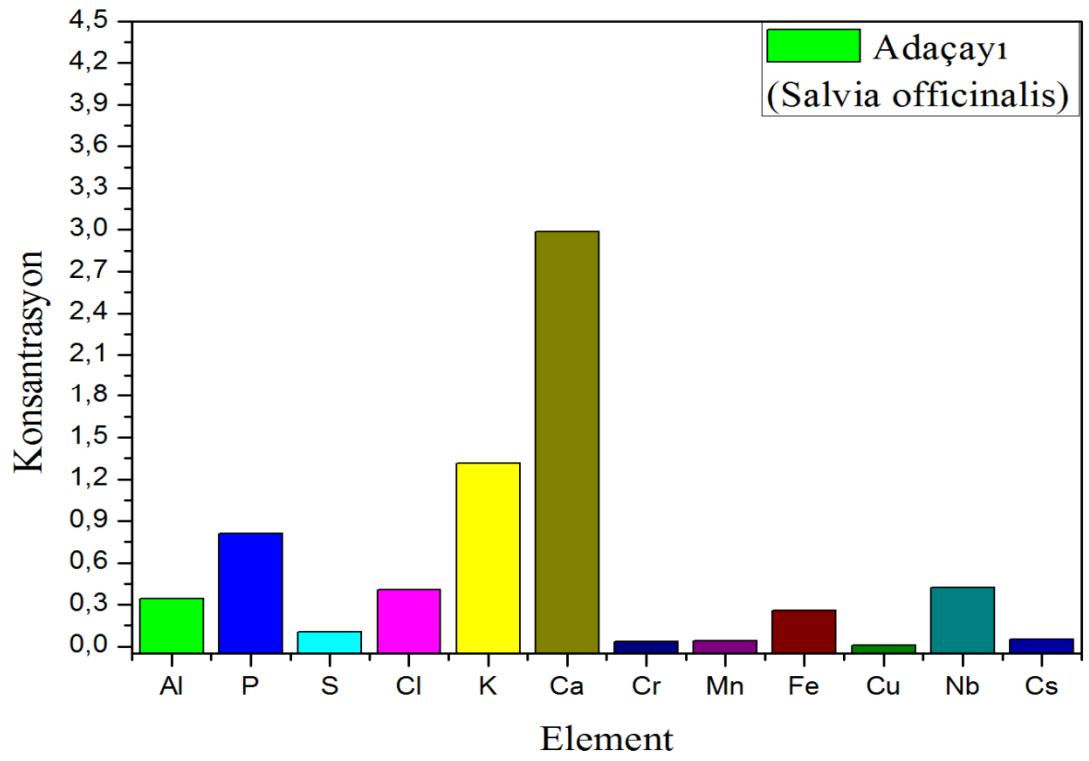
**Şekil 3.4.** Çalışmada kullanılan fırın.



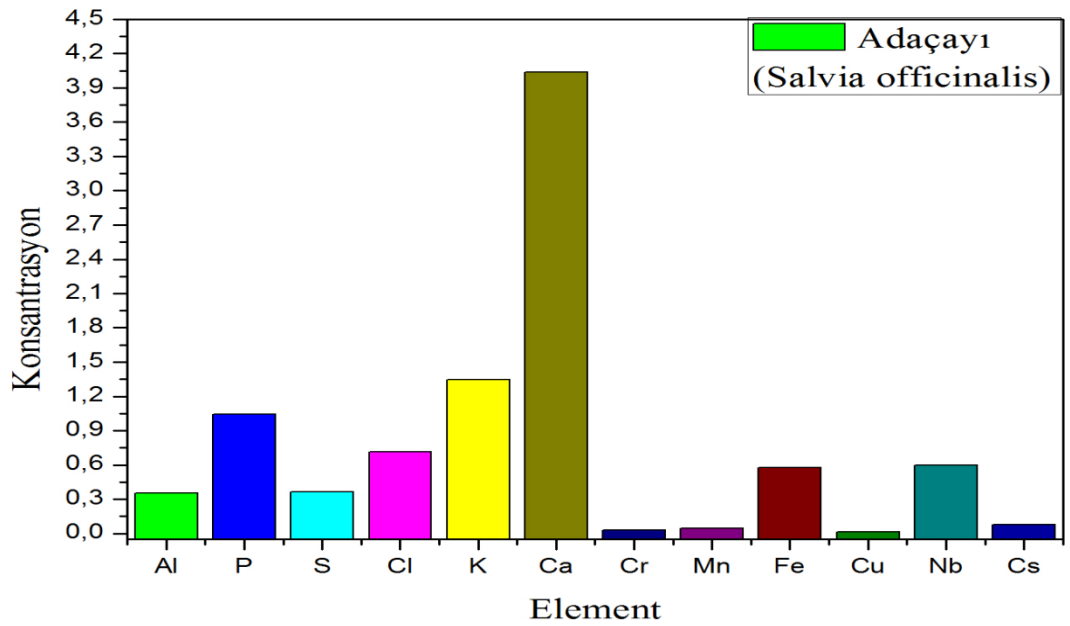
**Şekil 3.5.** Çalışmada kullanılan elek ve sarsma sistemi

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

P-EDXRF ile elementel analizi yapılacak olan ve fırında 100 °C altında 10 dakika bekletilerek nemden arındırılan her bir bitki için numuneler iki farklı şekilde hazırlandı. İlkinde numuneler değirmende öğütölüp, elenip, pellet haline getirilmiştir. İkincide ise değirmenin bıçak darbelerinin numuneleri olumsuz etkilemesi ihtimaline karşın numuneler sadece el havanında öğütölüp pellet haline getirilmiştir. Elde edilen sonuçlar sırası ile Çizelge 4.1 ve 4.2'de verilmiştir. Karşılaştırma için, elde edilen sonuçlar kullanılarak çizilen element-konsantrasyon grafikleri birinci gruptaki numuneler (a) ile ikinci gruptaki numuneler (b) ile gösterilerek Şekil 4.1-12'de birlikte verilmiştir. Altın çileğin çok yapışkan yapısından dolayı altın çilek değirmende öğütölememiş ve sadece ikinci şekilde verildiği gibi numune hazırlanmıştır. Işgın kökünde sert olduğundan havanda öğütölememiş ve sadece birinci şekilde numune hazırlanabilmiştir.

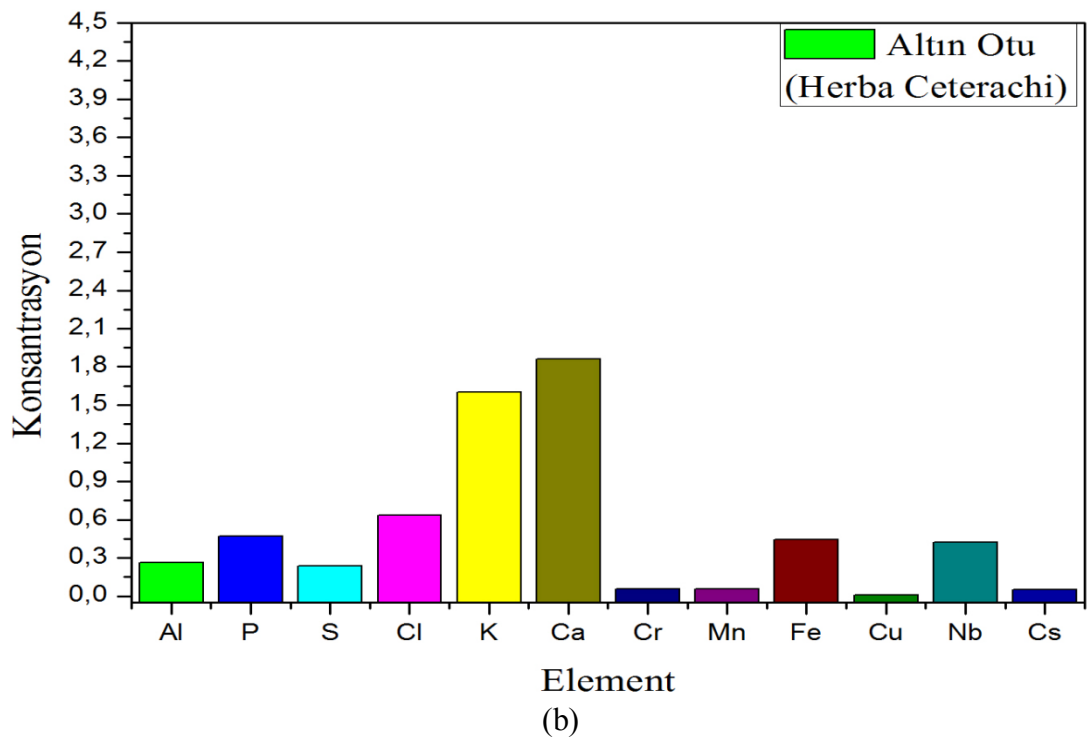
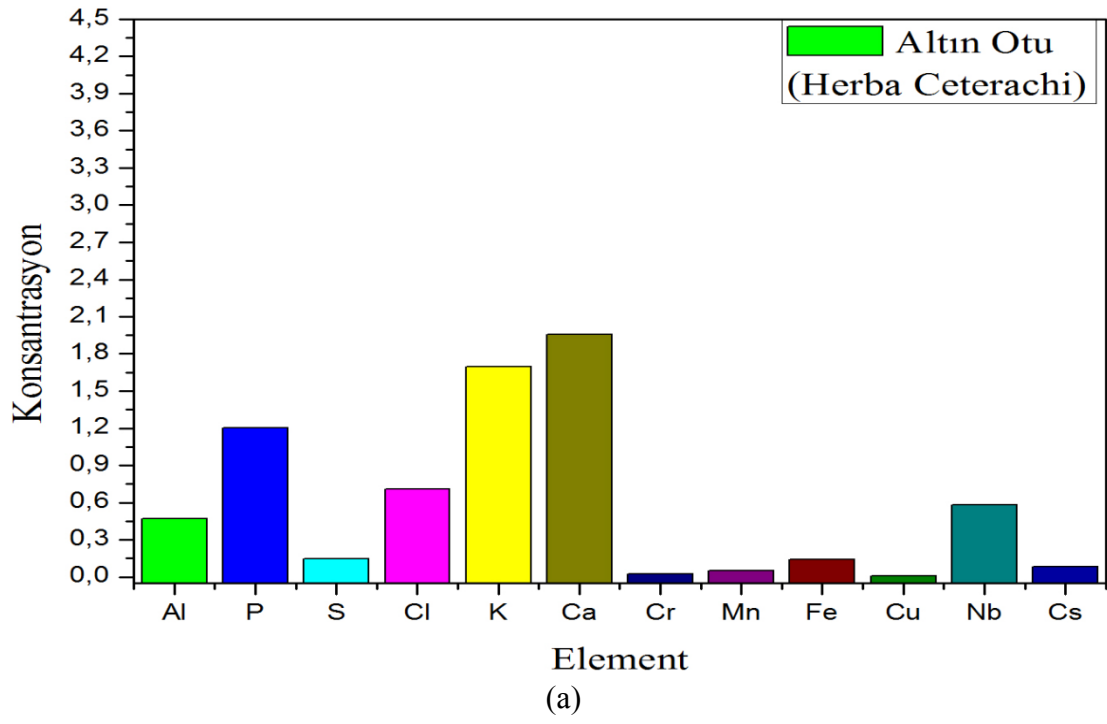


(a)

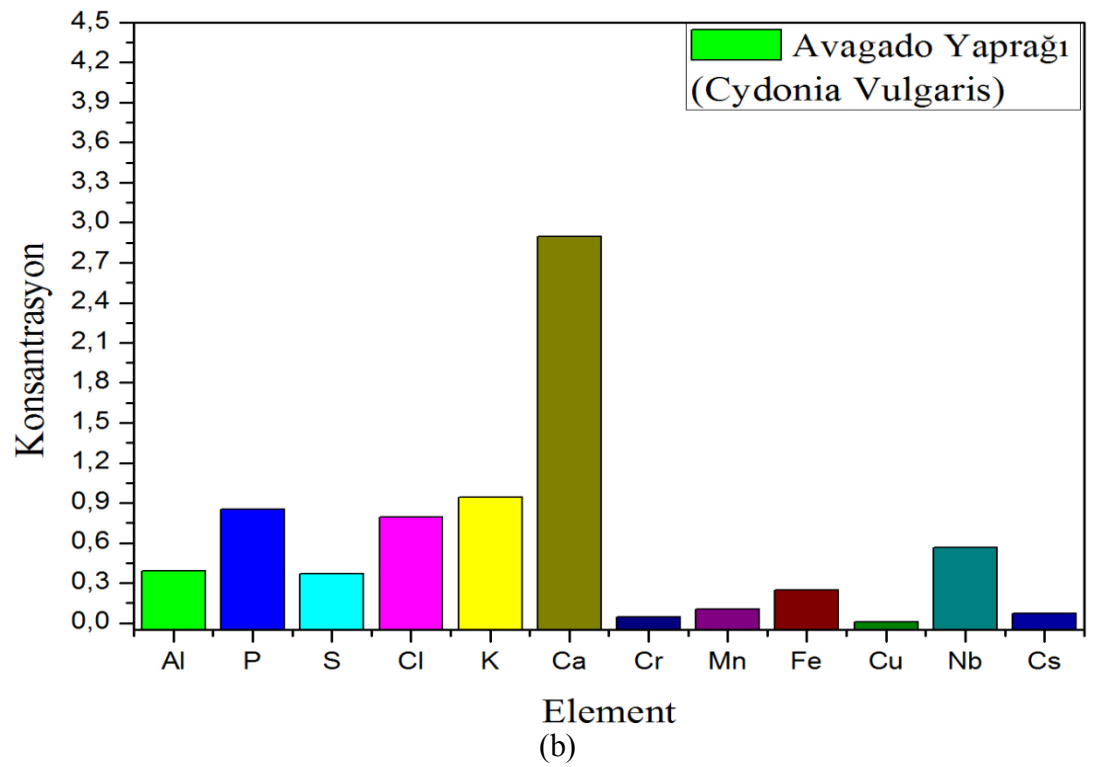
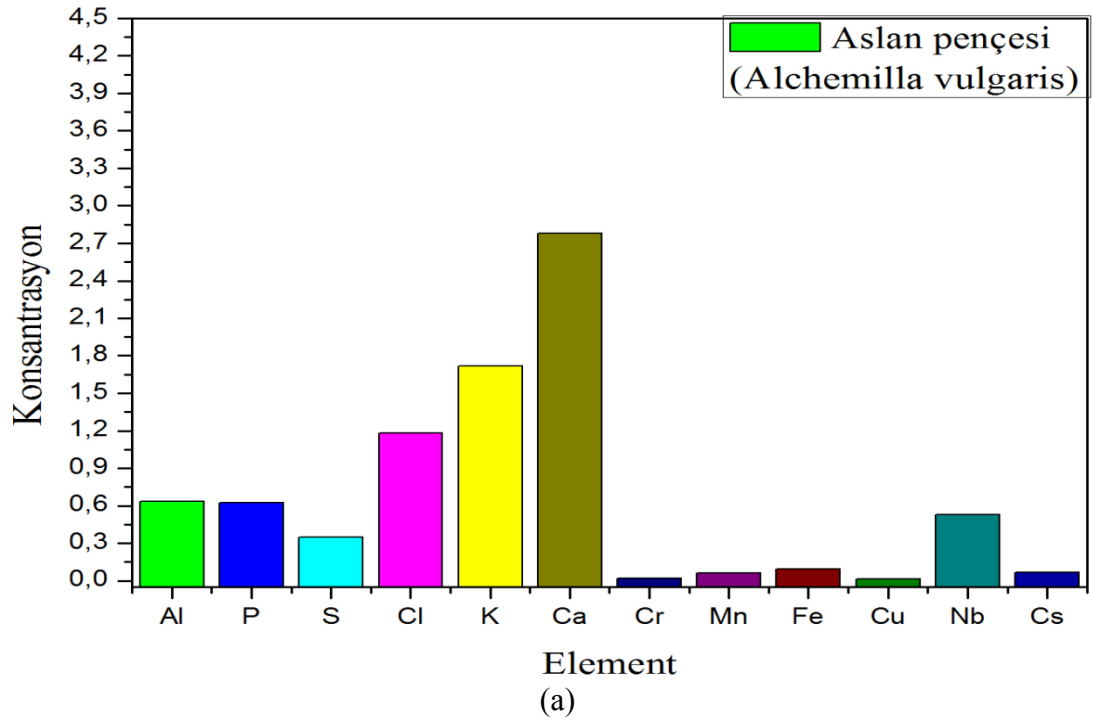


(b)

