

**LABIATAE FAMILYASINA MENSUP BİTKİLERİN  
ALFA VE BETA RADYOAKTİVİTE SEVİYELERİNİN  
TAYİNİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Fiz.Lis. Yasemin DEMİR KUNT**  
**(304920056011)**

98131

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17 Ocak 2000**  
**Tezin Savunulduğu Tarih : 2 Şubat 2000**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. A. Beril TUĞRUL**

*[Signature]*

08.02.2000

**Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Nurfer GÜNGÖR**

*[Signature]*

08.07.2000

**Yrd.Doç.Dr. Filiz BAYTAŞ**

*[Signature]*

8/2/2000

**ŞUBAT 2000**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANLARI MERKEZİ**

## ÖNSÖZ

Bu Yüksek Lisans Tezi ile Chernobyl nükleer reaktör kazasından etkilendiği belirtilen kekik, adaçayı gibi bitkilerin yer aldığı *Labiatae* (nanegiller) familyasının 1999 yılı mahsulü ürünlerde radyoaktivite seviyesi tayini yapılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, *Labiatae* (nanegiller) familyasına giren dört farklı tür bitkinin, Türkiye’de farklı yörelerde yettirilmiş olanları ile çalışılmıştır. İlginç olabileceğini düşündüğümüz bu çalışmanın, konu ile ilgili diğer araştırmacılara da yardımcı olacağını umarım.

Bu Yüksek Lisans tez çalışması, İ.T.Ü. Araştırma Fonu tarafından Lisansüstü Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

Çalışmalarımın her aşamasında yakın ilgisini ve desteğini gördüğüm, tezin sonuçlanmasında büyük emeği olan , yardımlarını esirgemeyen, değerli hocam Sayın Prof.Dr. A. Beril TUĞRUL’a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma süresince yakın alakalarıyla yardımcı ve destek olan Araş.Gör. Nilgün DOĞAN’a çok teşekkür ederim.

Ayrıca, bütün eğitim hayatım boyunca gösterdiği sabır, hoşgörü ve destek için anneme ve yardımları için eşime teşekkür ederim.

Yasemin DEMİR KUNT

Ocak 2000

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| KISALTMALAR                                          | v   |
| TABLO LİSTESİ                                        | vi  |
| ŞEKİL LİSTESİ                                        | vii |
| SEMBOL LİSTESİ                                       | x   |
| ÖZET                                                 | xi  |
| SUMMARY                                              | xii |
| <br>                                                 |     |
| 1. GİRİŞ                                             | 1   |
| <br>                                                 |     |
| 2. DOĞAL RADYOAKTİVİTE                               | 4   |
| 2.1. Doğal Radyasyon Tipleri                         | 4   |
| 2.1.1. Alfa Parçacıkları                             | 5   |
| 2.1.2. Beta Parçacıkları                             | 8   |
| 2.1.3. Gama Işınları                                 | 10  |
| 2.1.3.1. Fotoelektrik Olay                           | 12  |
| 2.1.3.2. Compton Saçılması                           | 12  |
| 2.1.3.3. Çift Oluşumu                                | 13  |
| 2.2. Doğal Radyasyon Kaynakları                      | 13  |
| 2.2.1. Doğal Bozunum Aileleri                        | 14  |
| 2.2.1.1. Uranyum Bozunum Ailesi                      | 14  |
| 2.2.1.2. Toryum Bozunum Ailesi                       | 15  |
| 2.2.1.3. Aktinyum Bozunum Ailesi                     | 15  |
| 2.2.2. Doğal Tek Radyoizotoplar                      | 15  |
| 2.3. Doğal Radyoaktivite Tayini                      | 16  |
| <br>                                                 |     |
| 3. LABIATAE FAMILYASI                                | 17  |
| 3.1. Labiatae Familyasının Bitki Alemi İçindeki Yeri | 17  |
| 3.1.1. Lamiales Takımının Tanıtımı                   | 18  |
| 3.1.2. Labiatae Familyasının Tanıtımı                | 18  |

## Sayfa No

|                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2. <i>Labiatae</i> Familyası Elemanlarının Tanıtımı                                                                   | 19        |
| 3.2.1. <i>Thymus</i> (Kekik)                                                                                            | 19        |
| 3.2.2. <i>Mentha</i> (Nane)                                                                                             | 22        |
| 3.2.3. <i>Salvia</i> (Adaçayı)                                                                                          | 23        |
| 3.2.4. <i>Lamium</i> (Ballıbaba)                                                                                        | 26        |
| <b>4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR</b>                                                                                           | <b>27</b> |
| 4.1. Çalışılan Numunelerin Tanıtımı                                                                                     | 27        |
| 4.2. Numunelerin Hazırlanması                                                                                           | 30        |
| 4.3. Deney Düzeneginin Tanıtımı                                                                                         | 33        |
| 4.3.1. Alfa Ölçüm Seti                                                                                                  | 33        |
| 4.3.2. Beta Ölçüm Seti                                                                                                  | 35        |
| 4.4. Deneyin Yapılışı                                                                                                   | 38        |
| 4.4.1. Alfa Aktivitesi Tayini                                                                                           | 38        |
| 4.4.2. Beta Aktivitesi Tayini                                                                                           | 41        |
| <b>5. DENEY SONUÇLARI</b>                                                                                               | <b>44</b> |
| 5.1. <i>Thymus</i> (Kekik)'lere İlişkin Alınan Deney Sonuçları                                                          | 45        |
| 5.2. <i>Mentha</i> (Nane)'lere İlişkin Alınan Deney Sonuçları                                                           | 49        |
| 5.3. <i>Salvia</i> (Adaçayı)'lara İlişkin Alınan Deney Sonuçları                                                        | 54        |
| 5.4. <i>Lamium</i> (Ballıbaba)'lara İlişkin Alınan Deney Sonuçları                                                      | 58        |
| 5.5. <i>Labiatae</i> (Nanegiller) Familyası Alfa ve Beta Radyoaktivite Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması             | 62        |
| 5.6. <i>Labiatae</i> (Nanegiller) Familyasının Ortalama Alfa ve Beta Radyoaktivite Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması | 70        |
| 5.7. <i>Labiatae</i> (Nanegiller) Familyasının Toplam Alfa ve Beta Radyoaktivite Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması   | 72        |
| <b>6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA</b>                                                                                          | <b>80</b> |
| <b>KAYNAKLAR</b>                                                                                                        | <b>84</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                                                                                         | <b>86</b> |

## KISALTMALAR

|              |                                               |
|--------------|-----------------------------------------------|
| <b>ÇNAEM</b> | : Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi |
| <b>IAEA</b>  | : International Atomic Energy Agency          |
| <b>TAEK</b>  | : Türkiye Atom Enerjisi Kurumu                |
| <b>VDF</b>   | : Verim Düzeltme Faktörü                      |



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b> 5,5 MeV'lik Bir Alfa Parçacığının Çeşitli Maddelerdeki Menzili ...                                                | 6  |
| <b>Tablo 3.1.</b> <i>Labiatae</i> Familyasının Bitkiler Alemi İçindeki Yeri .....                                                   | 17 |
| <b>Tablo 5.1.</b> <i>Thymus</i> (Kekik)'lerin Alfa Radyoaktivite Seviyeleri .....                                                   | 45 |
| <b>Tablo 5.2.</b> <i>Thymus</i> (Kekik)'lerin Beta Radyoaktivite Seviyeleri .....                                                   | 49 |
| <b>Tablo 5.3.</b> <i>Mentha</i> (Nane)'lerin Alfa Radyoaktivite Seviyeleri .....                                                    | 50 |
| <b>Tablo 5.4.</b> <i>Mentha</i> (Nane)'lerin Beta Radyoaktivite Seviyeleri .....                                                    | 50 |
| <b>Tablo 5.5.</b> <i>Salvia</i> (Adaçay)'larının Alfa Radyoaktivite Seviyeleri .....                                                | 54 |
| <b>Tablo 5.6.</b> <i>Salvia</i> (Adaçay)'larının Beta Radyoaktivite Seviyeleri .....                                                | 54 |
| <b>Tablo 5.7.</b> <i>Lamium</i> (Ballıbabası)'larının Alfa Radyoaktivite Seviyeleri .....                                           | 58 |
| <b>Tablo 5.8.</b> <i>Lamium</i> (Ballıbabası)'larının Beta Radyoaktivite Seviyeleri .....                                           | 58 |
| <b>Tablo 5.9.</b> <i>Labiatae</i> Familyası Bitkilerinin Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Toplu Sonuçları .....             | 63 |
| <b>Tablo 5.10.</b> Çalışılan <i>Labiatae</i> Familyası Bitki Türlerinin Ortalama Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyeleri .....        | 70 |
| <b>Tablo 5.11.</b> Çalışılan <i>Labiatae</i> Familyası Bitkilerinin Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyeleri Toplu Sonuçları ..... | 73 |
| <b>Tablo 5.12.</b> Çalışılan <i>Labiatae</i> Familyası Bitki Türlerinin Ortalama Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyeleri .....    | 78 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                            | <u>Sayfa No</u> |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Şekil 2.1. 5,5 MeV'lik Bir Alfa Parçacığının Havadaki Menzili .....        | 1               |
| Şekil 2.2. Beta Parçacığının Enerji Spektrumu .....                        | 9               |
| Şekil 2.3. Elektromanyatik Radyasyon Ailesi ve Gama Işınlarının Yeri ..... | 10              |
| Şekil 2.4. Gama Işınlarının Çizgisel Spektrumu .....                       | 11              |
| Şekil 3.1. <i>Thymus</i> (Kekik) ve Detayları .....                        | 20              |
| Şekil 3.2. <i>Thymus vulgaris L.</i> .....                                 | 21              |
| Şekil 3.3. <i>Mentha</i> (Nane) ve Detayları .....                         | 22              |
| Şekil 3.4. <i>Salvia</i> (Adaçayı) ve Detayları .....                      | 24              |
| Şekil 3.5. <i>Salvia</i> (Adaçayı) .....                                   | 25              |
| Şekil 3.6. <i>Lamium</i> (Ballıbaba) ve Detayları .....                    | 26              |
| Şekil 3.7. <i>Lamium</i> (Ballıbaba) .....                                 | 26              |
| Şekil 4.1. Çalışılan Numunelerin Alındığı Yerler .....                     | 29              |
| Şekil 4.2. <i>Thymus</i> (Kekik) Numuneleri .....                          | 31              |
| Şekil 4.3. <i>Mentha</i> (Nane) Numuneleri .....                           | 31              |
| Şekil 4.4. <i>Salvia</i> (Adaçayı) Numuneleri .....                        | 32              |
| Şekil 4.5. <i>Lamium</i> (Ballıbaba) Numuneleri .....                      | 32              |
| Şekil 4.6. Alfa Ölçüm Seti .....                                           | 34              |
| Şekil 4.7. Vakum Pompası .....                                             | 34              |
| Şekil 4.8. Kurşun Hücre .....                                              | 36              |
| Şekil 4.9. Çok Kanallı Analizör .....                                      | 36              |
| Şekil 4.10. Beta Hücresinde Numune ve Alüminyum Folya Yerleşim Düzeni ...  | 37              |
| Şekil 4.11. Alfa Kalibrasyon Eğrisi .....                                  | 40              |
| Şekil 4.12. Beta Kalibrasyon Eğrisi .....                                  | 42              |

|                                                                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Şekil 5.1. Çalışılan <i>Thymus</i> (Kekik)'lerin Alfa Radyoaktiviteleri .....</b>                                                      | <b>46</b> |
| <b>Şekil 5.2. Çalışılan <i>Thymus</i> (Kekik)'lerin Beta Radyoaktiviteleri .....</b>                                                      | <b>47</b> |
| <b>Şekil 5.3. Çalışılan <i>Thymus</i> (Kekik)'lerin Alfa ve Beta Radyoaktivitelerinin<br/>Karşılaştırılması .....</b>                     | <b>48</b> |
| <b>Şekil 5.4. Çalışılan <i>Mentha</i> (Nane)'lerin Alfa Radyoaktiviteleri .....</b>                                                       | <b>51</b> |
| <b>Şekil 5.5. Çalışılan <i>Mentha</i> (Nane)'lerin Beta Radyoaktiviteleri .....</b>                                                       | <b>52</b> |
| <b>Şekil 5.6. Çalışılan <i>Mentha</i> (Nane)'lerin Alfa ve Beta Radyoaktivitelerinin<br/>Karşılaştırılması .....</b>                      | <b>53</b> |
| <b>Şekil 5.7. Çalışılan <i>Salvia</i> (Adaçay)'larının Alfa Radyoaktiviteleri .....</b>                                                   | <b>55</b> |
| <b>Şekil 5.8. Çalışılan <i>Salvia</i> (Adaçay)'larının Beta Radyoaktiviteleri .....</b>                                                   | <b>56</b> |
| <b>Şekil 5.9. Çalışılan <i>Salvia</i> (Adaçay)'larının Alfa ve Beta Radyoaktivitelerinin<br/>Karşılaştırılması .....</b>                  | <b>57</b> |
| <b>Şekil 5.10 Çalışılan <i>Lamium</i> (Ballıbaba)'ların Alfa Radyoaktiviteleri .....</b>                                                  | <b>59</b> |
| <b>Şekil 5.11 Çalışılan <i>Lamium</i> (Ballıbaba)'ların Beta Radyoaktiviteleri .....</b>                                                  | <b>60</b> |
| <b>Şekil 5.12 Çalışılan <i>Lamium</i> (Ballıbaba)'ların Alfa ve Beta Radyoaktivitelerinin<br/>Karşılaştırılması .....</b>                 | <b>61</b> |
| <b>Şekil 5.13 Çalışılan <i>Labiata</i> (Nanegiller) Familyası Türlerinin Alfa<br/>Radyoaktivite Seviyelerinin Karşılaştırılması .....</b> | <b>64</b> |
| <b>Şekil 5.14 Çalışılan <i>Labiata</i> (Nanegiller) Familyası Türlerinin Beta<br/>Radyoaktivite Seviyelerinin Karşılaştırılması .....</b> | <b>65</b> |
| <b>Şekil 5.15 Çalışılan <i>Thymus</i> (Kekik)'lerin Alfa ve Beta Radyoaktivite<br/>Seviyelerinin İkili Mukayesesi .....</b>               | <b>66</b> |
| <b>Şekil 5.16 Çalışılan <i>Mentha</i> (Nane)'lerin Alfa ve Beta Radyoaktivite<br/>Seviyelerinin İkili Mukayesesi .....</b>                | <b>67</b> |
| <b>Şekil 5.17 Çalışılan <i>Salvia</i> (Adaçay)'larının Alfa ve Beta Radyoaktivite<br/>Seviyelerinin İkili Mukayesesi .....</b>            | <b>68</b> |
| <b>Şekil 5.18 Çalışılan <i>Lamium</i> (Ballıbaba)'ların Alfa ve Beta Radyoaktivite<br/>Seviyelerinin İkili Mukayesesi .....</b>           | <b>69</b> |
| <b>Şekil 5.19 Çalışılan <i>Labiata</i> (Nanegiller) Familyası Türlerinin Ortalama<br/>Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi.....</b>     | <b>71</b> |

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 5.20</b> Çalışılan <i>Thymus</i> (Kekik)'lerin Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi .....                              | 74 |
| <b>Şekil 5.21</b> Çalışılan <i>Mentha</i> (Nane)'lerin Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi .....                               | 75 |
| <b>Şekil 5.22</b> Çalışılan <i>Salvia</i> (Adaçay)'ların Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi .....                             | 76 |
| <b>Şekil 5.23</b> Çalışılan <i>Lamium</i> (Ballıbaba)'ların Toplam Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi .....                       | 77 |
| <b>Şekil 5.24</b> Çalışılan <i>Labiata</i> (Nanegiller) Familyası Türlerinin Ortalama Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi..... | 79 |

## SEMBOL LİSTESİ

|               |                                                                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A_s$         | : Standart kaynağın $4\pi$ 'de verilen sayımı                                                     |
| $A_{xs}$      | : Standart kaynağın sayımı                                                                        |
| $A_\alpha$    | : Alfa radyoaktivitesi                                                                            |
| $A_\beta$     | : Numunelerin beta radyoaktivitesi                                                                |
| $BE$          | : Elektronun bağ enerjisi                                                                         |
| $E_e$         | : Fotoelektronun enerjisi                                                                         |
| $E'$          | : Soğurulan gama ışınının enerjisi                                                                |
| $E_g$         | : Gelen fotonun enerjisi                                                                          |
| $E_s$         | : Saçılan fotonun enerjisi                                                                        |
| $M_\beta$     | : $mg/cm^2$ cinsinden numune ağırlığı                                                             |
| $N_\alpha$    | : Numunenin net alfa sayımı                                                                       |
| $N_\beta$     | : Bir dakikalık net beta sayımı                                                                   |
| $N_{\beta o}$ | : KCL'un kalibrasyon eğrisinden numunenin $mg/cm^2$ cinsinden ağırlığına karşı gelen sayım sayısı |
| $Q$           | : Enerji                                                                                          |
| $\theta$      | : Fotonun sapma açısı                                                                             |
| $T$           | : Self absorpsiyona karşı gelen sayım                                                             |
| $V$           | : Verim                                                                                           |
| $VDF$         | : Verim düzeltme faktörü                                                                          |
| $X$           | : Alfa bozunumundan önceki kararsız çekirdek                                                      |
| $Y$           | : Alfa bozunumundan sonraki çekirdek                                                              |