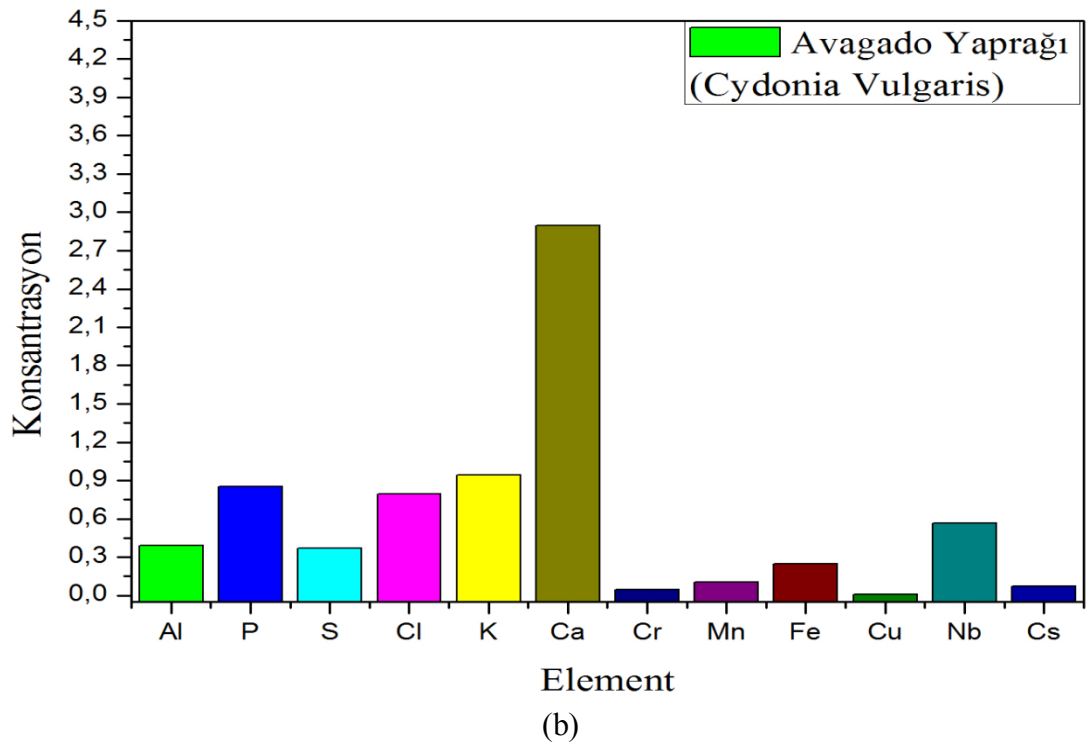
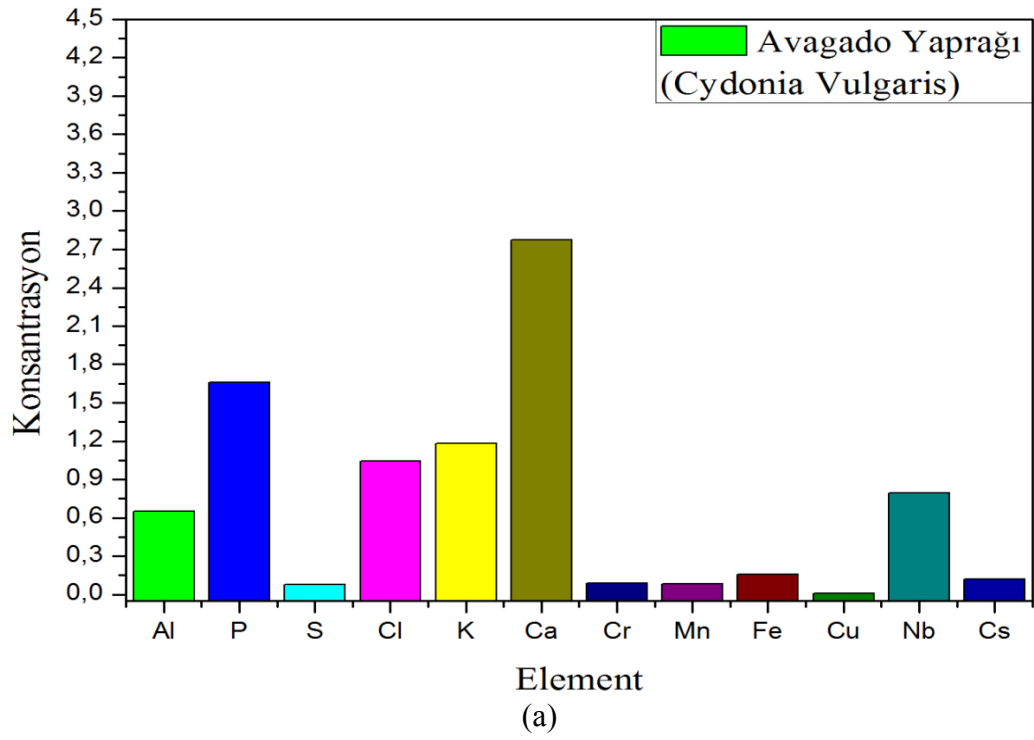
Şekil. 4.1. Adaçayının P-EDXRF ile elementel analizi.



Şekil. 4.2. Altın otunun P-EDXRF ile elementel analizi.

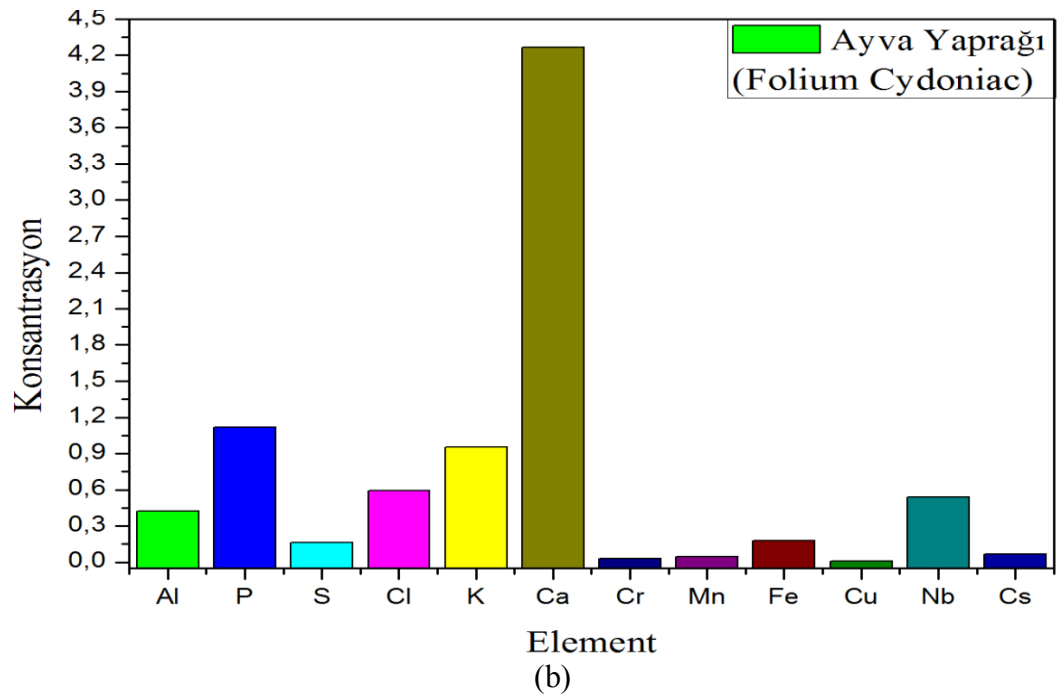
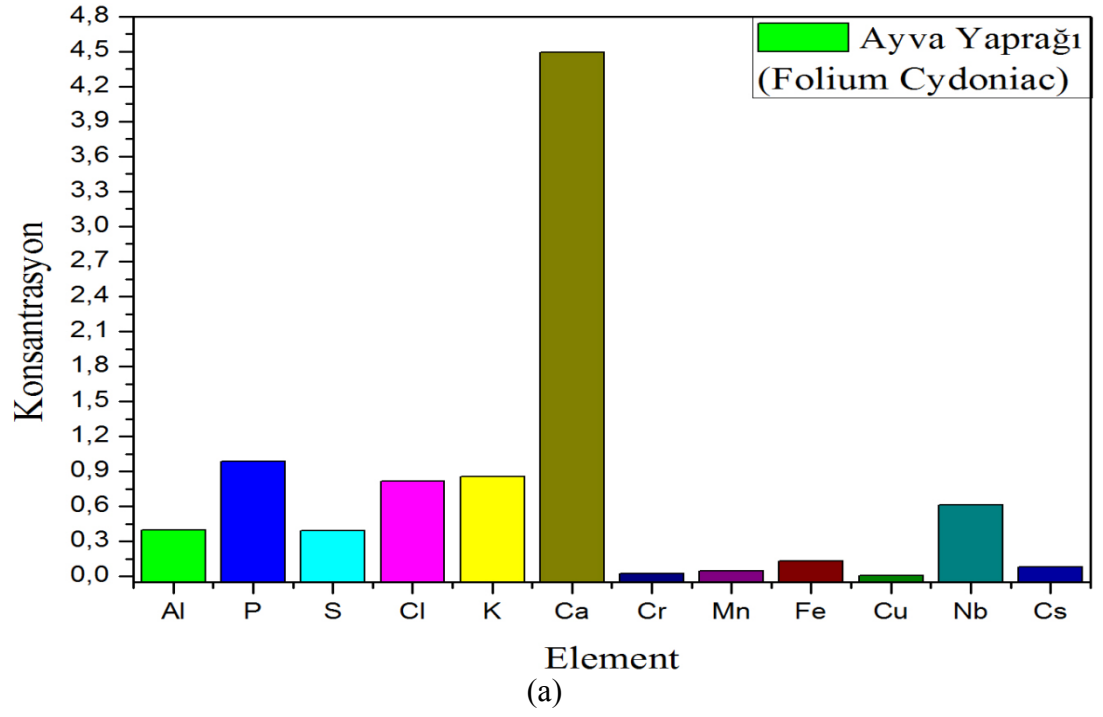


Şekil. 4.3. Aslan pençesinin P-EDXRF ile elementel analizi.

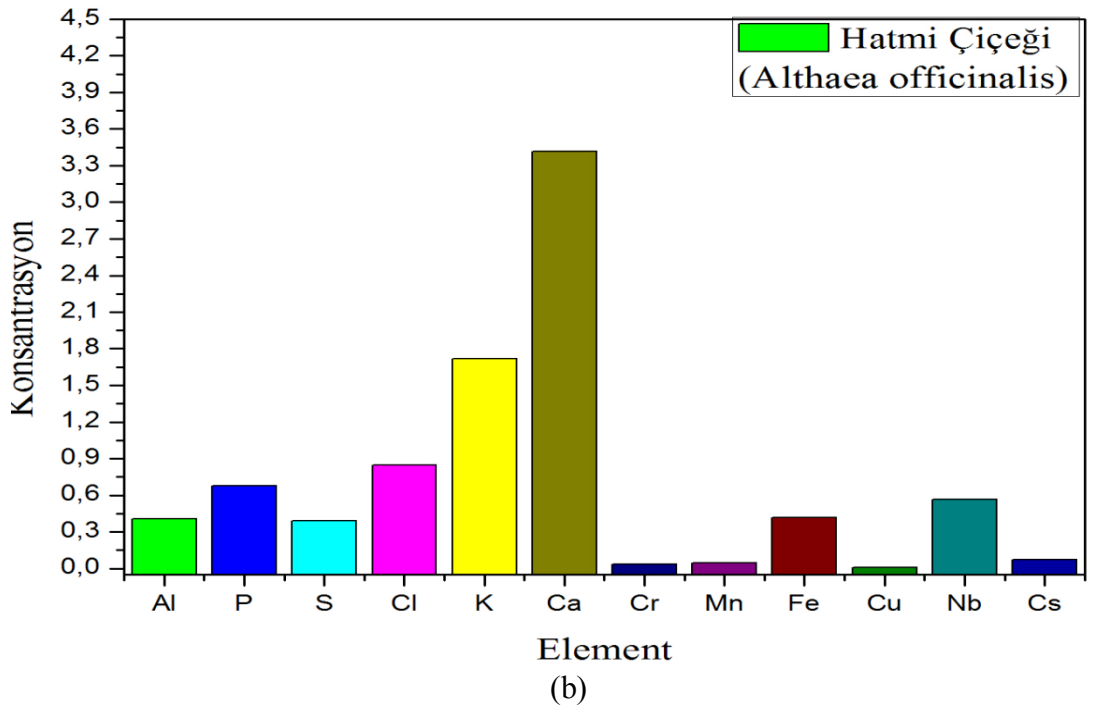
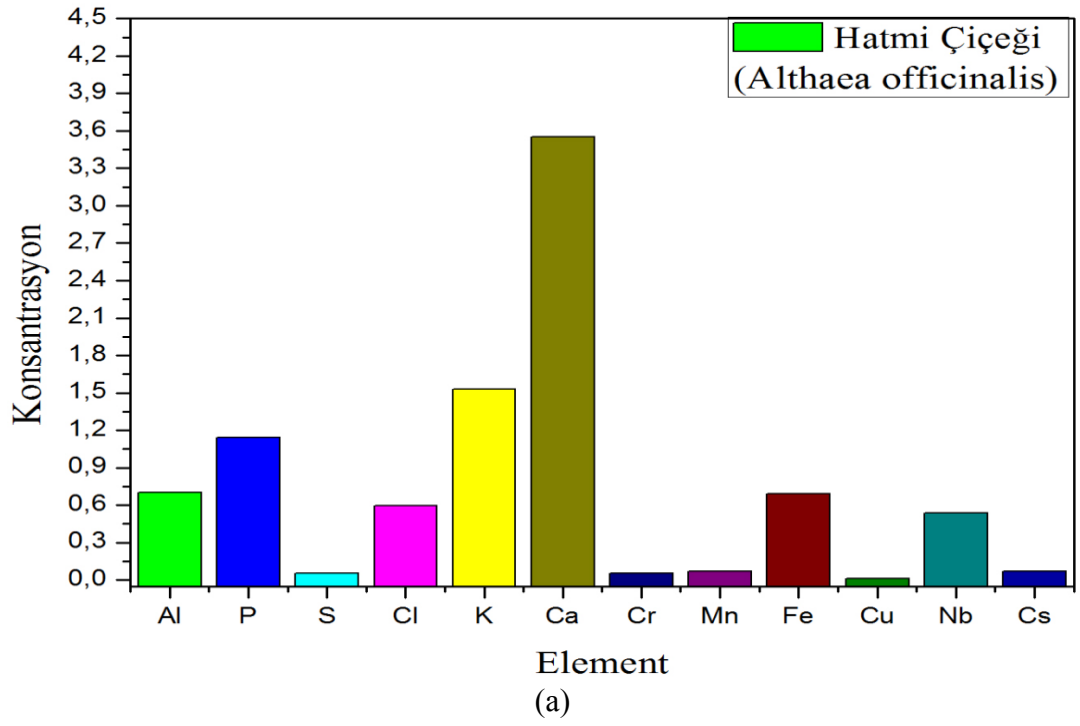


Şekil. 4.4. Avagado yaprağının P-EDXRF ile elementel analizi.

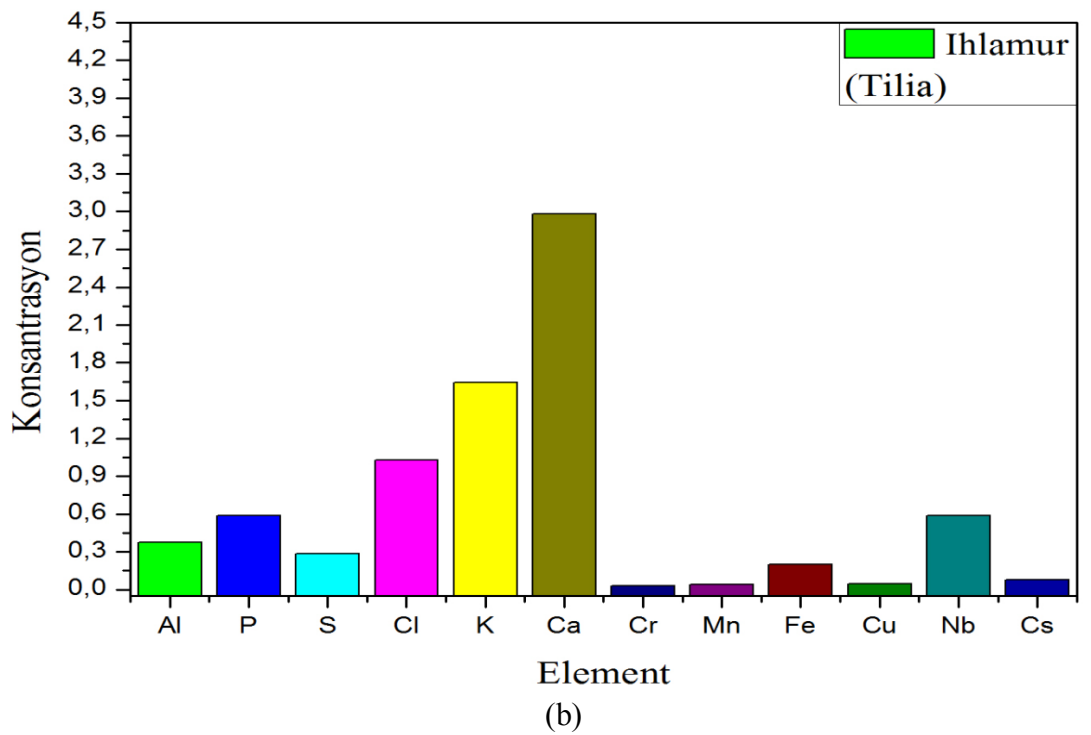
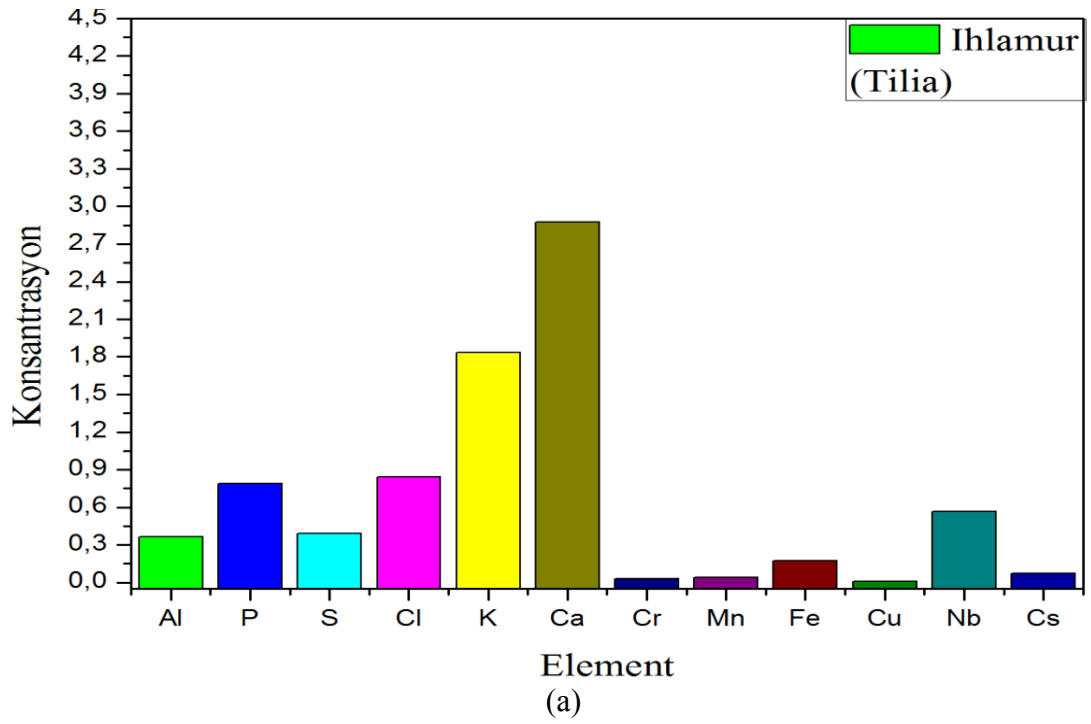