# **LABIATAE FAMILYASINA MENSUP BİTKİLERİN ALFA VE BETA RADYOAKTİVİTE SEVİYELERİNİN TAYİNİ**

## **ÖZET**

Doğal radyasyon; çevreyi oluşturan, toprak, su, kaya ve havada bulunan doğal radyoizotopların bozunumları sonucu yayılan radyasyonlarla birlikte, yüksek enerjili kozmik ışınlar nedeniyle oluşmaktadır. Bitkiler ihtiyaçları olan elementleri topraktan alırlarken toprakta bulunan doğal radyoizotopları da birlikte almaktadırlar. Hayvanlar ve insanlar bitkilerle beslenerek, bitkilerde bulunan radyoizotopları alırlar. Hayvan bünyesine geçmiş radyoizotoplar da yine beslenme yoluyla insanlara geçebilmektedir. Ayrıca, insanlar sudan yine sindirim yolu ile, havadan da solunum yolu ile radyoizotopları alabilmektedirler. Böylece alınan bu doğal radyoizotoplar nedeniyle, insanlar “dahili” olarak doğal radyasyona maruz kalmış olmaktadır.

Bu çalışmada, bir bitki grubunda radyasyon seviyesi tayini yapılması düşünülmüştür. Böyle bir çalışma için, Chernobyl nükleer reaktör kazasından sonra çevreden etkilendiği görülen bazı bitkilerin de içinde yer aldığı *Labiatae* familyası seçilmiştir. Böylelikle, ekolojik çevre ve insan sağlığı açısından da önemli olabileceği düşünülen bir konuda araştırma yapılması bu Yüksek Lisans Tezi projesi çerçevesinde hedeflenmiştir.

Bu amaçla *Labiatae* (nanegiller) familyasına mensup 4 tür olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) bitkileri ile çalışılmıştır. Bu tür bitkilerden Türkiye’nin farklı yörelerinde yetişmiş ve menşei kesin olarak bilenen çeşitlerinden özel olarak alınmış veya getirtilmiştir. Bu şekilde toplanan numuneler, özel işlemlerden geçirilerek sayımlara hazır hale getirilmiştir. Alfa ve beta radyoaktivitesi tayini için, uygun ve özel iki farklı sayım düzeneği kullanılmış ve kalibrasyon eğrilerinden yararlanılarak radyasyon seviyeleri tayin edilmiştir.

Deney sonuçları incelendiğinde, en yüksek radyoaktivite değerlerinin *Thymus* (kekik)lerde olduğu görülmüştür. Bu sonuç beklenti doğrultusunda olan bir sonuçtur. Buna karşın, Türkiye’nin farklı yörelerinden toplanan aynı bitki türü için bir miktar farklılıklar olduğu gözlenmiş olup, adeta ülkemizin termal ve aktif bölgelerine göre değişim olduğu izlenimi edinilmiştir. Tayin edilen radyoaktivite seviyeleri (bu konuda özel bir standart olmamasına karşın), uygun olarak nitelenebilecek seviyelerdedir. Böylelikle, *Labiatae* bitki familyasına mensup bitkiler için radyasyon seviyeleri, alfa ve beta ölçümleri ile deneysel olarak bulunarak, rasyonel olarak değerlendirilmiştir.

# DETERMINATION OF ALPHA AND BETA RADIOACTIVITY LEVELS OF THE *LABIATAE* FAMILY

## SUMMARY

Natural radiation consist of cosmic radiation and natural radioisotopes in the soil, rock, water and air. When the plants taking the needs elements from the soil, radioisotopes can be also taking from the soil. Humans and animals can taking the plants radioisotopes during the their feeding. Humans can also taking the radioisotopes from the animals. In addition that humans can taking the radioisotopes from the water and air. So the man irradiated by natural radiation internally. In this study, it is planned to determine of radioactivity level for a plant family.

Family of *Labiatae* selected because of some effects were detected after the Chernobyl reactor accident. So, an important research for the ecological environment and health physics is aimed by this thesis.

For this purpose, four groups plants in the *Labiatae* family which are *Thymus*, *Mentha*, *Salvia* and *Lamium*, are studied in this subject. The plants were bought or bring from different place of Turkey. The samples are prepared for the experiments by applying some special procedures. For the determination of the alpha and beta radioactivity levels, two different and appropriate counting systems were preferred and were used the calibration curves for the calculations.

When the examine the results of the experiments, the highest values are belong to *Thymus*. That is expected result. But, some differences are observed between the plants which are belong to different places in Turkey in spite of belonging in the same group in *Labiatae* family, and may be thought that it is depends on the thermal specifications of Turkey. The radioactivity levels which are determined by the experiments, are appropriate, but no standard for this subject. Hence, the natural radioactivity levels of the *Labiatae* are measured and evaluated by the alpha and beta radioactivity rationally.

# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

İnsanlar ve diğer canlılar yaşamları boyunca doğal radyasyona maruz kalmaktadırlar (Monteith and Unsworth, 1990). Bir başka deyişle, ekolojik çevreyi oluşturan tüm canlılar, bulundukları yere de bağlı olarak farklı radyasyonlar almaktadırlar. Bunun sonucunda da tüm hayatları boyunca belli bir radyasyon dozunu doğal olarak çevreden almış olmaktadır.

Çevre radyasyonu, yaşadığımız dünya elemanlarından kaynaklanabileceği gibi uzaydan gelen kozmik ışıklardan da kaynaklanabilir (Theodorsson, 1996, Bevelacqua, 1999). Başka bir deyişle, doğal radyasyon; çevreyi oluşturan, toprak, su, kaya ve havada bulunan doğal radyoizotopların bozunumları sonucu yayılan radyasyonlarla birlikte, yüksek enerjili kozmik ışınlar nedeniyle oluşmaktadır.

Bitkiler gelişip büyümek için ihtiyaçları olan elementleri topraktan alırlarken toprakta bulunan doğal radyoizotopları da birlikte almaktadırlar. Bitkiye kökler vasıtasıyla geçen bu doğal radyoizotoplar, bitki metabolizması içinde sürekli kalabilmekte ve böylelikle, bu doğal radyoizotoplar bitkiye geçmiş olmaktadır.

Hayvanlar ve insanlar bitkilerle beslenerek, bitkilerde bulunan radyoizotopları alırlar. Hayvan bünyesine geçmiş radyoizotoplar da yine beslenme yoluyla insanlara geçebilmektedir. Ayrıca, insanlar sudan yine sindirim yolu ile, havadan da solunum yolu ile radyoizotopları alabilmektedirler. Böylece alınan bu doğal radyoizotoplar nedeniyle, insanlar “dahili” olarak doğal radyasyona maruz kalmış olmaktadır (Hallenbeck, 1994).

Fazla olarak, kozmik ışınlar nedeniyle ve suyla dış temas sırasında da radyasyon etkisi alabilmektedirler. Bu tip radyasyon etkisi de “harici” doğal radyasyon etkisi olarak nitelenmektedir.

Bunlarda ayrı olarak, insanlar günlük yaşamlarında, teşhis için röntgen filmi çektiklerinde veya üzerlerinde yine teşhis amaçlı sintigrafi gibi uygulamaların yapılması halinde, doğal radyasyona ilave bir radyasyon dozu almış olmaktadır. Ayrıca, 2. Dünya savaşı sırasında atılan atom bombaları ile daha sonraki yıllarda yapılan nükleer denemeler ve Chernobyl nükleer reaktör kazası da doğal radyasyon seviyesini arttıran etmenler olmuştur. Bir başka deyişle, günümüzde insanlar, doğal radyoaktiviteden ayrı olarak da radyasyon etkisine maruz kalabilmektedirler (IAEA, 1995). Maruz kalınan dozun hesabı ayrı bir çalışma alanını oluşturmaktadır (IAEA, 1997).

Doğal radyoaktivite açısından, bir bölgenin jeolojik ve coğrafik yapısı, o bölgenin temel doğal radyasyon seviyesini etkilediği için, doğal radyasyon seviyesi bölgelere göre değişiklik gösterebilmektedir. Bir başka deyişle, dünyanın her bölgesi aynı bir doğal radyasyon seviyesi belirtilemez.

Doğal radyasyonun bölgeden bölgeye değişiyor olması, bu konuda çeşitli araştırma ve çalışmaların yapılması gerekliliğini göstermiştir. Bu açıdan doğal radyasyonla ilgili hayli fazla bilimsel çalışma yapılmıştır (Alkan 1989). Farklı açılardan incelemelerin yapıldığı bu çalışmalarda, doğal çevre olan suda, toprakta, denizlerde, sedimentlerde ve havada radyasyon tayini ve değerlendirmesine ilişkin çalışmalar yapılmıştır.

Ülkemizde de konuyla ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan biri Türkiye içme sularında radyasyon seviyesi tayinine ilişkin, olup, bölgesel farklılıklar, jeolojik farklılıklara paralel olarak gözlenmiştir. (Tuncer, 1991; Tuncer ve Tuğrul, 1991). Madensularına ilişkin olarak da radyoaktivite seviye tayinleri benzer şekilde yapılmış ve beklendiği üzere içme sularına göre maden sularında radyasyon seviyesi daha yüksek bulunmuştur (Er, 1995; Er ve Tuğrul 1995).

Toprakta ve sedimentlerde radyasyon seviyesi tayinine ilişkin olarak da çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Keza, bitki ve hayvanlarda radyasyon miktarı tayini de sıkça yapılan çalışmalar arasındadır. Özellikle Chernobyl nükleer reaktör kazasından sonra, bu kazanın etkileme mertebesinin incelenmesi açısından hayli fazla yayın yapılmış bulunmaktadır.

Canlıların çevre radyasyonundan etkilenmesi veya ve bu canlıların radyoizotopları alış ve bırakışlarına ilişkin olarak yapılmış biyokinetik çalışmalar da mevcuttur (Onat, 1996; Onat ve diğ., 1999, Güngör 1999).

Bu Yüksek Lisans tez çalışmasında, bir bitki grubunda radyasyon seviyesi tayini yapılması düşünülmüştür. Böyle bir çalışma için, Chernobyl nükleer reaktör kazasından sonra çevreden etkilendiği görülen bazı bitkilerin de içinde yer aldığı Labiate familyası seçilmiştir. Böylelikle, ekolojik çevre ve insan sağlığı açısından da önemli olabileceği düşünülen bir konuda araştırma yapılması bu Yüksek Lisans Tezi çerçevesinde hedeflenmiştir. Bir başka deyişle, bu Yüksek Lisans Tezinin amacı; Labiate bitki familyasının doğal radyasyon seviyelerini deneysel olarak bulmak ve değerlendirmektir.

## BÖLÜM 2

### DOĞAL RADYOAKTİVİTE

Doğada bulunan kararsız atomların, kararlı hale geçebilmek için atom çekirdeğinden dışarı attığı parçacıklar “doğal radyoaktiviteyi” oluşturur. Doğada bulunan bu tip radyoaktif maddelere “doğal radyoaktif maddeler” denir (Eisenbud, 1987).

Doğal radyasyonun hangi tip olduğu önemlidir. Zira, radyasyonun madde ile etkileşimi radyasyon tipine bağlı olarak farklı olabilmektedir. Bu bakımdan, doğal radyasyon tiplerinin bilinmesi gerekir

#### 2.1. DOĞAL RADYASYON TİPLERİ

Doğal radyoaktif maddelerce atılan parçacıklar, partiküler radyasyon veya elektromanyetik (fotonik) radyasyon olabilir. Çoğu doğal radyoaktif çekirdekler, alfa, beta veya gama radyasyon kaynağı durumundadırlar (Foster and Wright, 1977). Bilindiği üzere, alfa ve beta partiküler radyasyon, gama ise elektromanyetik radyasyondur.

Radyasyonun madde ile etkileşimi, radyasyon tipine bağlı olarak farklı olabilmektedir. Bu bakımdan, doğal radyoaktivitede sıkça rastlanan alfa, beta ve gama radyasyon tiplerinin ve madde ile etkileşimlerinin iyi bilinmesi gerekir. Bu husus, doğal radyasyonun ölçülmesi açısından da önem arz etmektedir.

### 2.1.1 . Alfa Parçacıkları

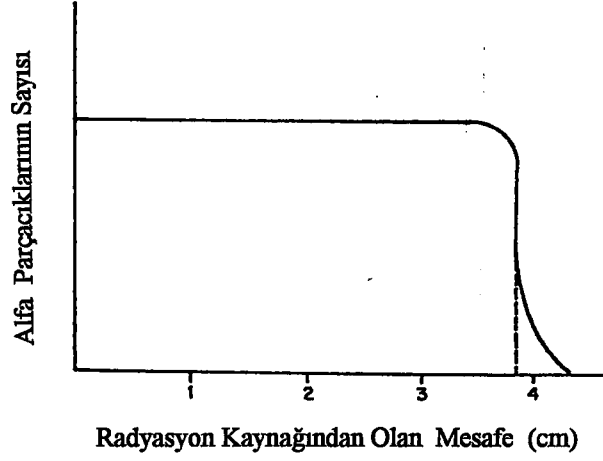
Alfa parçacıkları, çoğu kez kararsız ağır çekirdekler tarafından yayınlanmaktadır. İki proton ve iki nötrondan oluşurlar. Bir başka deyişle, alfa parçacığı helyum çekirdeği yapısındadır. Dolayısı ile ağır parçacıktır. Enerjileri genellikle kararsız çekirdekten atıldığında 4 MeV'in üzerindedir.

Alfa atan kararsız çekirdek iki proton iki nötron kaybettiğinden atom numarası ve atom ağırlığı değişir (Alpen, 1998).



Alfa parçacığı iki protona sahip olduğundan +2 elektrik yüküne sahiptir. Madde ile etkileşimi Coulomb elektriksel kuvvetleri çerçevesinde olur. + 2 yüke sahip alfa parçacığı kuvvetli iyonizan bir radyasyondur. Bu durumda, alfalar “doğrudan iyonizan radyasyonlar” arasında yer alırlar.

Kuvvetli iyonizan olmaları, alfa parçacıklarının madde ile etkileşimleri sonucunda hızla enerjilerini kaybetmeleri sonucunu doğurur. Bu ise, alfa parçacığının madde içindeki menzillerinin kısa olması sonucunu doğurur. Şekil 2.1’de 5,5 MeV’lik bir alfa parçacığının havadaki menzili görülmektedir (L'Annunziata, 1998)..



**Şekil 2.1. 5,5 MeV'lik Bir Alfa Parçacığının Havadaki Menzili (L'Annunziata, 1998)**

Bir alfa parçacığı enerjisine bağlı olarak hava içinde birkaç santimetre yol alabilir. Katılar içinde ise menzili, enerjisine ve malzemeye bağlı olarak, havadaki menziline göre daha kısadır (L'Annunziata, 1998). Bir başka deyişle, alfa parçacıkları madde tarafından hızla durdurulurlar. Tablo 1.1'de 5,5 MeV'lik bir alfa parçacığının çeşitli maddelerdeki menzili verilmektedir.

**Tablo: 2.1**

**5,5 MeV'lik Bir Alfa Parçacığının Çeşitli Maddelerdeki Menzili (L'Annunziata, 1998).**

| Malzeme   | Menzil (mm) |
|-----------|-------------|
| Hava      | 39,000      |
| Su        | 0,047       |
| Kağıt     | 0,031       |
| Aluminyum | 0,024       |
| Bakır     | 0,011       |

Menzilleri kısa olduğundan alfa parçacıkları, zırhlaması kolay bir radyasyon tipidir. Hava ortamı bile onları zırhlamaya yeterli olur. Ortamda katı maddenin olması, zırhlamayı güvenilir kılar. Bu bakımdan alfa parçacıkları önemli bir “dış radyasyon” tehlikesi oluşturmazlar. Bir başka deyişle, canlılar için dış ışınlama açısından tehlikeli değildirler.