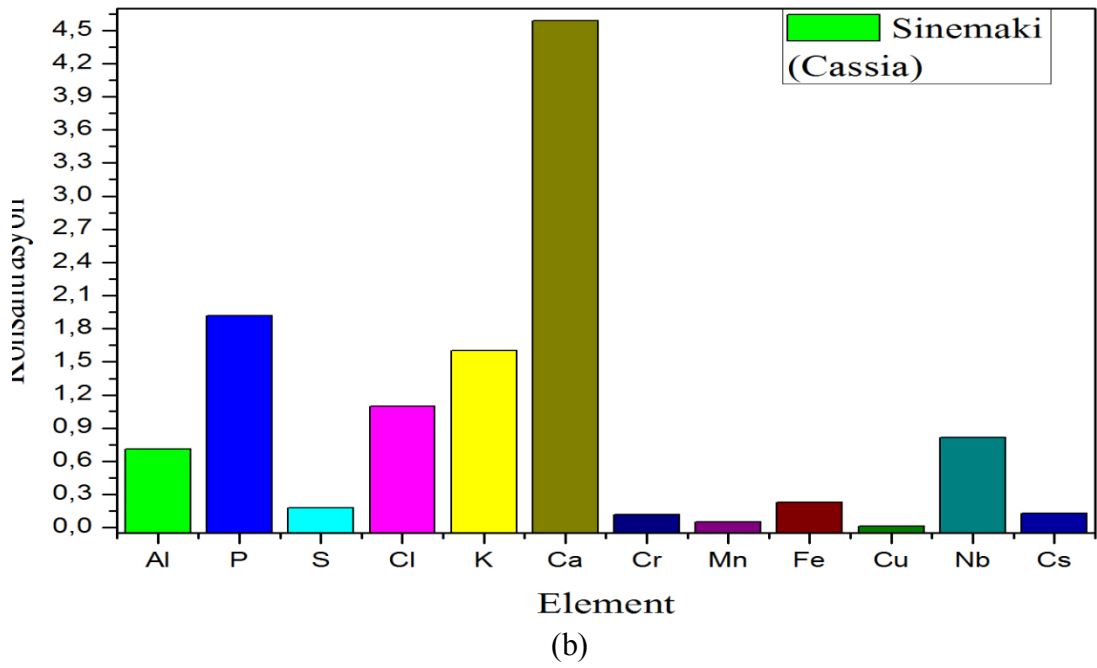
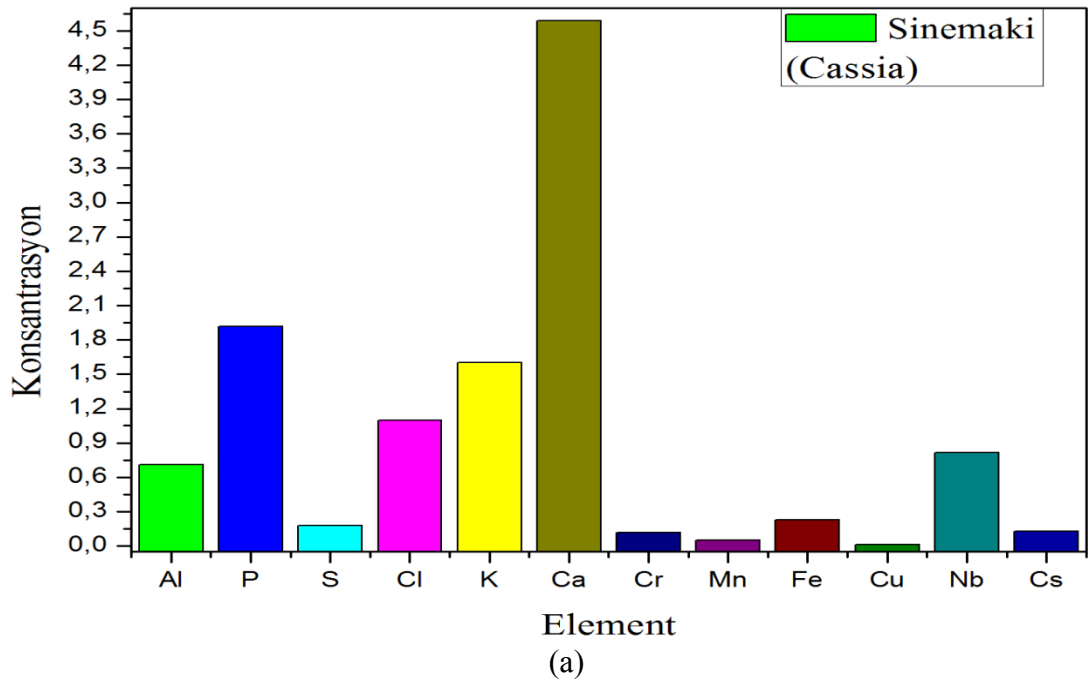
Şekil. 4.5. Ayva yaprağının P-EDXRF ile elementel analizi.



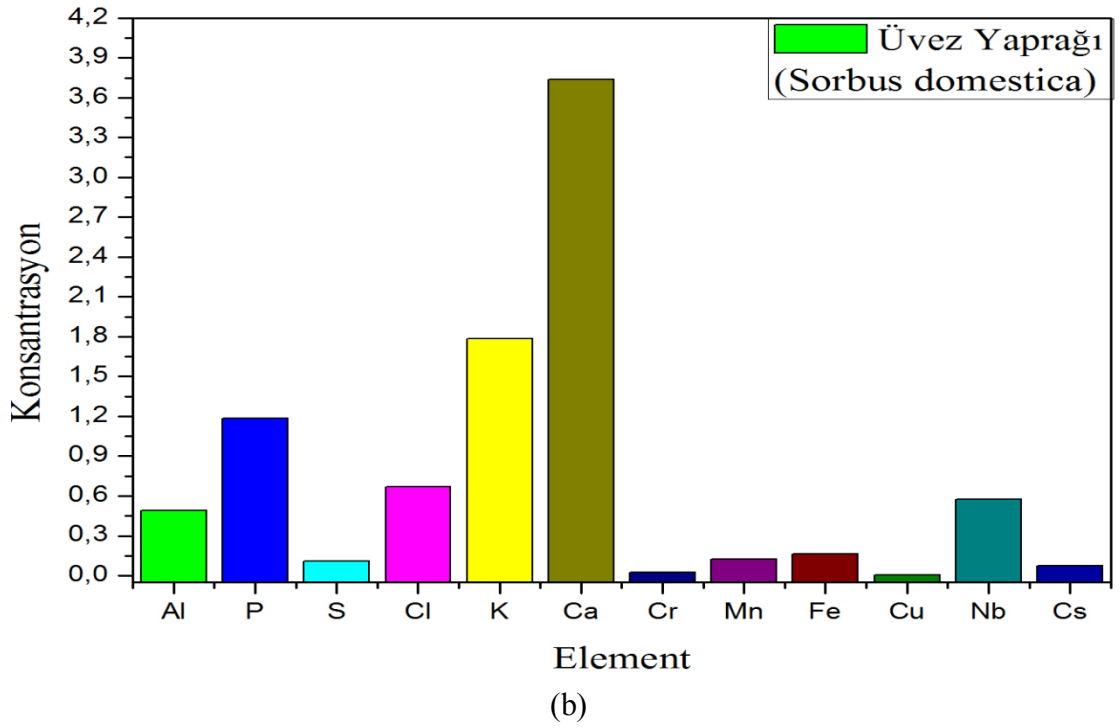
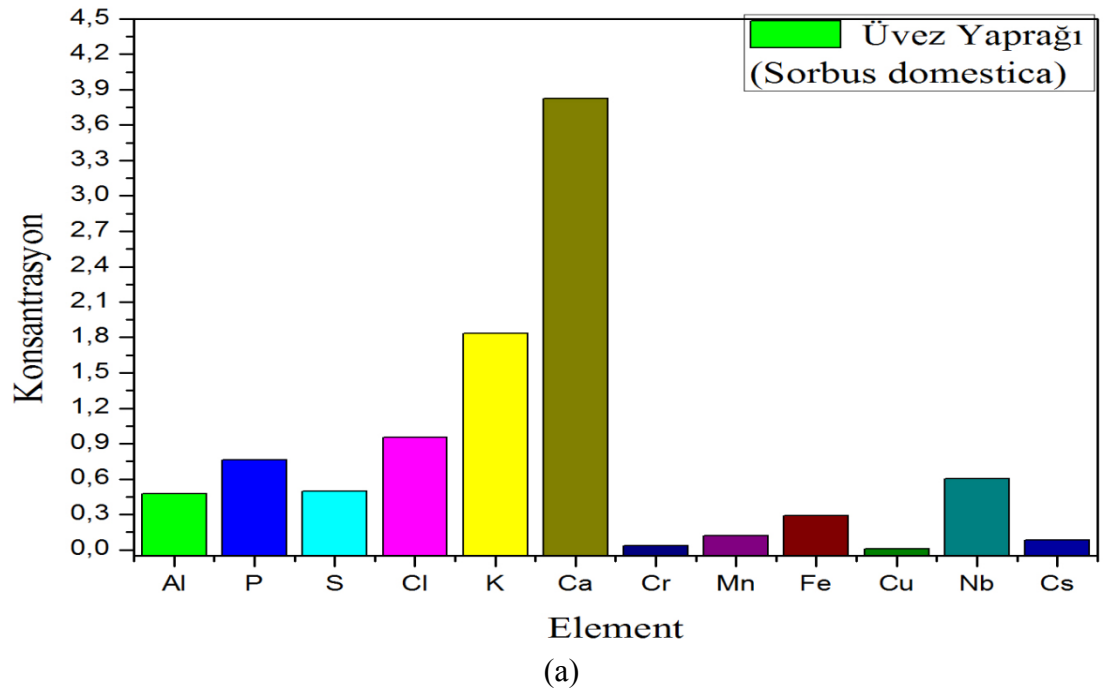
Şekil. 4.6. Hatmi çiçeğinin P-EDXRF ile elementel analizi.



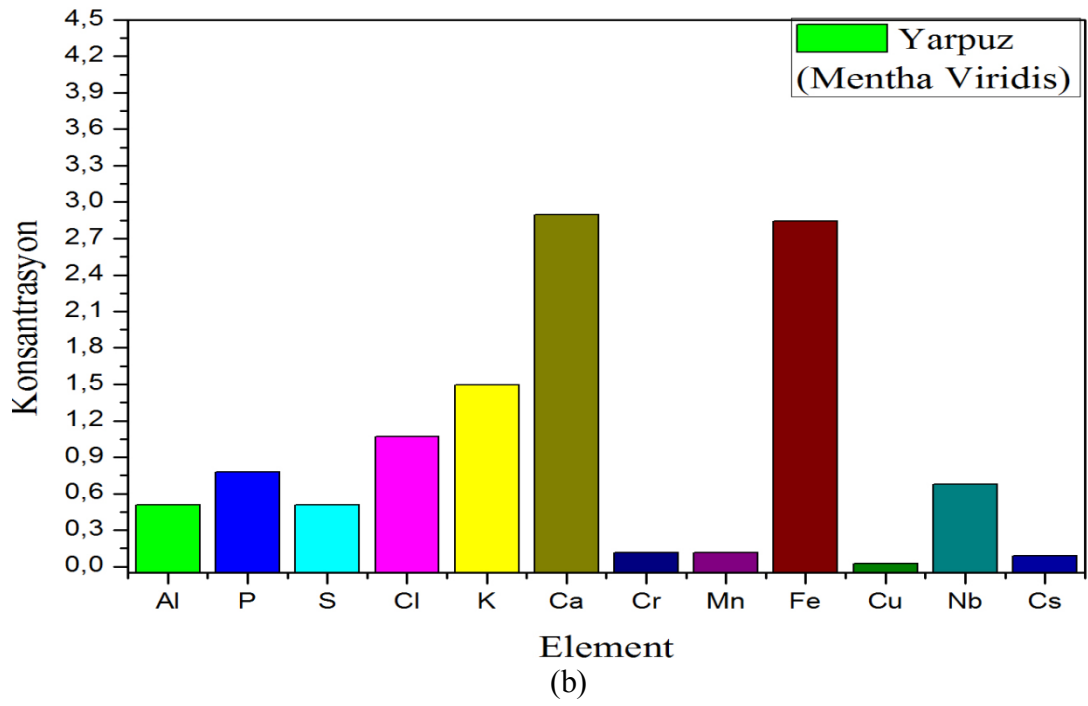
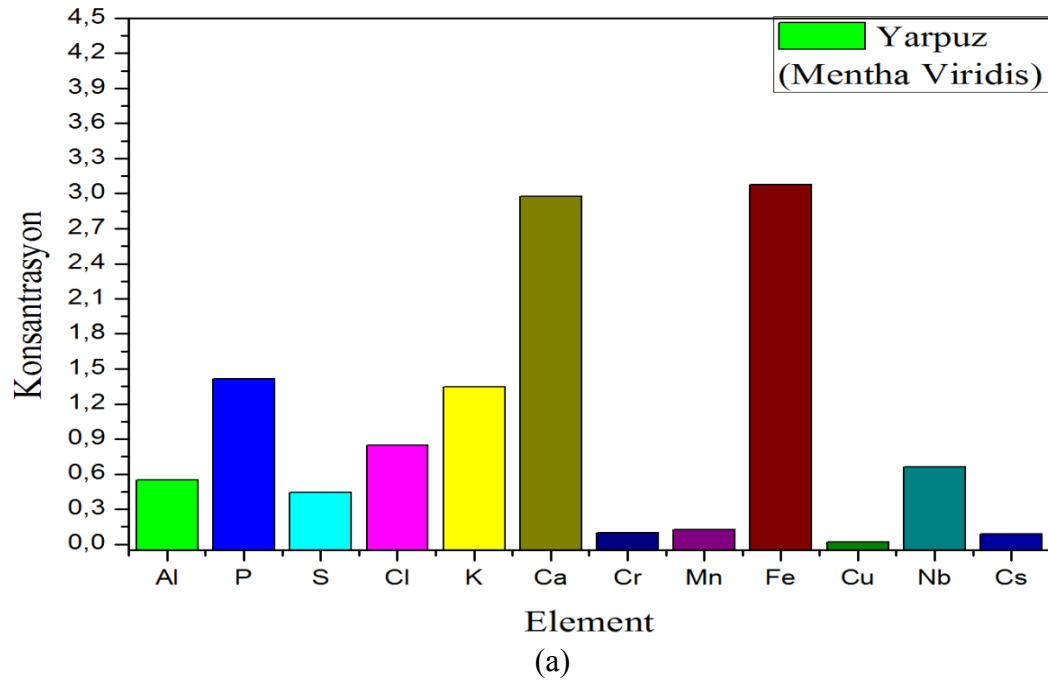
Şekil. 4.7. Ihlamurun P-EDXRF ile elementel analizi.



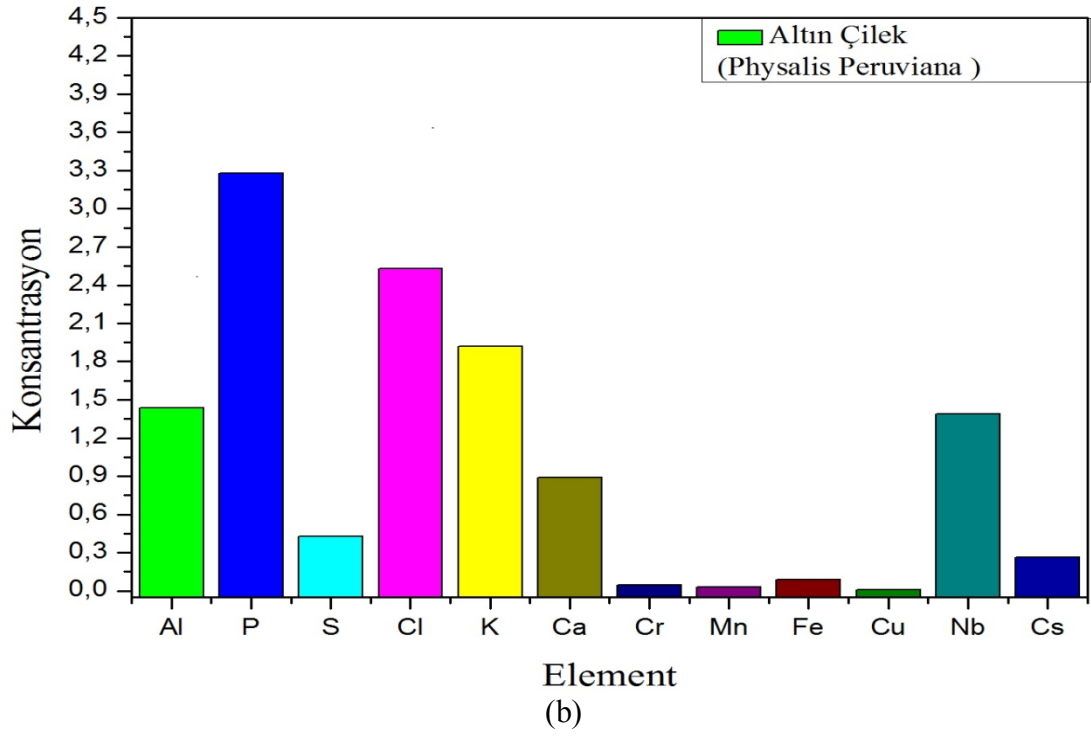
Şekil. 4.8. Sinemakinin P-EDXRF ile elementel analizi.