Buna karşın, vücut içine alınmaları halinde tehlikelidirler. Zira, vücut içinde ölü tabaka bulunmamakta ve bu durumda alfa parçacıkları doğrudan canlı doku ile temas edebilmektedirler. Kuvvetli iyonizan olduklarından, canlı dokuda istenmeyen olgulara neden olabilirler. Bu bakımdan canlılar için “iç radyasyon” tehlikesi oluşturmazlar. Bir başka deyişle, alfa parçacıkları “dış ışınlama” şartları için önemsiz, ancak “iç ışınlama” şartları için tehlikeli olarak nitelenirler.

Öte yandan, çok ince madde tabakaları ve hava tarafından zırhlabilmesi, alfa parçacıklarının deteksiyonunu güçleştirir. Bir başka deyişle, alfa ölçümlemesi, özel düzeneklerle mümkündür.

Doğal radyoaktif maddeler arasında alfa yayınlayan birçok radyoizotop bulunmaktadır. Doğada Uranyum, Aktinyum ve Toryum serisine mensup doğal radyoizotoplar bulunmaktadır. Her üç bozunum ailesinin de başlangıç elemanı alfa aktif radyoizotoplardır. Uranyum ailesinin başlangıç elemanı U-238, aktinyum ailesinin başlangıç elemanı U-235 ve toryum ailesinin başlangıç elemanı Th-232'dir. Seriler içinde de alfa aktif radyoizotoplar yer almaktadır.

Doğada alfa aktif radyoizotopları bulunan başlıca elementler olarak; uranyum, toryum, polonyum, radon, radyum sayılabilir. Alfa aktif radyoizotopların yarı-ömürleri farklı olmakla beraber, seri başı radyoizotopların yarı-ömürleri hayli uzundur.

### 2.1.2. Beta Parçacıkları

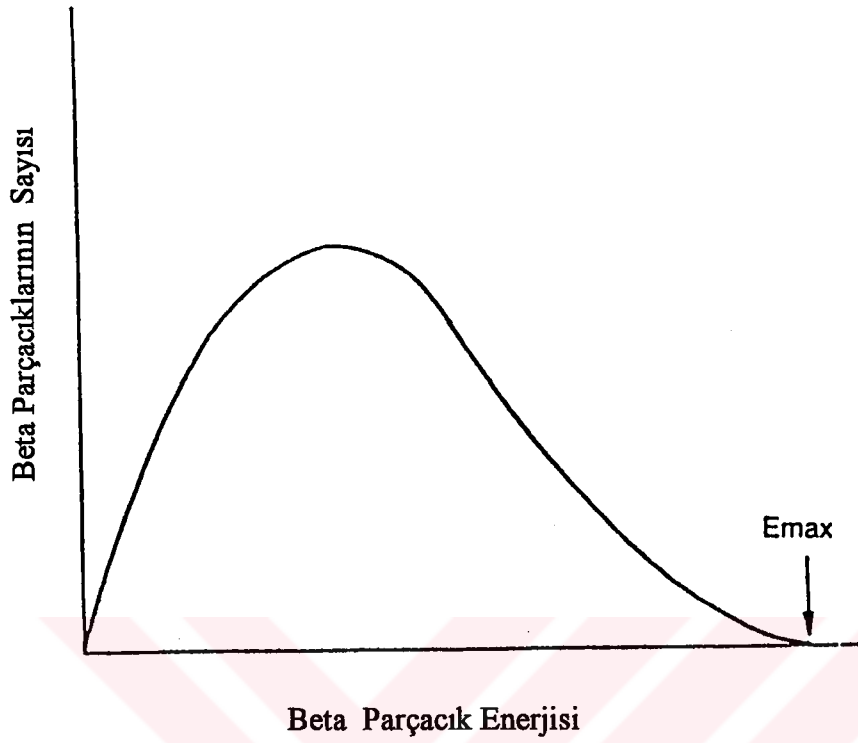
Radyoaktif bir çekirdeğin kararlı hale geçmesi sırasında çekirdek içinde bir elektron oluşabilir ve bu elektron çekirdekten bir beta partikülü olarak dışarı atılır. Hızları ışık hızına yakındır ve enerjitikdirler.

Kararsız çekirdekte bir nötron bir protona dönüşürse, bu dönüşüm sırasında (-) yüklü bir beta partikülü oluşur (Shapiro, 1990). Oluşan bu negatif yüklü beta parçacığına “negatron” da denir. Negatron, hızla hareket eden serbest bir elektron gibi düşünülebilir.

Çekirdekte negatron oluşumunun tersi bir olay daha meydana gelebilir. Bu olayda bir proton bir nötrona dönüşür. Bu dönüşüm sırasında (+) yüklü bir beta partikülü oluşur. Bu partikül “pozitron” olarak da nitelenebilir. Pozitronlar, elektronlarla “anihilasyon radyasyonu” meydana getirerek yok olurlar.

Beta yayılımı denince, esas itibariyle negatron yayılımı akla gelir. Negatron (-) yüklü olduğundan madde ile Coulomb etkileşimi çerçevesinde etkileşir. Bu etkileşim sonucunda madde iyonize olur. Bu bakımdan beta partikülleri “doğrudan iyonizan radyasyonlar” a dahildirler

Beta ışınları, çekirdekten farklı enerjilerde atılabilirler. Bu bakımdan enerji spektrumları geniş spektrumdur. Şekil. 2.2’de bir beta parçacığının enerji spektrumu görülmektedir.



**Şekil 2.2. Beta Parçacığının Enerji Spektrumu**  
(L'Annunziata, 1998)

Beta parçacıklarının madde içindeki menzilleri kısadır. Ancak, alfa partiküllerinden hafif ve yükleri de onlarınkinin (mutlak değer olarak) yarısı kadar olduğu için yine de alfa partiküllerine oranla madde içinde daha uzun bir menzilleri vardır.

Beta partikülleri, enerjilerine bağlı olarak, havada birkaç metre, katılarda ise malzemeden malzemeye göre değişmekle beraber birkaç santimetre yol alabilirler.

Bu bakımdan, beta parçacıkları dış radyasyon tesiri açısından önemlidirler. İç radyasyon tehlikesi açısından da önemlidirler.

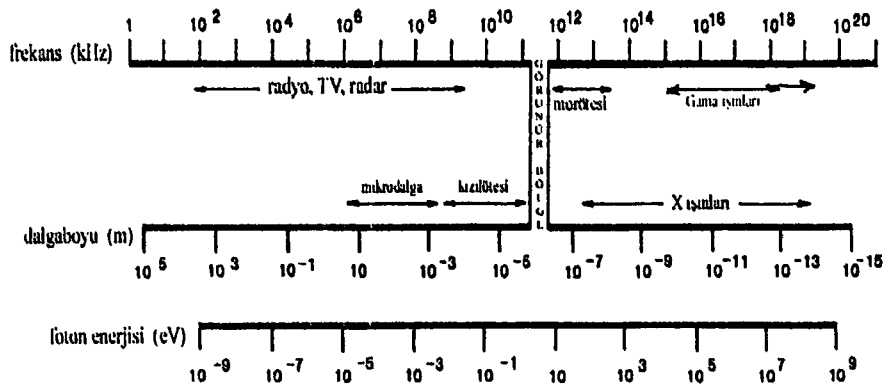
Beta aktif maddelerle çalışırken, örneğin; eldiven giymek gibi önlem almak gerekir. Bununla beraber, yine de zırhlanmaları önemli bir sorun oluşturmaz.

Öte yandan, beta parçacıklarının deteksiyonu, alfa partiküllerine göre daha kolaydır. Bir başka deyişle, ölçümlenmeleri titizlikle yapılmalı ancak, alfa partikülleri için kullanılan düzeneklerin kullanılmasını gerektirmezler.

### 2.1.3. Gama Işınları

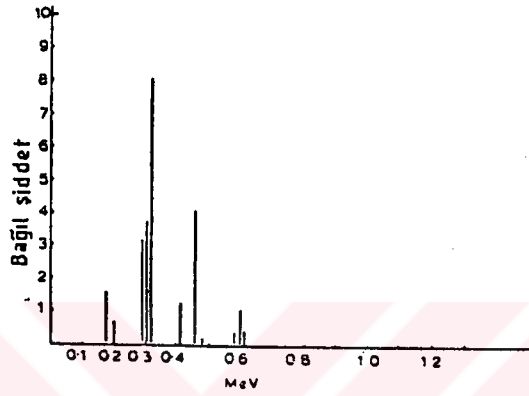
Gama ışınları elektromanyetik radyasyon ailesine mensup, maddeye nüfuz edebilen ışınlardır. Dalga tabiatı gösteren, fotonlarla yayınırlar. Elektriksel yükleri yoktur. Kararsız çekirdeklerin kararlı hale geçmeleri sırasında çoğu kez yayınlanırlar.

Gama ışınları, elektromanyetik radyasyon ailesinin dalga boyu küçük, ancak enerjisi yüksek bölgesinde yer alırlar. Bu nedenle maddeye giricilik özelliği taşırlar. Şekil 2.3'de elektromanyetik radyasyon ailesi ve gama ışınlarının yeri görülmektedir.



Şekil 2.3. Elektromanyetik Radyasyon Ailesi ve Gama Işınlığının Yeri

Gama ışınları çizgisel spektruma sahiptirler. Bir başka deyişle, yayınlandığı çekirdekten belli enerjilerde atılırlar. Bu bakımdan gama aktif radyoizotoplar için karakteristik özellik taşırlar. Şekil 2.4’de gama ışınlarının çizgisel spektrumu görülmektedir.



Şekil 2.4 Gama Işınlarının Çizgisel Spektrumu

Gama ışınları madde ile üç farklı şekilde etkileşirler. Bunlar;

- Fotoelektrik Olay
- Compton Saçılması
- Çift Oluşumu'dur.

Her üç olay sonucunda da foton maddede iyonlaşmaya neden olur. Bu durumda, foton elektrik yükü taşımadığı halde maddede iyonizasyon meydana gelir. Bu nedenle, gama ışınları “dolaylı iyonizan” radyasyonlar arasındadır (Földiak, 1986).

Gama ışınları girici ışınlar olduklarından madde içindeki menzilleri uzundur. Bir başka deyişle, madde içinde derinlere ulaşabilirler. Bu nedenle zırhlanması zordur ve canlılara zarar verebilirler. Zırhlanmaları için ağır ve yoğun metaller kullanılır.

Gama ışınlarının kuvvetli iyonizan olmaları nedeniyle saptanması kolaydır. Bir başka deyişle, farklı ölçümleme sistemleri ile algılanabilirler. Ölçümlenmelerinde, dolaylı olarak neden oldukları iyonlaşmadan yararlanılır. Bu bakımdan madde ile etkileşme olayları önemlidir.

#### 2.1.3.1. Fotoelektrik Olay

Fotoelektrik olay, nispeten düşük enerjili gama ışınları ile madde atomları arasında daha yüksek olasılıkla meydana gelir. Foton atom uzayındaki elektronla çarpışır ve enerjisinin tamamını kaybederek yok olur. Böylelikle, foton soğurulmuş olur.

Elektron ise, enerji yüklü olarak bulunduğu yörüngeden ayrılır. Bu elektrona “fotoelektron” denir. Fotoelektronun enerjisi;

$$E_e = E' - BE \quad (2.2)$$

olur. Burada;  $E_e$  fotoelektronun enerjisi,  $E'$  soğurulan gama ışınının enerjisi,  $BE$  ise elektronun bağ enerjisini ifade etmektedir.

#### 2.1.3.2. Compton Saçılması

Compton saçılması, gama ışınlarının madde atomunun elektronuyla esnek saçılmasıdır. Burada, enerji ve momentum korunur. Gelen gama ışının bir miktarı elektrona aktarılır, ancak foton soğurulmaz. Bir başka deyişle, gama ışını enerjisinden kaybeder, fakat kaybolmaz.

Foton geliş doğrultusundan bir miktar saparak yoluna devam eder. Saçılan fotonun enerjisi;

$$E_s = 0,51 / (1 - \cos\theta - 0,51/E_g) \quad (2.3)$$

şeklinde yazılabilir. Burada;  $E_s$  saçılan fotonun enerjisi,  $E_g$  gelen fotonun enerjisi,  $\theta$  ise fotonun sapma açısıdır.

### 2.1.3.3. Çift Oluşumu

Çift oluşumu meydana gelebilmesi için gama fotonunun enerjisi en az 1,02 MeV olması gerekir. Bir başka deyişle, 1,02 MeV veya daha yüksek enerjili gama fotonları çift oluşumu yapabilirler.

Enerjisi bu enerji veya daha yüksek olan gama fotonu , atom çekirdeğinin yakınından geçerken elektron ve pozitron çifti meydana gelir. Bu nedenle de bu olaya “çift oluşumu” denmektedir. Elektron ve pozitron ise “anihilasyon radyasyonu” meydana getirirler.

## 2.2. DOĞAL RADYASYON KAYNAKLARI

Doğada bulunan önemli doğal radyoaktif elementlere, tabiatta farklı şartlarda rastlanmaktadır. Bir başka deyişle, doğal radyoaktif maddeler daima birbirleriyle ilintili olmayabilmektedirler

Doğal radyoaktif maddelere, doğada var olan ağır çekirdeklerden başlayarak bir dizi bozunumdan sonra kararlı kurşun izotoplarına dönüşen “bozunum aileleri” elemanları olarak rastlanabilmektedir. Bunlardan ayrı olarak, tek radyoizotop kaynak olarak da doğada bazı radyoizotoplara rastlanabilmektedir.

Her iki tipteki radyoizotoplar da “doğal radyasyon kaynakları”nı oluşturmaktadır. Bir başka deyişle, her iki tip radyasyon kaynağı da doğal radyoaktivite açısından önemlidir.

### **2.2.1. Doğal Bozunum Aileleri**

Doğada üç önemli ağır radyoizotop bulunmaktadır. Bunlar U-235, U-238 ve Th-232’dir. Her üçü de farklı bir bozunum ailesinin başlangıç elemanını oluşturlar. Bir başka deyişle, doğada üç bozunum ailesinden bahsedilebilir. Bunlar;

- Uranyum Bozunum Ailesi
- Toryum Bozunum Ailesi
- Aktinyum Bozunum Ailesi

olmaktadır.

Bozunum ailelerinin bireyleri, son kararlı çekirdek dışında radyoaktif olup, doğal radyoaktivitenin sebebini oluşturan başlıca radyoizotoplar arasında yer alırlar. Bir başka deyişle, üç bozunum ailesine mensup radyoizotopların hepsi, aynı zamanda doğal radyoaktif maddelerdir.

#### **2.2.1.1. Uranyum Bozunum Ailesi**

Uranyum Bozunum ailesi U-238’den başlayıp, Pb-206’da son bulan bir bozunum ailesidir. Bir başka deyişle, doğada var olan ağır bir radyoaktif çekirdek olan U-238 bozunumlar sonucunda Pb-206’da kararlı hale dönüşmüş olur.

#### **2.2.1.2. Toryum Bozunum Ailesi**

Uranyum Bozunum ailesi Th-232'den başlayıp, Pb-208'de son bulan bir bozunum ailesidir. Bir başka deyişle, doğada var olan ağır bir radyoaktif çekirdek olan Th-232 başlayarak bozunumlar sonucunda Pb-208'de kararlı hale dönüşür (Kathren, 1998)

#### **2.2.1.3. Aktinyum Bozunum Ailesi**

Uranyum Bozunum ailesi U-235'den başlayıp, Pb-207'de son bulan bir bozunum ailesidir. Bir başka deyişle, doğada var olan ağır bir radyoaktif çekirdek olan U-235 bozunumları sonucunda Pb-207'de kararlı hale gelir (Kathren, 1998).

#### **2.2.2. Doğal Tek Radyoizotoplar**

Doğada belli bir bozunum ailesine mensup olmayan tek olarak nitelenen radyoizotoplar da mevcuttur. Bunlar arasında; K-40, Ar-222, C-14 sayılabilir. Bunlardan K-40 kayalar arasında bolca bulunur.

Ar-222 ve C-14 gaz olup, atmosferde bulunurlar. Gaz radyoaktif elemanların ya yarı-ömrü kısadır, yada "hayli" az miktarda bulunurlar. Bu nedenle de ekolojik çevre için önemli bir tehlike oluşturmazlar.

### 2.3. DOĞAL RADYOAKTİVİTE TAYİNİ

Doğal radyoaktivite tayini için esas itibariyle alfa beta ve gama ölçümleri yapılabilir. Genel çevre ortamı ölçümlerinde beta ve gama ölçümleri yapılırken, doğal çevreden alınan katı ve sıvı elemanlarda esas itibariyle, alfa ve beta ölçümleri öne çıkmaktadır.