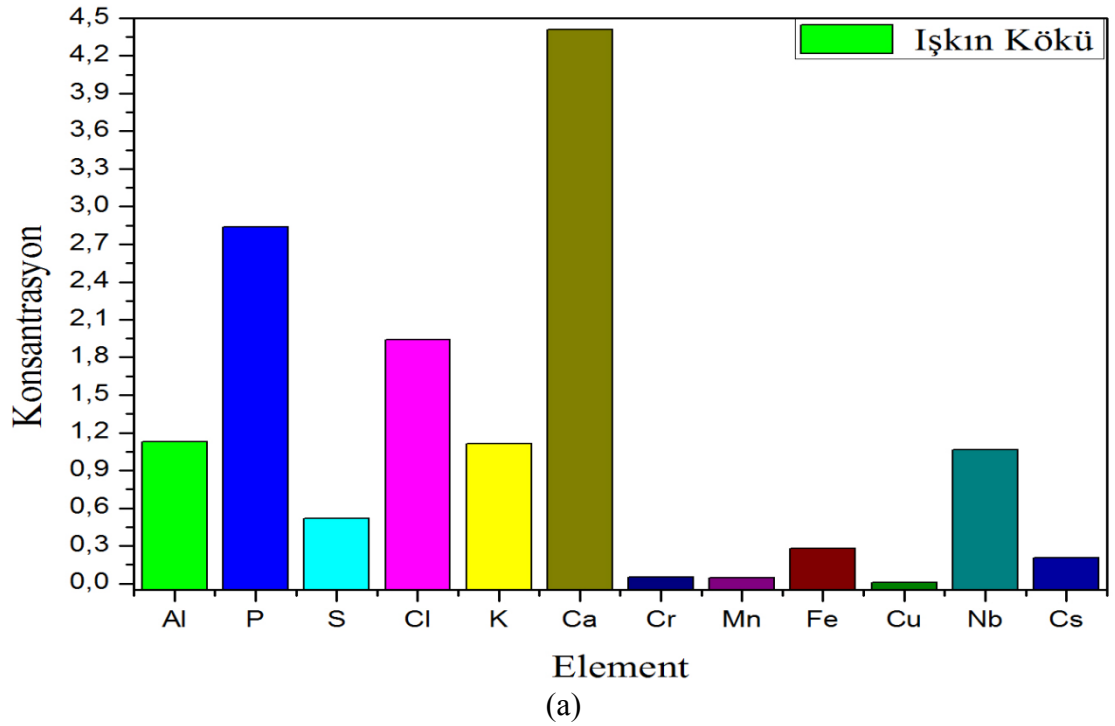
Şekil. 4.9. Üvez yaprağının P-EDXRF ile elementel analizi.



Şekil. 4.10. Yarpuzun P-EDXRF ile elementel analizi.



Şekil. 4.11. Altın çileğin P-EDXRF ile elementel analizi.



Şekil. 4.12. Işkın kökünün P-EDXRF ile elementel analizi.

**Çizelge 4.1.** Değirmende öğütülen şifalı bitkilerin P-EDXRF Spektrometre ile yapılan elementel analizi.

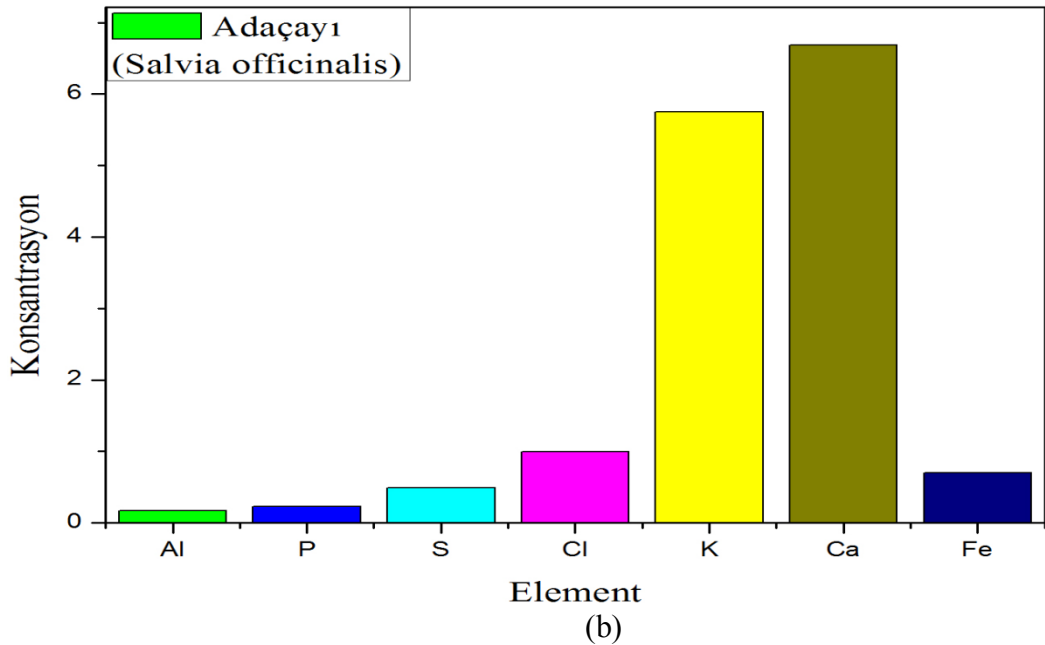
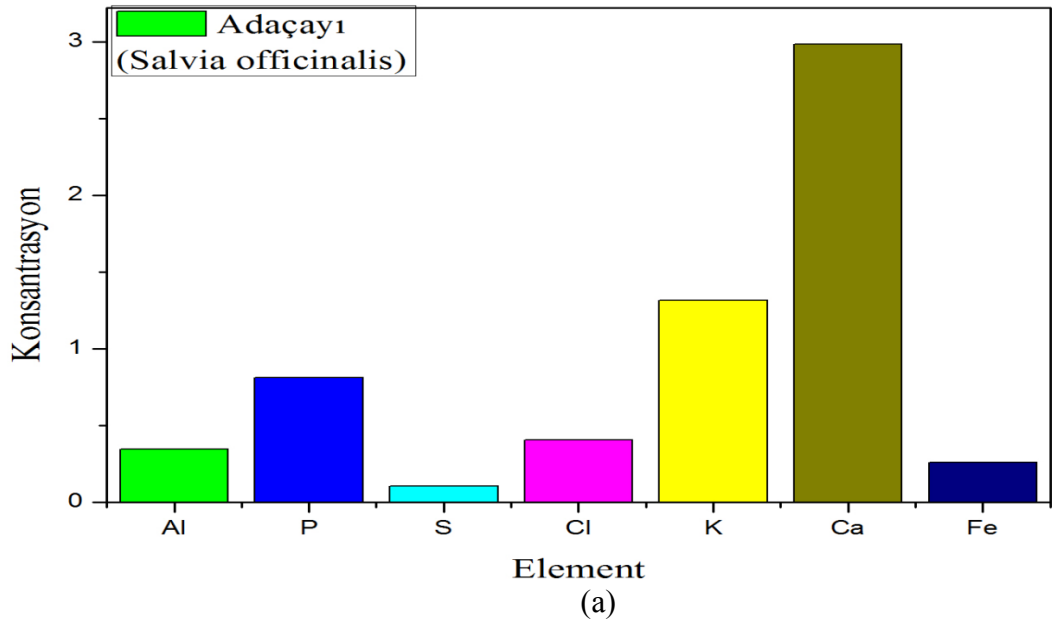
| Şifalı Bitkiler | Al     | P      | S      | Cl     | K      | Ca     | Cr     | Mn     | Fe     | Cu     | Nb     | Cs     |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Adaçayı         | 0,3459 | 0,812  | 0,1054 | 0,4075 | 1,3161 | 2,9840 | 0,0364 | 0,0421 | 0,2589 | 0,0087 | 0,4217 | 0,0502 |
| Altın Otu       | 0,4707 | 1,2052 | 0,1469 | 0,7105 | 1,6956 | 1,9585 | 0,0259 | 0,0495 | 0,1425 | 0,0103 | 0,5818 | 0,0821 |
| Aslan Pençesi   | 0,6332 | 0,6246 | 0,3511 | 1,1816 | 1,7199 | 2,7774 | 0,0225 | 0,0617 | 0,0938 | 0,0136 | 0,5309 | 0,0698 |
| Avagado Yaprağı | 0,6483 | 1,6619 | 0,0766 | 1,0456 | 1,1806 | 2,7734 | 0,0872 | 0,0820 | 0,1575 | 0,0111 | 0,7945 | 0,1229 |
| Ayva Yaprağı    | 0,3962 | 0,9850 | 0,3928 | 0,8141 | 0,8572 | 4,4931 | 0,0248 | 0,0497 | 0,1301 | 0,0094 | 0,614  | 0,0813 |
| Hatmi Çiçeği    | 0,7035 | 1,1399 | 0,052  | 0,5957 | 1,5295 | 3,5500 | 0,0564 | 0,0691 | 0,6886 | 0,0093 | 0,5382 | 0,0701 |
| Ihlamur         | 0,3624 | 0,7915 | 0,3928 | 0,8401 | 1,8335 | 2,8776 | 0,0309 | 0,0396 | 0,1731 | 0,0113 | 0,5681 | 0,075  |
| Sinemaki        | 0,6592 | 1,9597 | 0,2075 | 1,1034 | 1,5746 | 4,6495 | 0,0753 | 0,0505 | 0,1797 | 0,0114 | 0,8145 | 0,1294 |
| Üvez yaprağı    | 0,4750 | 0,7603 | 0,5001 | 0,9506 | 1,8356 | 3,8237 | 0,0371 | 0,1216 | 0,2919 | 0,0082 | 0,6017 | 0,0853 |
| Yarpuz          | 0,5490 | 1,4157 | 0,4444 | 0,8476 | 1,3477 | 2,9746 | 0,0994 | 0,1260 | 3,0775 | 0,0177 | 0,6639 | 0,0875 |



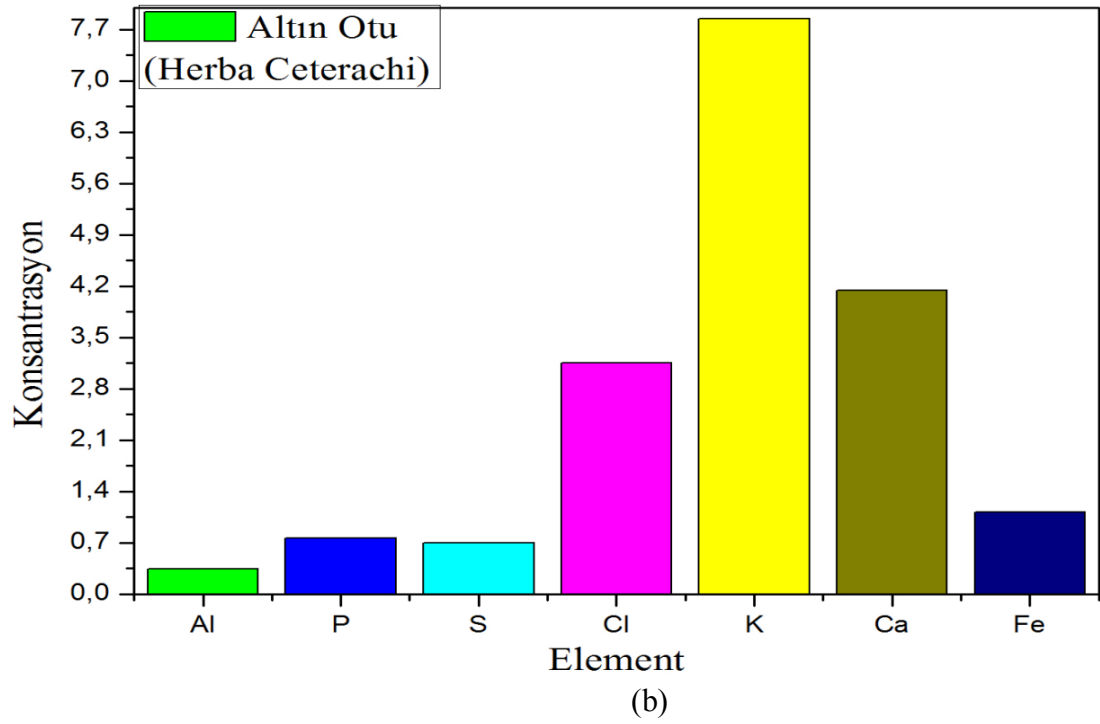
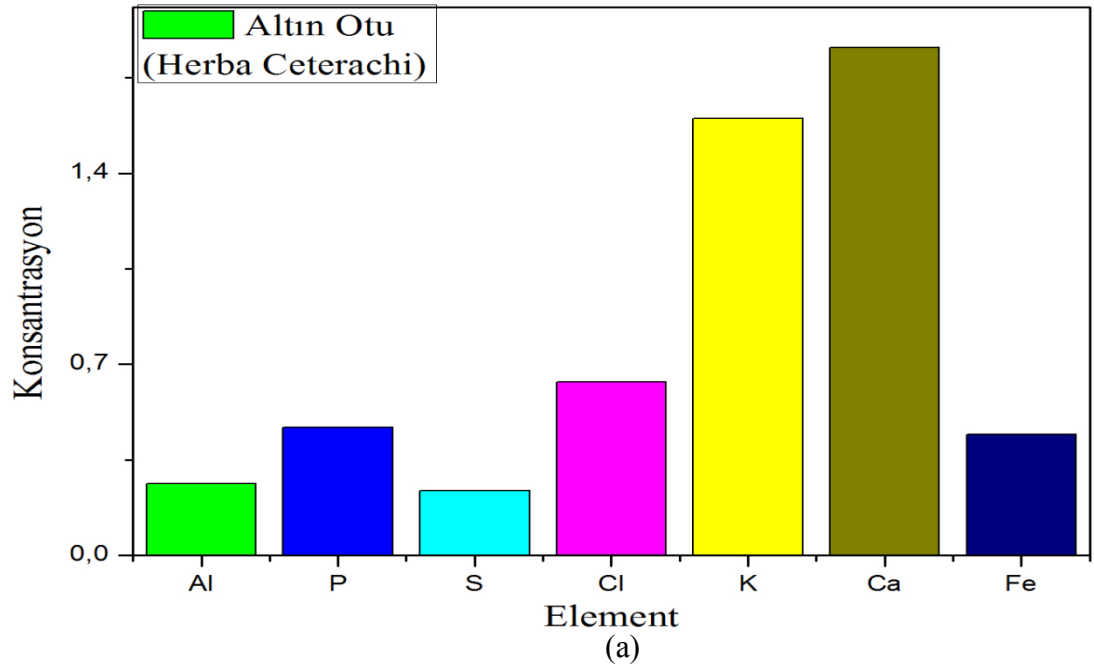
**Çizelge 4.2.** Havanda dövülen şifalı bitkilerin P-EDXRF Spektrometre ile yapılan elementel analizi.

| Şifalı Bitkiler | Al     | P      | S      | Cl     | K      | Ca     | Cr     | Mn     | Fe     | Cu     | Nb     | Cs     |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Adaçayı         | 0,3553 | 1,0457 | 0,3662 | 0,7132 | 1,3458 | 4,0379 | 0,0304 | 0,0469 | 0,5745 | 0,0148 | 0,5975 | 0,0766 |
| Altın Otu       | 0,2626 | 0,4686 | 0,237  | 0,634  | 1,5999 | 1,8599 | 0,0546 | 0,0597 | 0,443  | 0,0111 | 0,4238 | 0,0527 |
| Aslan Pençesi   | 0,3608 | 0,9229 | 0,3603 | 0,9041 | 1,6407 | 2,6021 | 0,0264 | 0,0598 | 0,1785 | 0,0125 | 0,5888 | 0,082  |
| Avagado Yaprağı | 0,3895 | 0,8544 | 0,3697 | 0,796  | 0,9399 | 2,8972 | 0,0462 | 0,1066 | 0,2475 | 0,0111 | 0,5651 | 0,0752 |
| Ayva Yaprağı    | 0,4212 | 1,1163 | 0,1634 | 0,5938 | 0,9527 | 4,2676 | 0,0284 | 0,0480 | 0,1807 | 0,0082 | 0,5412 | 0,0699 |
| Hatmi Çiçeği    | 0,4061 | 0,6798 | 0,3927 | 0,8458 | 1,7203 | 3,4152 | 0,0372 | 0,0486 | 0,4158 | 0,0087 | 0,5646 | 0,0757 |
| Ihlamur         | 0,3771 | 0,5872 | 0,2871 | 1,0264 | 1,6423 | 2,9791 | 0,0293 | 0,0402 | 0,2019 | 0,0477 | 0,5887 | 0,0797 |
| Sinemaki        | 0,6966 | 1,5057 | 0,1008 | 1,016  | 1,6049 | 4,4010 | 0,6092 | 0,0709 | 0,3482 | 0,0223 | 0,9271 | 0,1433 |
| Üvez yaprağı    | 0,4926 | 1,1849 | 0,1108 | 0,6691 | 1,7839 | 3,7376 | 0,0263 | 0,1241 | 0,1637 | 0,0072 | 0,5739 | 0,0762 |
| Yarpuz          | 0,5087 | 0,7785 | 0,5089 | 1,0728 | 1,4953 | 2,8966 | 0,1136 | 0,1154 | 2,8413 | 0,0243 | 0,6782 | 0,0887 |

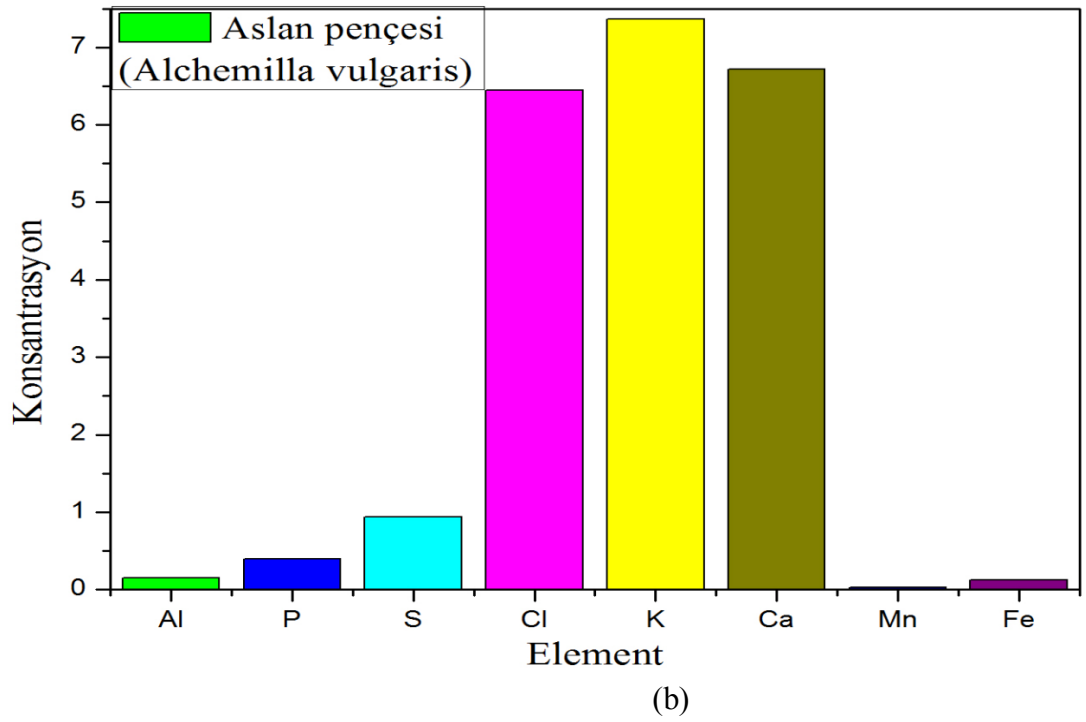
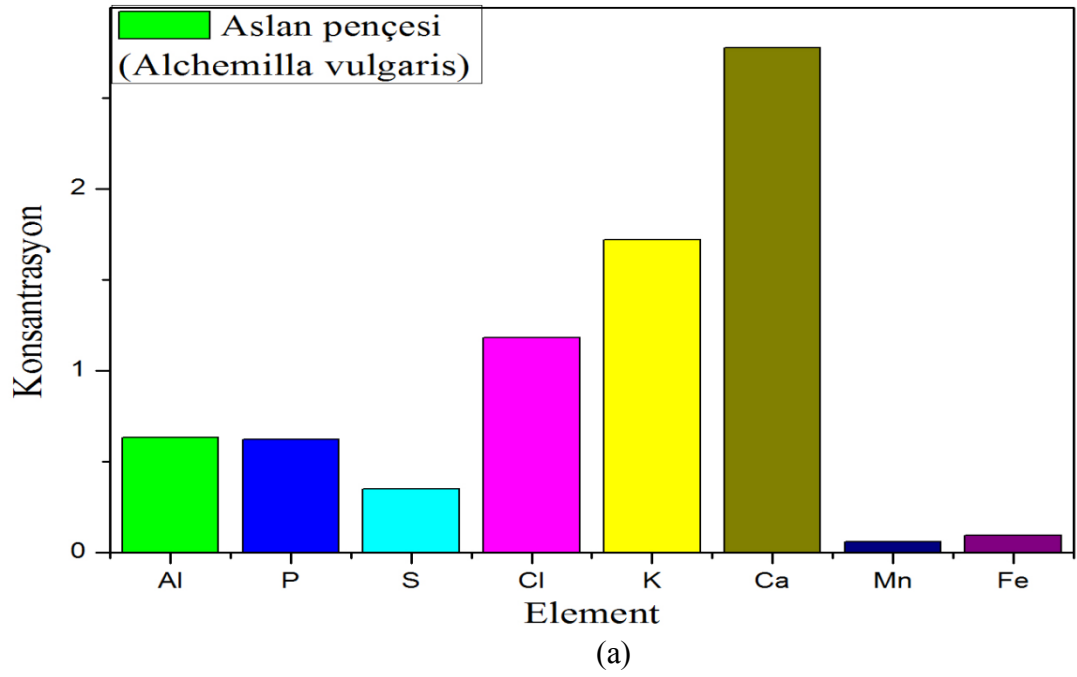
Çalışmanın ikinci kısmında numuneler için P-EDXRF ile elde edilen sonuçları WDXRF ile elde edilen sonuçlar ile birlikte Şekil 4.13-21'de verilmiştir.



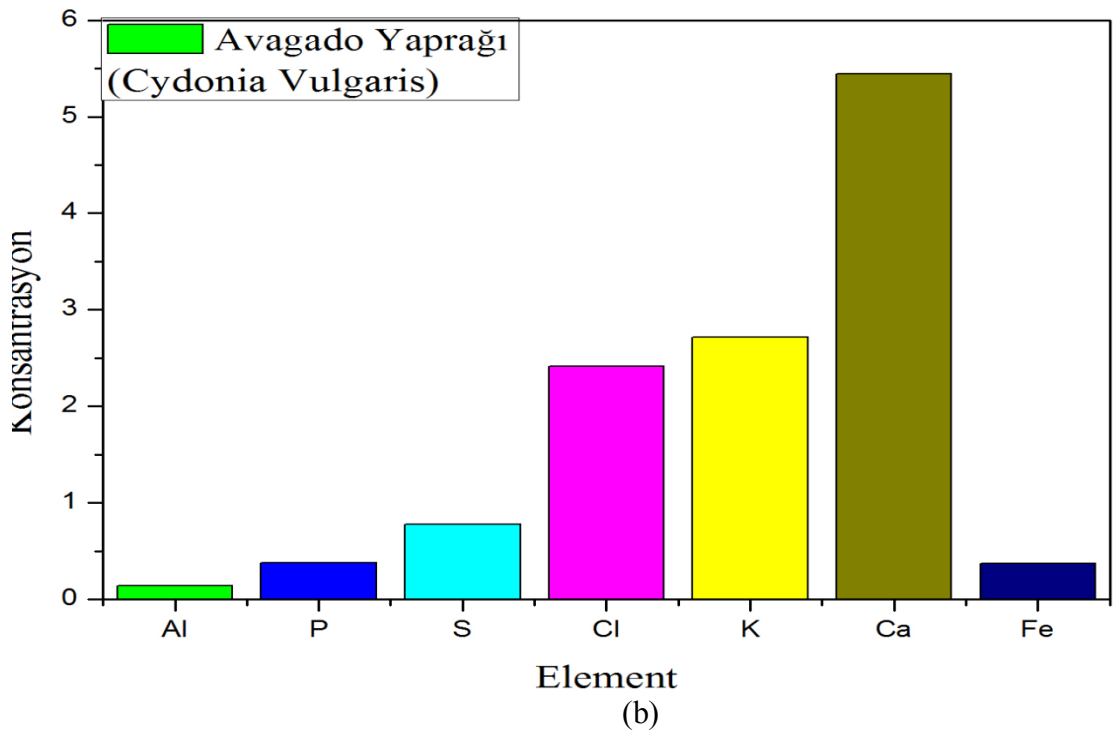
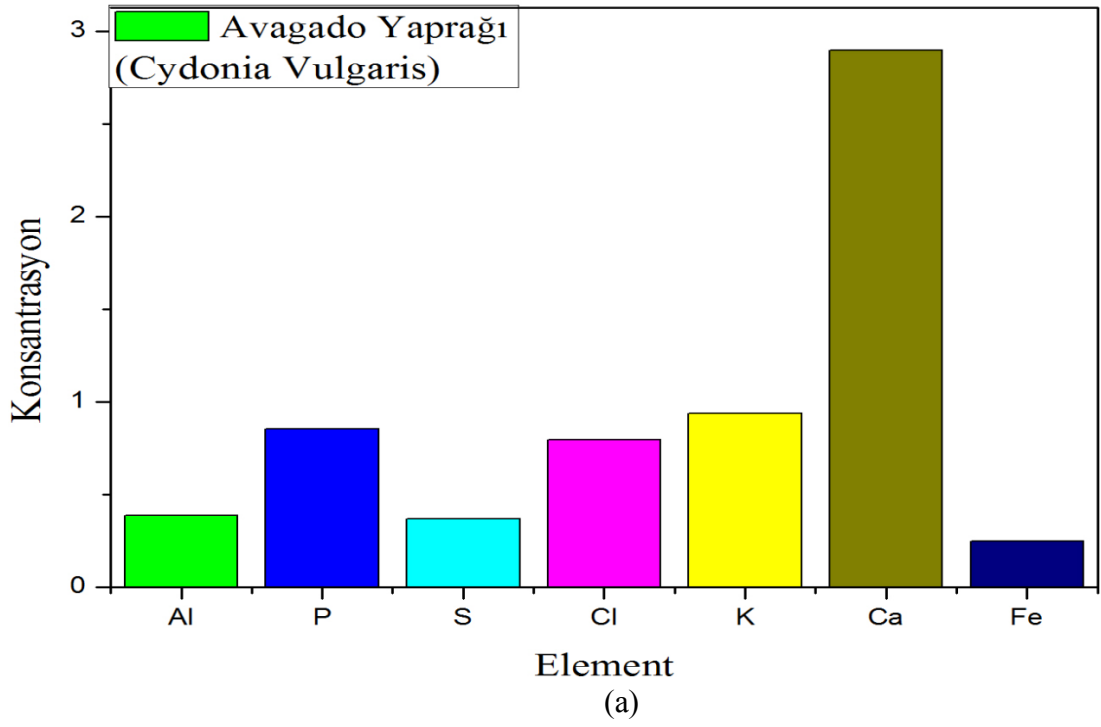
**Şekil. 4.13.** Adaçayı için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.



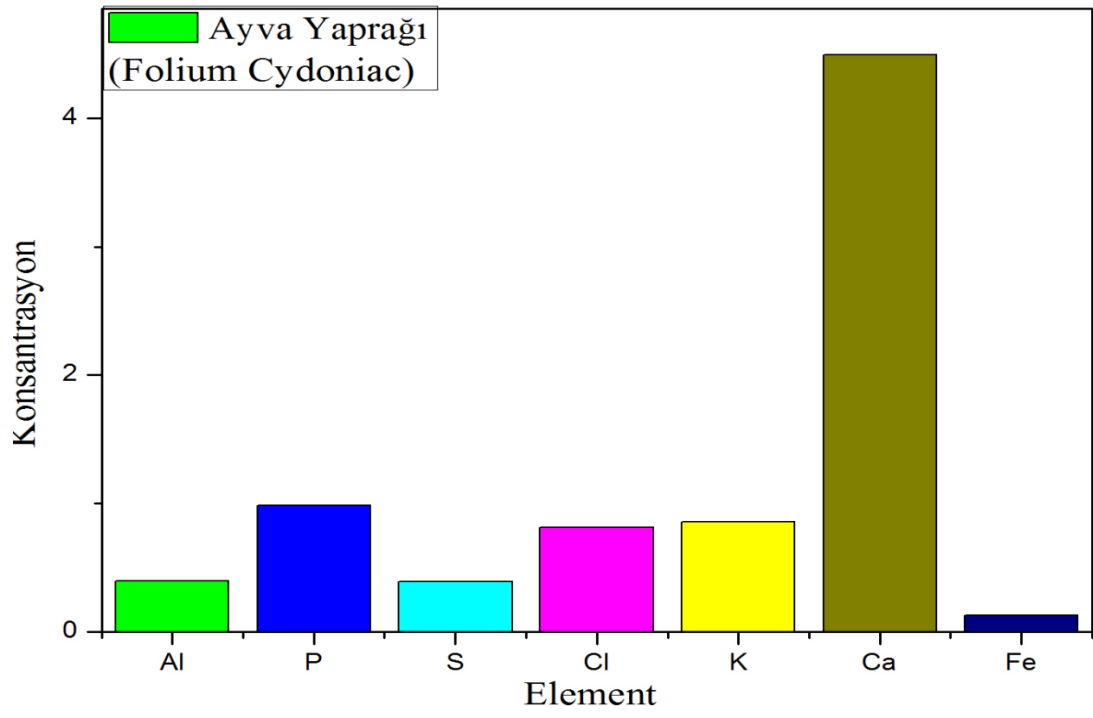
**Şekil. 4.14.** Altın otu için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.



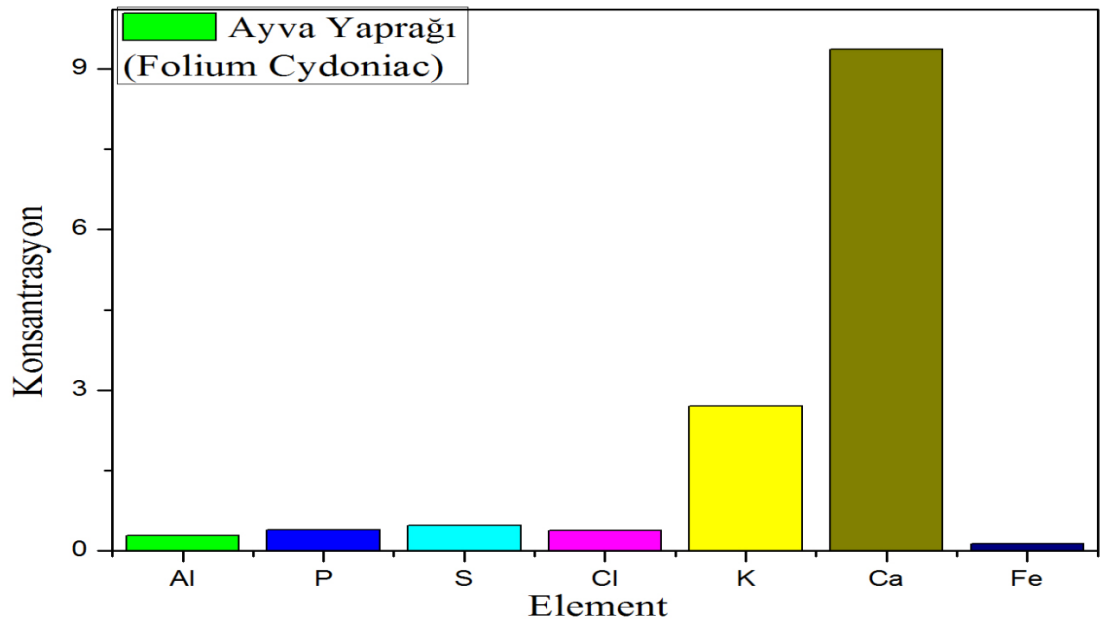
**Şekil. 4.15.** Aslan pençesi için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.



**Şekil. 4.16.** Avagado yaprağı için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.

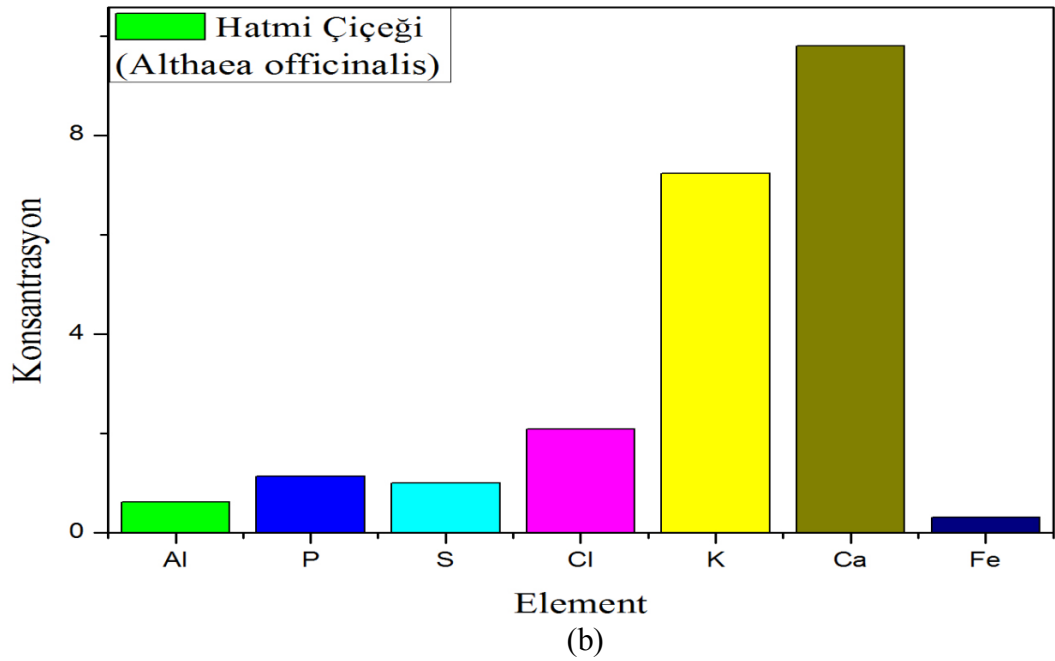
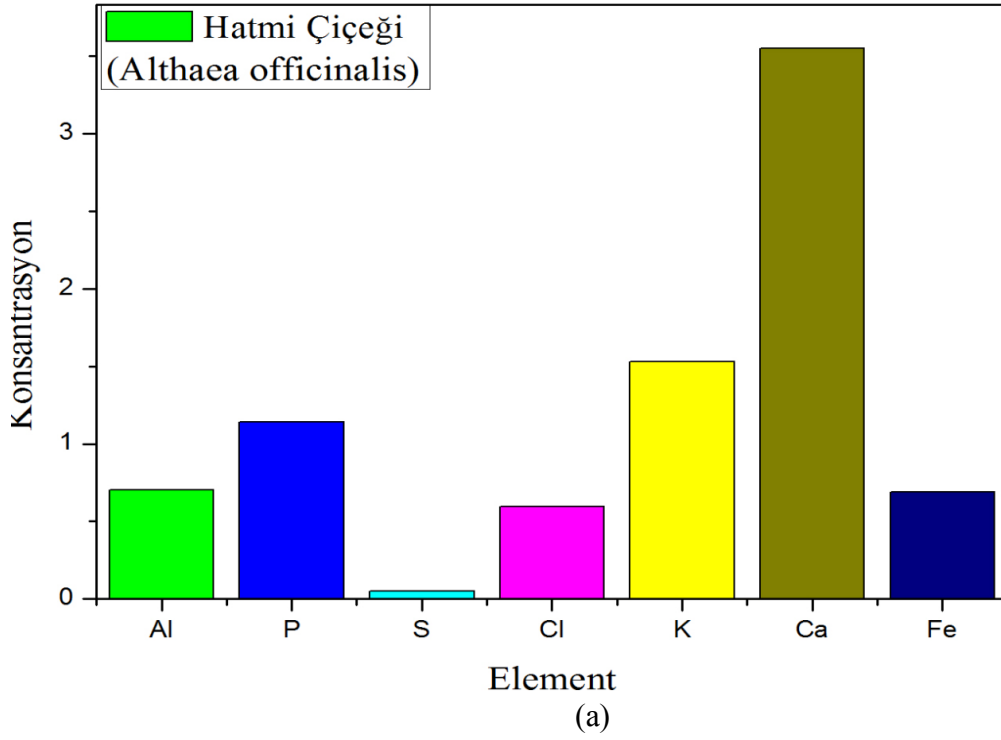