Zira, katı ve sıvılarda en uzun yarı ömre sahip radyoizotoplar esas itibariyle alfa ve beta aktif radyoizotoplardır. Bu bakımdan değerlendirmeler, alfa ve beta ölçümleriyle yapılmaktadır.

Alfa aktivitesi, ölçümleri için iki farklı radyoizotopu iki farklı bozunum ailesinin başlangıç elemanını oluşturan uranyum göz önüne alınarak değerlendirilir. Bir başka deyişle, doğadaki bolluğu ve yarı-ömürleri açısından uzun yarı-ömre sahip U-238 ve U-235'in önemi göz önüne alınarak alfa aktivitesi için uranyum kalibrasyon elemanı olarak kullanılmaktadır.

Beta aktivitesi ölçümleri için ise, doğada hayli bulunan potasyumun radyoaktif izotopu olan K-40 göz önüne alınarak değerlendirme yapılmaktadır. Bir başka deyişle, K-40 doğal çevre değerlendirmelerine beta aktivitesi için seçilen doğal radyoizotopdur.

Gama aktif radyoizotoplar, doğada farklı ve çeşitlidirler. Alfa ve beta aktif baskın elemanlar kadar uzun yarı-ömürlü değildirler. Bu bakımdan gama aktivitesinin kalibrasyonu sorunludur ve genellikle numuneye özel oluşturulması söz konusudur. Bunun için de numunenin geçmişinin iyi bilinmesi gerekir. Bu nedenle, doğal yiyecek ve içecek maddeleri için radyoaktivite değerlendirmesi alfa ve beta radyasyon seviyelerinin tayini ile yapılmaktadır.

## BÖLÜM 3

### *LABIATAE* FAMILYASI

#### 3.1 *LABIATAE* FAMILYASININ BİTKİ ALEMİ İÇİNDEKİ YERİ

*Labiatae* familyası, bitkiler alemi içinde yer alan ve ülkemizde sıkça rastlanan dört bitkiyi içeren bir familyadır. Bu familyanın bitkiler ailesi içindeki yeri Tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo: 3.1.

*Labiatae* Familyasının Bitkiler Alemi İçindeki Yeri (Tosun, 1973).

| Kategori               | Özel isim                        |
|------------------------|----------------------------------|
| Regnum (Alem)          | Plantae (Bitkiler Alemi)         |
| Subregnum (Alt Alem)   | Bryophyta (Embriyolu Bitkiler)   |
| (Divisio) Bölüm        | Tracheophyta (Trakeli Bitkiler)  |
| Subdivisio (Alt Bölüm) | Pteropsida (Yapraklılar)         |
| Classis (Sınıf)        | Angiospermae (Kapalı Tohumlular) |
| Subclassis (Altsınıf)  | Dicotyledonea (İki Çenekliler)   |
| Ordo (Takım)           | <i>Lamiales</i>                  |
| Familia (Familya)      | <i>Labiatae</i> (Nanegiller)     |

Bu familyaya mensup bitkiler, 1986 yılında meydana gelen Chernobyl nükleer reaktör kazasından sonra, radyasyondan etkilenen bitkiler arasında bildirilmiştir (Yülek, 1990). Bu bakımdan *Labiatae* familyasının doğal radyasyon seviyesinin önemli olabileceği düşünülerek bu Yüksek Lisans tez çalışması çerçevesinde araştırılmıştır.

### **3.1.1. *Lamiales* Takımının Tanıtımı**

*Lamiales* takımına giren bitkiler genellikle otsu bitkilerdir. Yaprak sıralanışı karşılıklı veya çevreldir. Çiçekleri bir yönlü simetri gösterirler. Taç yaprakları aynı büyüklükte değildir. Erkek organlar 2 veya 4 adettir. Yumurtalık dört gözlüdür. Bu takımı içinde iki familya yer almaktadır. Önemli olan familya *Labiatae* (Nanegiller) familyasıdır (Tosun, 1973).

### **3.1.2. *Labiatae* Familyasının Tanıtımı**

*Labiatae* familyasına giren bitkiler özel kokuya sahiptirler. Genel olarak çalı şeklinde gelişen veya otsu bitkilerdir. Dünyada *Labiatae* familyasına dahil bitkilerin en fazla bulunduğu yer Akdeniz bölgesidir.

Bitkilerin yaprakları gövde üzerinde karşılıklı veya çevrel olarak sıralanırlar. Gövdeleri çoğunlukla dört köşelidir. Çiçekleri ise iki eşeylidir. Taç yapraklarının şekil ve büyüklük bakımından birbirinden farklılıkları söz konusudur. Çiçekler gövde üzerinde, yaprak koltuklarında çevrel olarak sıralanırlar. Çanak yaprak sayısı beş tane olup birbirleriyle bitişiktirler ve uç kısımda beş diş meydana getirirler. Taç yapraklar da beş tane olup bitişiktir. Çiçekler yanlardan sıkılırsa taç yapraklar iki kısım halinde ayrılır.

### 3.2 LABIATAE FAMILYASI ELEMANLARININ TANITIMI

*Labiatae* familyasına dört tür bitki girer. Bunlar; *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası)'dır. Bu bitki türleri aşağıda ayrı ayrı tanıtılmaktadır.

#### 3.2.1 *Thymus* (Kekik)

*Thymus*, özel hoş bir kokuya sahiptir. Meralarda kendiliğinden yetişir. *Thymus* türleri pembe ve beyaz çiçekli, küçük yapraklı, kuvvetli kokulu, çok yıllık bitkilerdir. Kurak tepe ve sırtlarda kümeler halinde bulunur. Adını Yunanca'da Thymon, buharla dezenfekte etmek anlamına gelen kelimeden almıştır. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de *Thymus* (kekik) görülmektedir.

*Thymus* (kekik) bileşiminde; uçucu yağ (%0.5-3.5), acı madde ve tanen taşımaktadır. Uçucu yağ içinde timol (%20-50) ve karvakrol bulunur. Mideyi, yatıştırıcı, antiseptik, kurt düşürücü ve kan dolaşımını uyarıcı etkileri vardır. Baharat olarak ta kullanılmaktadır. Sedef hastalığına karşı mahalli olarak uygulanmaktadır (Baytop, 1984).

Bu bitki, veteriner folklorunda da kullanılmaktadır. Anadolu'da şap hastalığı ile hayvanların dişeti iltihaplarında (Gingivitis) uygulanmaktadır. Burada, salgı azaltıcı ve granülasyon etkisi için kullanılmaktadır (Demirhan, 1975).

Kekiğin diğer isimleri Nemamulotu, Sater'dir. *T. Longicaulis* C. Presl ile *T. Praecox* Opiz türlerinin çiçekli dalları Türkiye'de Sater, Zahter, Zatrın, Yabani kekik veya Yabani sater isimleri altında Türkiye'de kullanılmaktadır. Türkiye'de 40 kadar *Thymus* (kekik) türü bulunmaktadır (Baytop, 1984).

Bunlar birbirlerinden ayrılmadan tedavi alanında kullanılmaktadır. Ayrıca kokusu az çok kekiği andıran bitki türleri de kekik olarak isimlendirilip, tedavide kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. *Thymus* (Kekik) ve Detayları  
(<http://www.mobot.org>, 1999)

Thymus vulgaris L.  
©Thomas Schöpke

Şekil 3.2. *Thymus vulgaris* L.

### 3.2.2 *Mentha* (Nane)

*Labiatae* (= *Lamiaceae*) familyasından olan nane, kuvvetli kokulu olup çok eskiden beri tanınan bir bitkidir. Anavatanının Orta Avrupa ve Asya olduğu belirtilir (Tosun, 1973). Bu bitkinin boğaz hastalıklarında kullanıldığı Hippokrat (M.Ö. 460-377) zamanından beri bilinmektedir. Tıp alanında terapide kullanılabileceği 1696 yılında Ray tarafından belirtilmiştir. Nane, 19. Yüzyıl başlarında Alman göçmenler tarafından Amerika'ya götürülmüş ve orada büyük bir yayılma alanı bulmuştur. Şekil 3.3'de *Mentha* (nane) görülmektedir.



Şekil. 3.3 *Mentha* (Nane) ve Detayları

Nanelerin gövdeleri dört köşelidir. Erdişi çiçekli, çok yıllık bitkilerdir. Yapraklarının alt yüzeyinde yağ bezleri içerirler. Çok sayıda çiçek açarlar ve ticari çeşitleri ender olarak tohum verir. Bu nedenle stolonlarla üretilir.