(a)

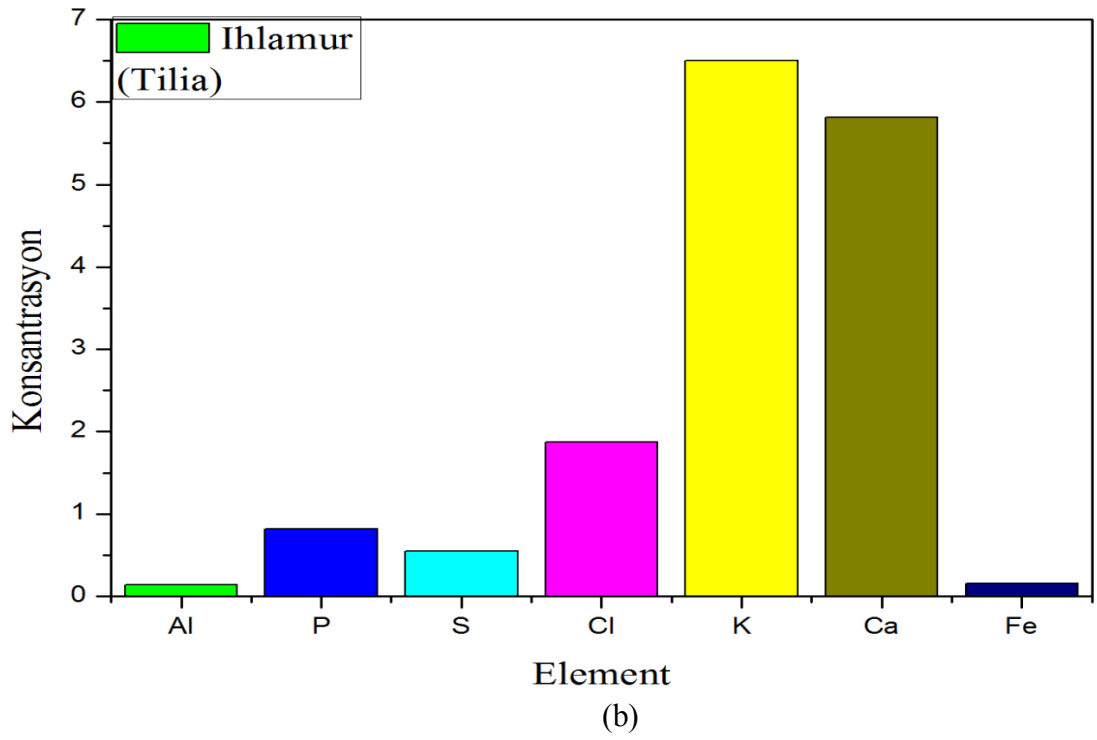
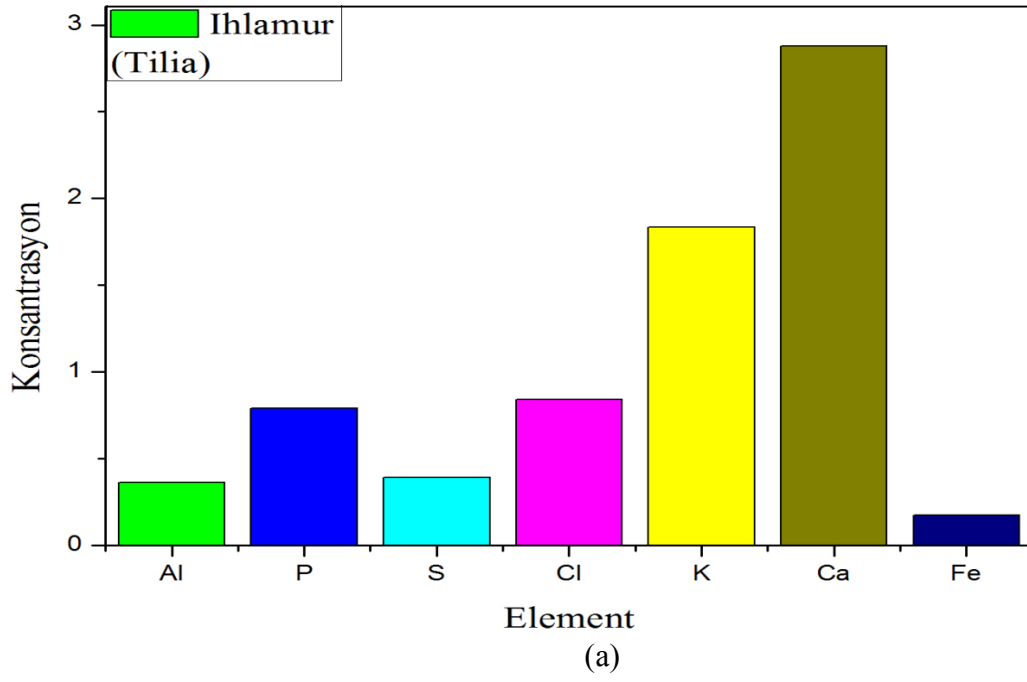


(b)

**Şekil. 4.17.** Ayva yaprağı için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.

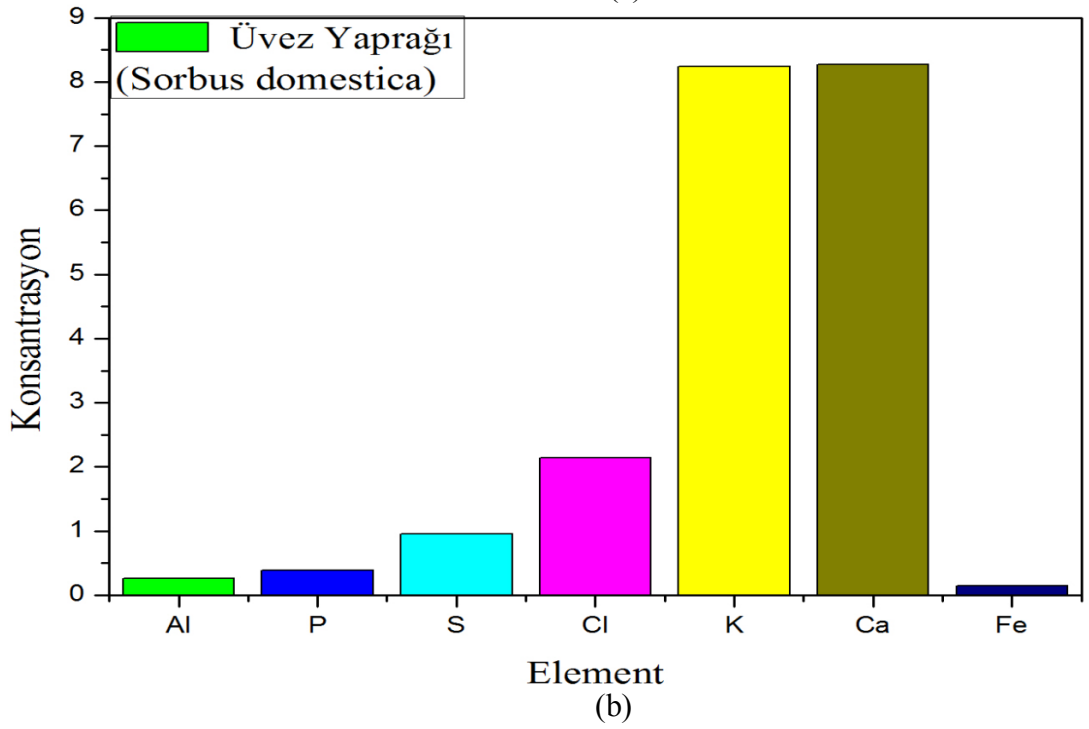
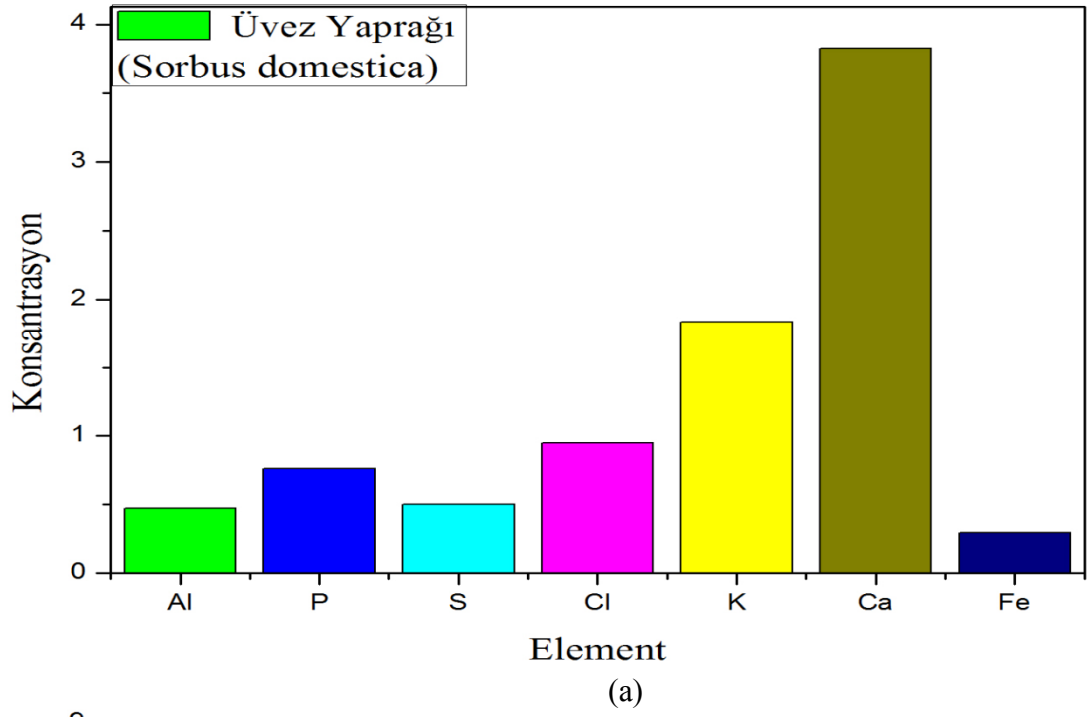


**Şekil. 4.18.** Hatmi çiçeği için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.

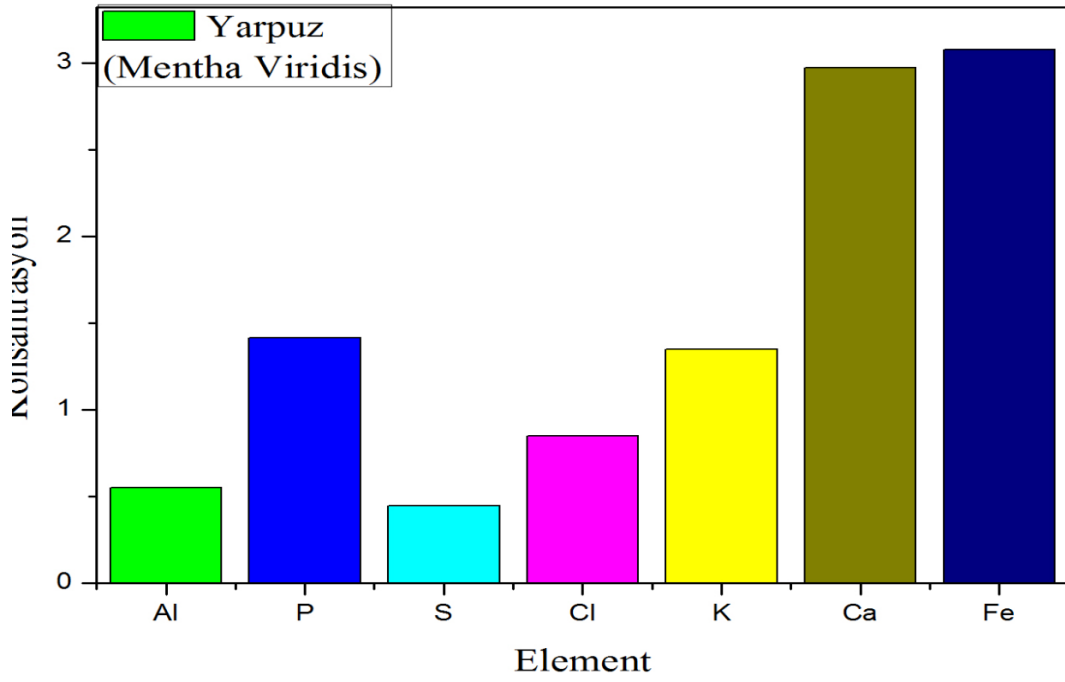


**Şekil. 4.19.** Ihlamur için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.

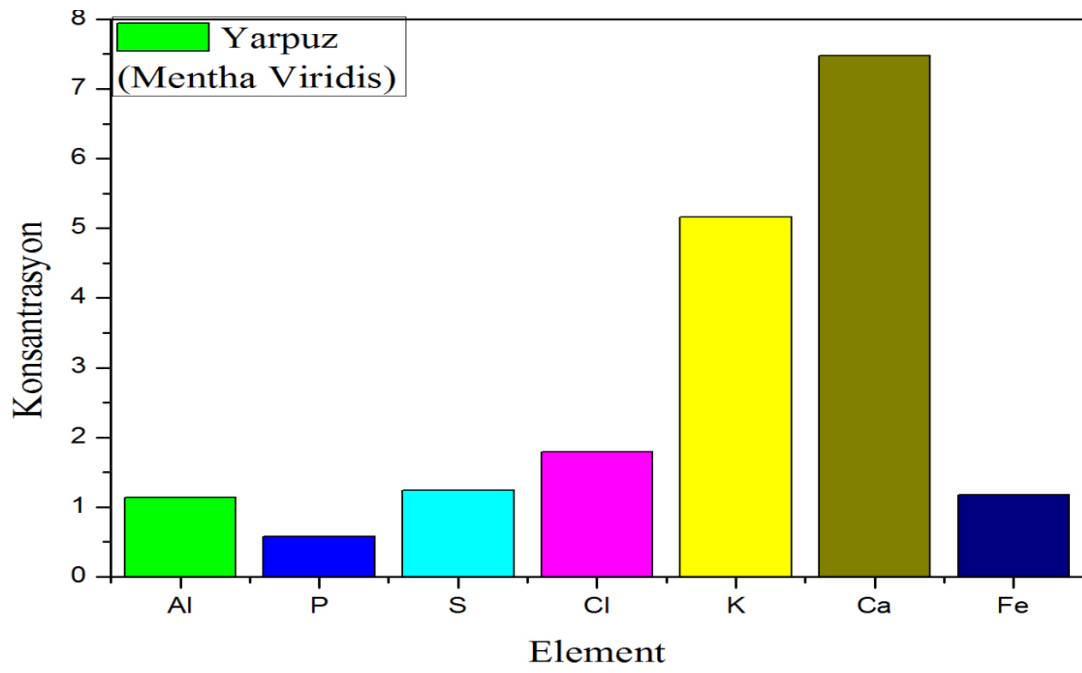




**Şekil. 4.20.** Üvez yaprağı için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.



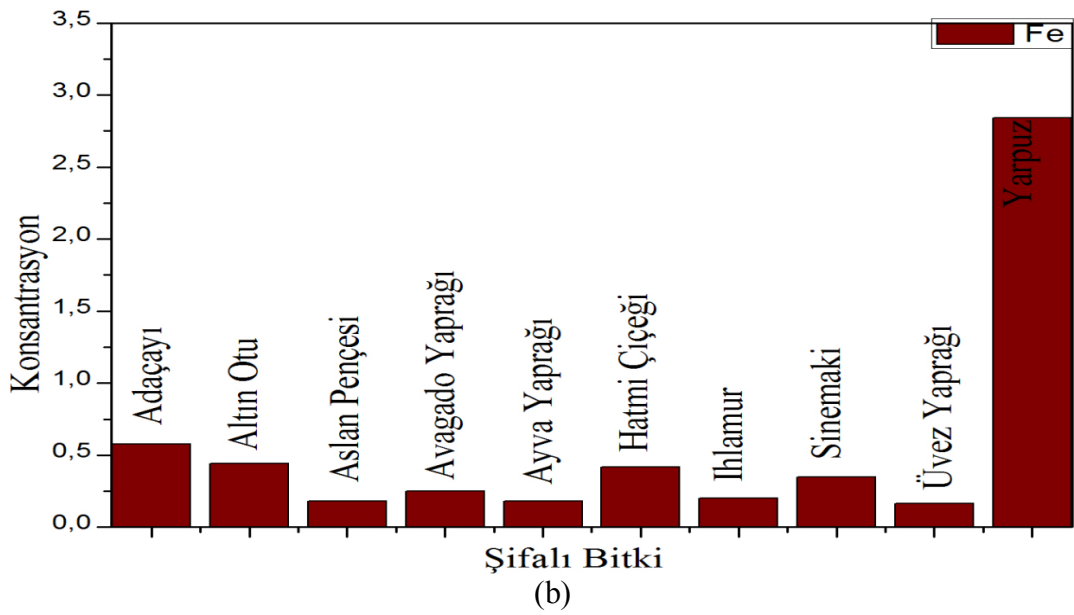
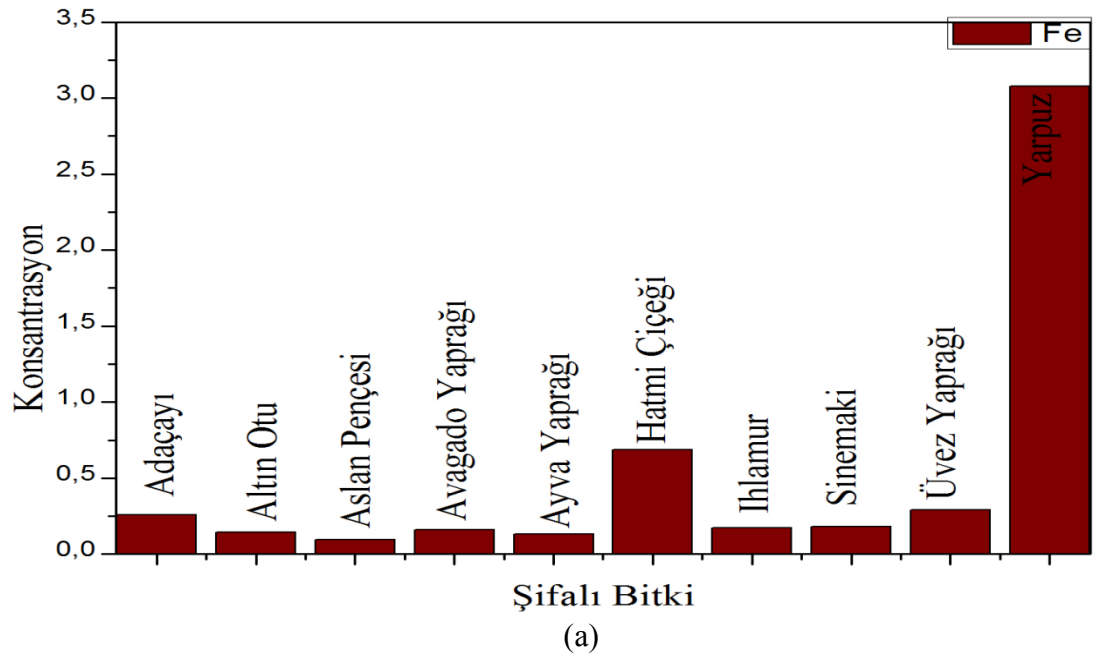
(a)



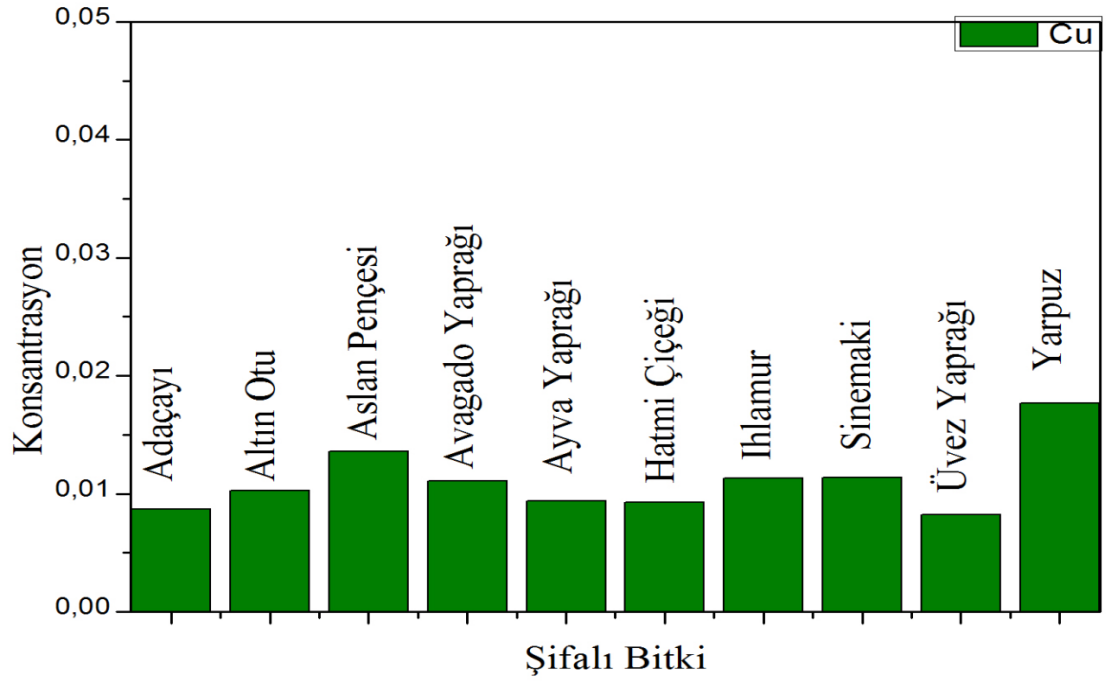
(b)

**Şekil. 4.21.** Yarpuz için P-EDXRF (a) ve WDXRF (b) Spektrometre ile elde edilen elementel konsantrasyonlar.

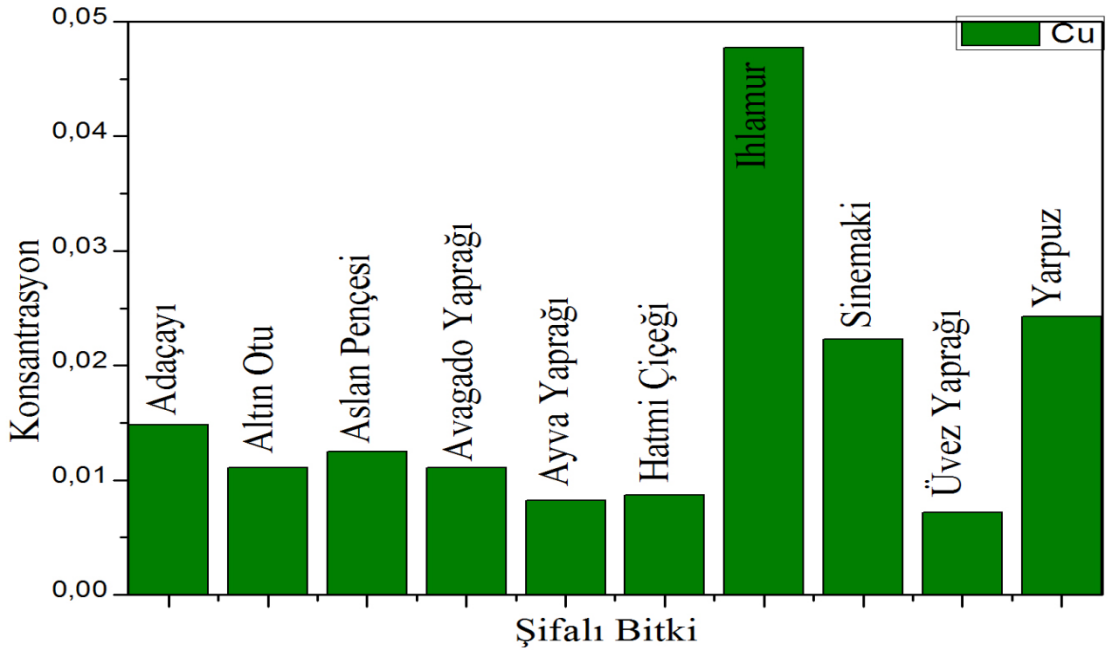
Çalışmanın üçüncü kısmında Fe, Cu, Mn, K, Ca ve P elementlerinin şifalı bitkilerdeki konsantrasyonları numunelerinin hazırlanış biçimlerine göre (a) değirmende öğütülüp hazırlanan numunelerin P-EDXRF ile elde edilen konsantrasyonlarını ve (b) havanda dövülerek hazırlanan numunelerin P-EDXRF ile elde edilen konsantrasyonlarını sırasıyla Şekil 4.22-27 görebiliriz.



Şekil 4. 22. Şifalı bitkilerdeki Fe konsantrasyonları.

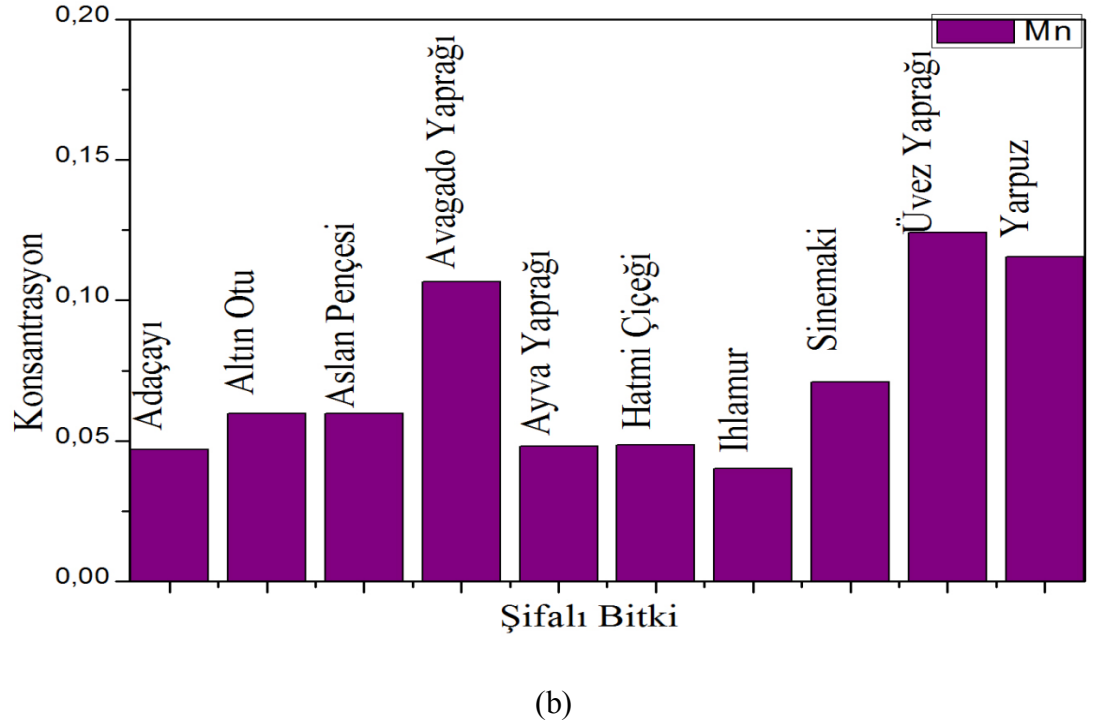
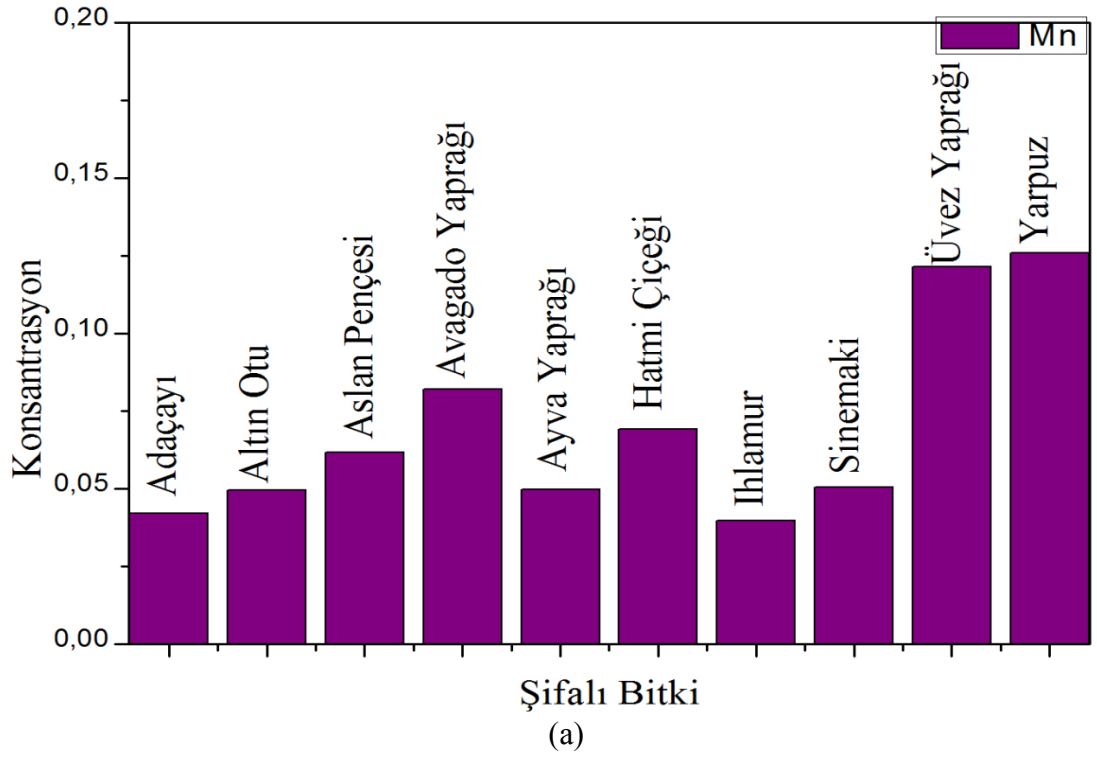


(a)

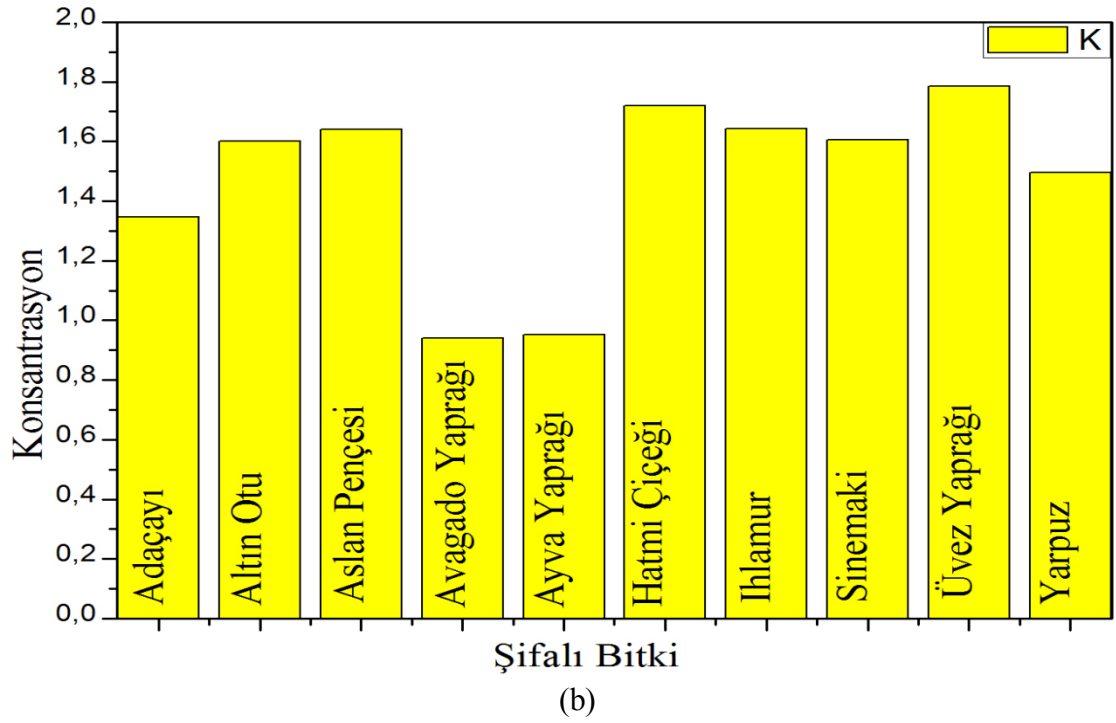
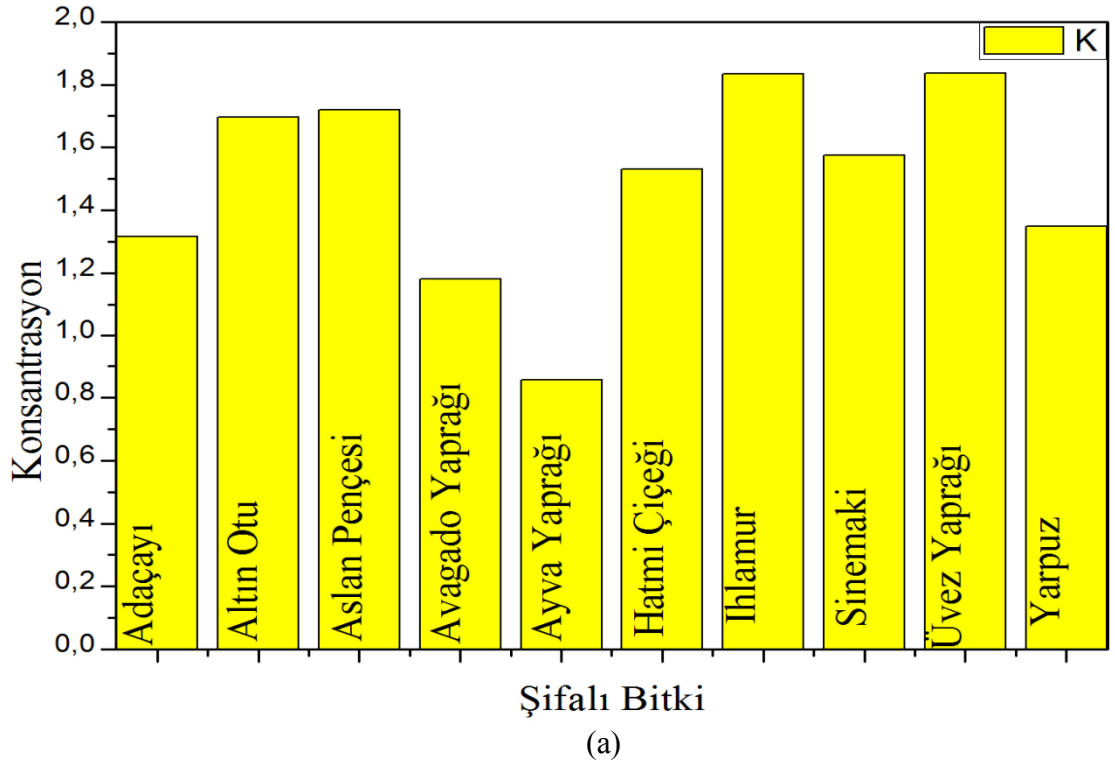


(b)

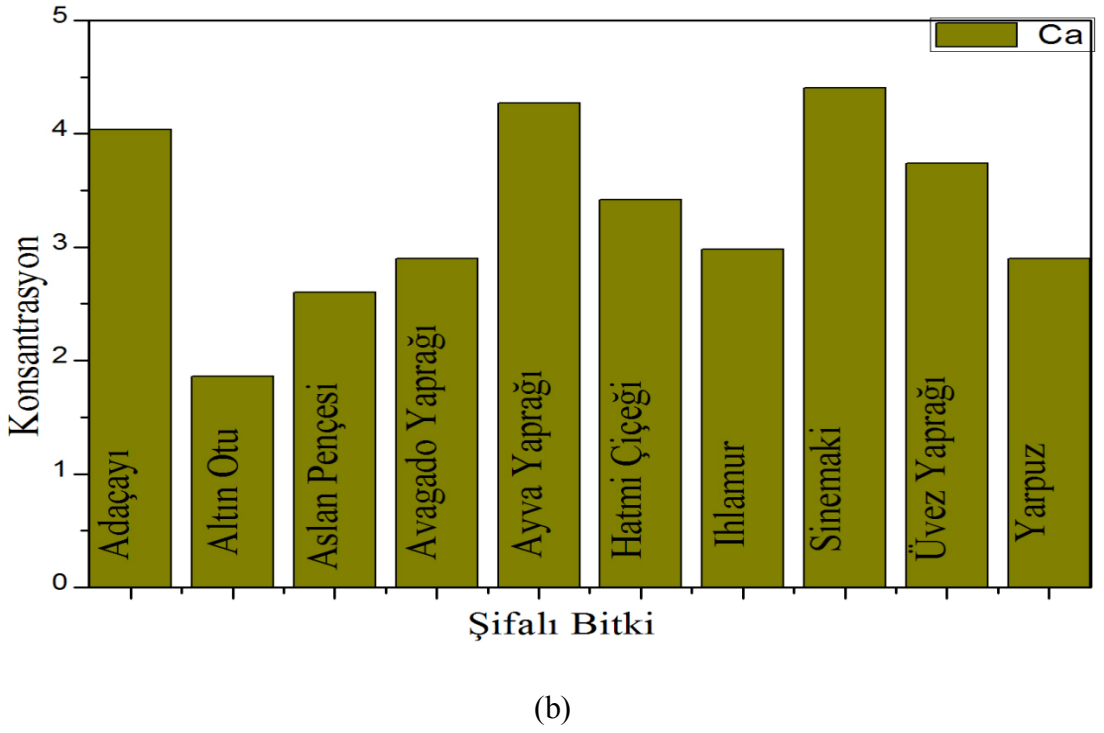
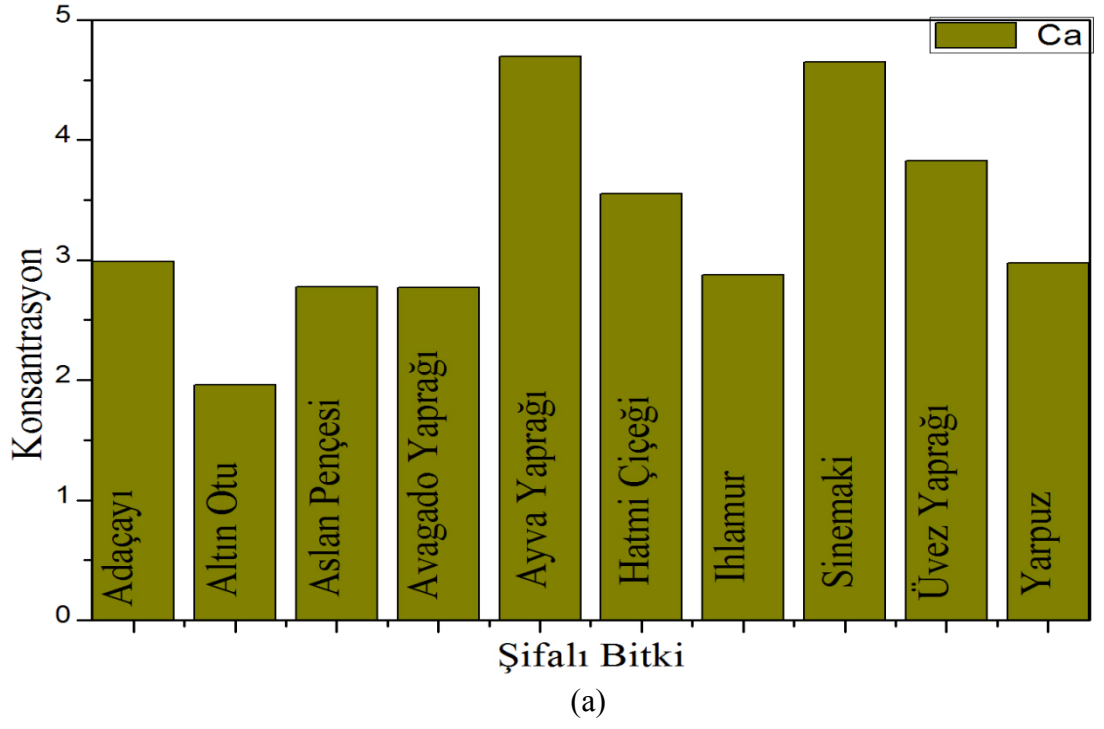
Şekil 4. 23. Şifalı bitkilerdeki Cu konsantrasyonları.



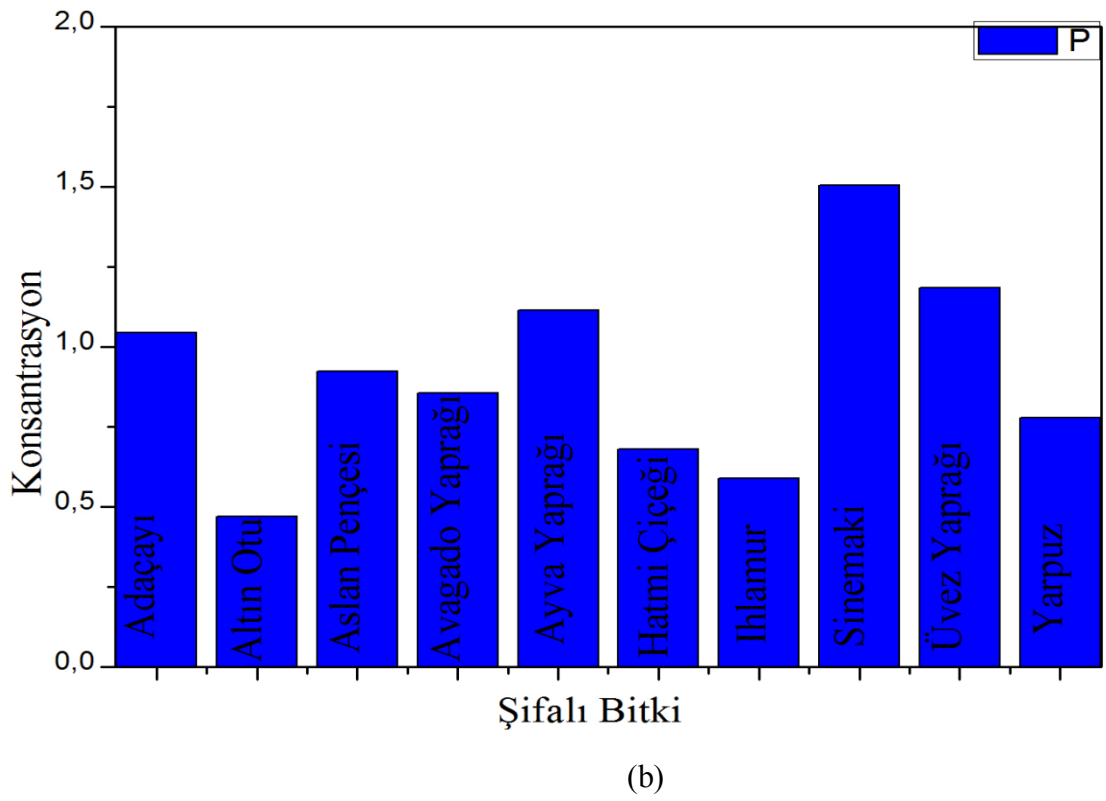
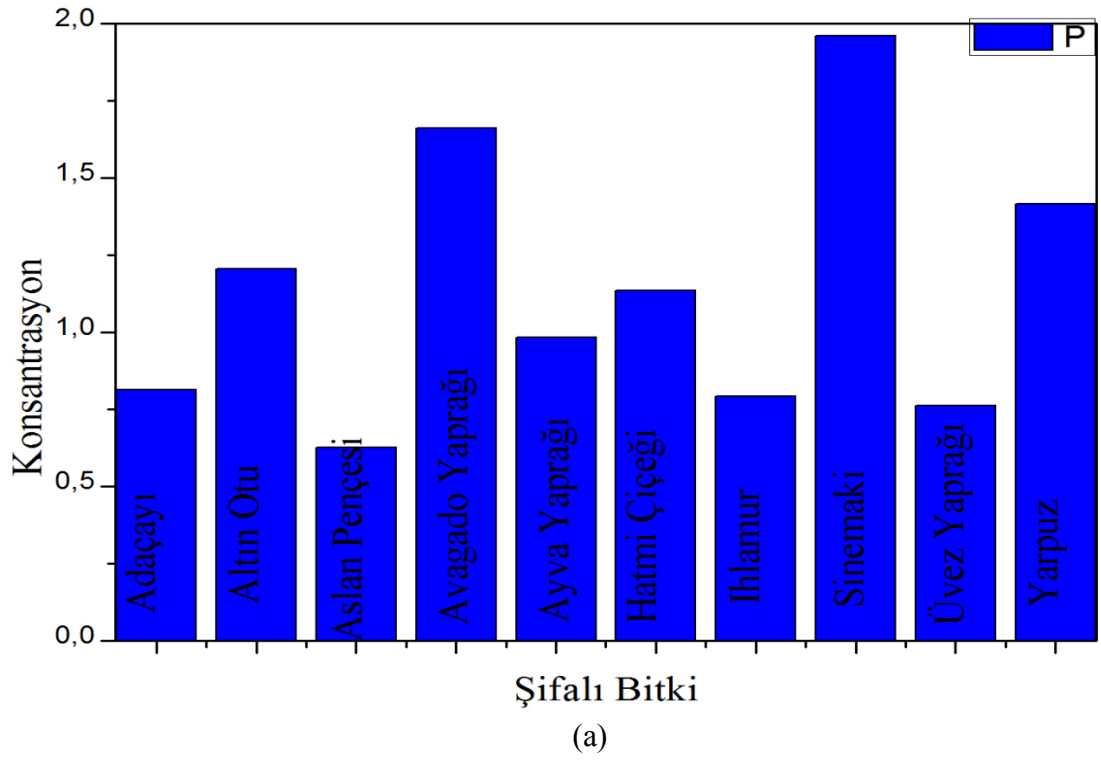
Şekil 4. 24. Şifalı bitkilerdeki Mn konsantrasyonları.



Şekil 4. 25. Şifalı bitkilerdeki K konsantrasyonları.



Şekil 4. 26. Şifalı bitkilerdeki Ca konsantrasyonları.



Şekil 4. 27. Şifalı bitkilerdeki P konsantrasyonları.



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma 3 kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda; P-EDXRF ile elementel analizi yapılacak olan ve fırında 100 °C altında 10 dakika bekletilerek nemden arındırılan her bir bitki için numuneler iki farklı şekilde hazırlanmıştır. İlkinde numuneler değirmende öğütölüp, elenip, pellet haline getirilmiş, ikincisinde ise değirmenin bıçak darbelerinin numuneleri olumsuz etkilemesi ihtimaline karşın numuneler sadece el havanında öğütölüp, pellet haline getirilmiştir. Aynı bitkilerin iki farklı şekilde hazırlanan bu numuneleri için elde edilen sonuçlar sırası ile Çizelge 4.1 ve 4.2'de verilmiştir. Ayrıca numune hazırlamada kullanılan bu yöntemlerin bitkiler içerisindeki element konsantrasyonlarına etkilerini karşılaştırmak için, elde edilen sonuçlar kullanılarak Şekil 4.1-12'de verilen element-konsantrasyon grafikleri çizilmiştir.

Çalışmanın birinci kısmında elde edilen sonuçlardan şifalı bitkilerle çalışılırken numune hazırlama metodunun aynı bitkinin içerdiği elementlerin miktarlarında küçük farklılıklara neden olabildiği anlaşılmıştır. Bu nedenle özellikle şifalı bitkilerle ilgili nicel analizler yapmak için numune hazırlarken numunenin yapısına uygun, ona zarar vermeyecek, çevresel etkilerden arındırılmış, geçerliliği test edilmiş bir numune hazırlama metodu kullanmak önem arz etmektedir.

Çalışmanın ikinci kısmında incelenen şifalı bitkilerden hazırlanan numuneler önce portatif EDXRF (P-EDXRF) spektrometre ile daha sonra laboratuvar tipi WDXRF spektrometre ile analiz edilmiştir. Her bir numune için iki sistemle elde edilen sonuçlar birlikte kullanılarak element-konsantrasyon grafikleri çizilmiştir (Şekil 4.13-21). Çizilen grafikler karşılaştırıldığında P-EDXRF ve WDXRF sonuçlarının genellikle tutarlı oldukları görülmektedir. Buradan P-EDXRF spektrometrenin de şifalı bitkilerin nitel ve nicel analizlerinde güvenilir bir şekilde kullanılabileceği anlaşılmaktadır. XRF tekniği kullanılarak yapılabilen bitkisel analizlerde zaman ve maliyet kazancı yanı sıra

özellikle yerinde ölçüm kolaylığı sağlaması nedeniyle P-EDXRF spektrometre tercih edilebilir.

Çalışmanın üçüncü kısmında hayati faaliyetler için önemli olan Fe, Cu, Mn, K, Ca ve P elementlerinin hastalıkların tedavisinde alternatif olarak kullanılan şifalı bitkilerdeki miktarları P-EDXRF ile belirlenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. İlgili elementlerin P-EDXRF ile elde edilen konsantrasyonlarını veren Çizelge 4.1-2 ve Şekil 4.22-27 incelendiğinde elementlerin konsantrasyonlarının bitkiden bitkiye farklılıklar gösterdiği anlaşılmaktadır. Yarpuz bol miktarda Fe, Cu ve Mn, ayva yaprağı ve sinemaki ise bol miktarda Ca içermektedir. En fazla Mn üvez yaprağında ve en fazla P ise sinemakidedir. İncelenen şifalı bitkilerdeki K miktarı birbirlerine çok yakın olmakla birlikte en fazla K üvez yaprağında bulunmaktadır. Ayrıca Fe, Cu, Mn, K, Ca ve P elementlerinin şifalı bitkilerdeki konsantrasyonları numunelerin hazırlanış biçimlerine göre de değişiklikler göstermektedir. Aynı bitkinin değirmende öğütülüp hazırlanan numunesi için elde edilen Fe, Cu, Mn, K, Ca ve P konsantrasyonları sadece havanda dövülerek hazırlanan numunesi için elde edilenlerden farklıdır (Çizelge 4.1-2 ve Şekil 4.22-27).

## KAYNAKLAR

- Bilgiri, B., 1982. Ege Bölgesinde İnsan Beslenmesinde kullanılan Bazı Yabani (Şevketi Bostan, İğnelik, Deve Diken, Yabani Pazı ve Semiz Otu) Otları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19, 11-26.
- Cevik, U., Koz, B., Makarovsk, Y., 2010. Heavy metal analysis around Iskenderun Bay in Turkey. Research Article, 39, 202–207.
- Cevik, U. ve Celik, N., 2009. Ecological half-life of <sup>137</sup>Cs in mosses and lichens in the Ordu province, Turkey. Journal of Environmental Radioactivity, 100, 23–28.
- Çolakoğlu, M., B. Bilgiri, 1977. Ege bölgesinde insan beslenmesinde kullanılan bazı yabani (sarmaşık, stifno, helvacık, deniz börülcesi, ısırgan ve gelincik) otları üzerinde araştırmalar. VI. Bilim Kongresi. Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Tebliği. Gıda ve Fermentasyon Teknolojisi. 19-37.
- Dogan, O., Tirasoglu, E., 2006. Determination of potassium, calcium and chlorine in some vegetables by EDXRF. Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, 101, 141–145.
- Ekinci, N., Ekinci, R., Polat, R., Budak, G., 2004. Analysis of trace elements in medicinal plants with energy dispersive X-ray fluorescence. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 260, 127–131.
- Guil-Guerrero-JL, P. Comprá-Madrid, ME. Torija-Isasa, 1999. Ecology-of-Food and Nutrition. 38, (3), 209–222.
- Holland, I., Unwin, D., Buss, D.H. 1992. Fruit and Nuts The Composition of Foods The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
- Ivanova, J., Djingova, R., Kuleff, I., 1998. Determination of some heavy and toxic elements in plants and soils with ED-XRF using americium-241 excitation source. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 238, 2–32.
- Karaman, M., 2009. X-Işını Floresans Spektrometresi tekniği ile Menderes Masifi üzerinde üretilen Feldspat Cevherlerinin eser element analizleri. Y. Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Koz, B., Celik, N., Cevik U., 2010. Biomonitoring of heavy metals by epiphytic lichen species in Black Sea region of Turkey. Ecological Indicators, 762–765.
- Mahawatte, P., Dissanayaka, K. R., Hewamanna, R., 2006. Elemental concentrations of some Ayurvedic drugs using energy dispersive XRF. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 270, 657–660.
- Pashkova, G. V., 2009. X-ray Fluorescence Determination of Element Contents in Milk and Dairy Products Food Anal. Methods, 2, 303–310.
- Swamy, G. Y. S. K., Ravikumar, K., 2010. Characterization of Indian Ayurvedic herbal medicines for their metal concentrations using WD-XRF spectrometry. X-Ray Spectrom, 39, 216–220.
- Türel, İ., Ertekin A., Oto, G., Çelikezen, F.Ç., Yaşar, S., 2009. Urtica dioica L. Isırgan Otu'nin Metanol ve Su Ekstraktının 7,12-dimetilbenz(a)antrasen Uygulanan Tavşan Tüylerindeki İz Element Seviyeleri Üzerine Etkileri. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 15,(4), 511-515

## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Adana’da doğan Tuğba BİLİCİ lise öğrenimini Adana Anadolu Lisesinde tamamladı. 2005 yılında girdiği Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünden 2009 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi'ne Memur olarak atandı. 2010 yılında Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim dalı, Atom ve Molekül Fiziği Bilim dalında Yüksek Lisans programına başladı. Yüksek lisansını “Bazı Şifalı Bitkilerin WDXRF ve Taşınabilir EDXRF Spektrometreler ile Elementel Analizi” isimli tezle Haziran 2012 yılında tamamladı.