Eğer toprak zengin ve bitkiler çok sayıda olursa boyları 90 cm yada daha uzun olabilmektedir. Bitkiler sıra halinde büyüdüğünde yada yeterli sayıda seyrekleştirme yapılmadığında çok fazla dallanırlar ve çalıya benzerler. En fazla mentolü veren *M. Piperita*'dır.

Nanenin yetişmesi için uygun olan topraklar; soğan, kereviz, lahana ve benzeri sebzelerin yetiştirilmesinde de kullanılan iyi drene edilmiş gübreli topraklardır. Bu topraklar süratli ve kuvvetli yetişmeyi sağlayan besin elementlerini yeterli oranda içerirler. Ayrıca mısır ve patates yetiştirilen kumlu, çakıllı, kuvvetli ve çok verimli yayla toprakları da nane üretimi için uygundur.

Nane biçilerek toplanır. Eğer çok kuru ise elle toplanmalı ve yaprakların dökülmesiyle olan ürün kaybı önlenmelidir. Nane biçildikten sonra 1-2 gün kuruyuncaya kadar serili bırakılır ve sonra tırmıkla toplanır.

Bileşiminde; rezin, tanen ve uçucu yağ (%0.5-1) taşımaktadır. Uçucu yağ içinde terpenler, serbest ve ester halinde mentol (%40-60), menton (%8-10) ve mentofuran bulunmaktadır. Sinirsel kökenli mide bulantılarını kesici, gaz söktürücü ve koku verici olarak kullanılmaktadır.

Anadolu'da 7 kadar *Mentha* türü yetişmektedir. Bunların bir kısmı halk arasında yabancı nane ismi altında kullanılmaktadır (Baytop, 1984).

### 3.2.3. *Salvia* (Adaçayı)

Türkiye'de çok cinsi olan bir bitki türüdür. Nefes yollarını açıcı olarak kullanılır (Tosun, 1973). Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'de *Salvia* (adaçayı) görülmektedir.

*Salvia* (adaçayı) türleri, kulakciksız, karşılıklı yapraklı bitkilerdir. Ilıman iklimlerde boyları 80-90 cm'e kadar büyür. Çiçekleri değişik renk ve büyüklüklerde olabilir. Tüysüz, borumsu veya şişkin olan çanağı daima iki dudaklıdır. Çiçekleri mor, mavi veya beyazdır. İki veya dördü bir arada bulunur. Akdeniz kıyılarında kendiliğinden yetişir (Meydan Larousse, 1992).



Şekil 3.4. *Salvia* (Adaçayı) ve Detayları  
(<http://www.mobot.org>, 1999)



Şekil 3.5 *Salvia* (Adaçayı) (<http://www.csdll.tamu.edu>, 1999)

### 3.2.4. *Lamium* (Ballıbaba)

Türkiye'de tarlalarda yetişen bir bitki türüdür (Tosun, 1973). Şifalı bitkiler arasında sayılmaktadır. Bir yıllık veya çok yıllık otsu bir bitkidir. Yaprakları çoğu kez beyaz benekli. Daha çok gölgelik yerlerde yetişir (Meydan Larousse, 1992). Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de *Lamium* (ballıbaba) görülmektedir.



Şekil 3.6 *Lamium* (Ballıbaba) ve Detayları (Tosun,1973)



Şekil 3.7 *Lamium* (Ballıbaba)

## BÖLÜM 4

### DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu Yüksek Lisans Tez çalışması çerçevesinde *Labiata* familyasında yer alan dört farklı bitki türü olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbababa) türlerinin hepsi ile çalışılmıştır. Fazla olarak söz konusu dört farklı bitki türünün ülkemizin farklı bölgelerinde yetişen çeşitleri üzerinde de inceleme yapılmıştır.

#### 4.1. ÇALIŞILAN NUMUNELERİN TANITIMI

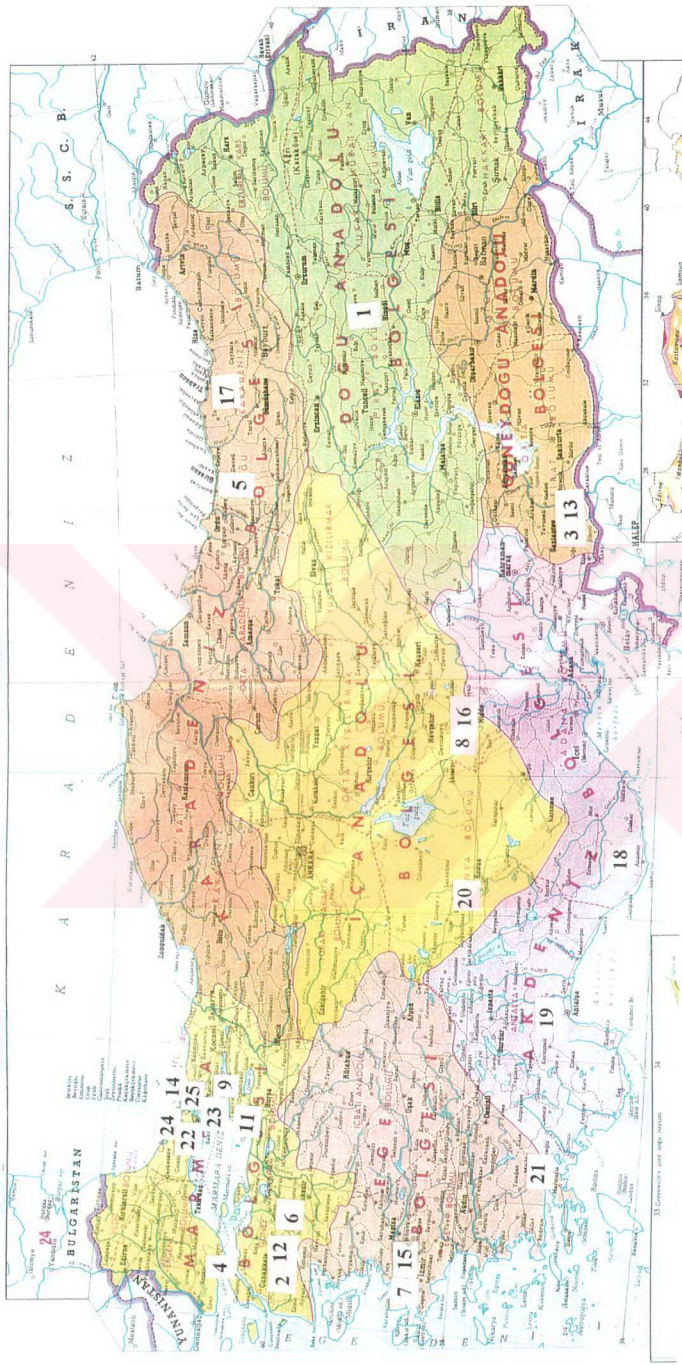
*Labiata* (nanegiller) familyasına mensup olan dört türün Türkiye'nin farklı yörelerde yetişenlerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, titiz bir piyasa araştırması yapılmış ve menşei kesin olarak belirtilen *Labiata* familyası türleri temin edilmiş veya getirtilmiştir.

Çalışılması hedeflenen *Thymus* (kekik) türünden 11 adet, *Mentha* (nane) türünden 6 adet, *Salvia* (adaçayı) türünden 4 adet ve *Lamium* (ballıbababa) türünden 4 adet numune temin edilmiştir. Böylelikle *Labiata* familyasından toplam 25 çeşit farklı numune ile çalışılmıştır.

Bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında üzerinde çalışılan numuneler Tablo 4.1'de Türkiye'de temin edildiği bölge ile nitelenerek, toplu halde tanıtılmaktadır. Şekil 4.1'deki haritada ise çalışılan numunelerin Tablo 4.1'deki numaralarıyla yerleri işaretlenmiştir.

**Tablo 4.1***Labiatae* Familyası Türlerinden Çalışılan Bitkiler

| No | <i>Labiatae</i> Familyası Bitki Türü | Çalışılan Bitki                 |
|----|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1  | <i>Thymus</i><br>(Kekik)             | Bingöl Kekigi                   |
| 2  |                                      | Çanakkale Kekigi                |
| 3  |                                      | Gaziantep Kekigi                |
| 4  |                                      | Gelibolu Kekigi                 |
| 5  |                                      | Giresun Kekigi                  |
| 6  |                                      | Gönen Kekigi                    |
| 7  |                                      | İzmir Kekigi                    |
| 8  |                                      | Niğde Kekigi                    |
| 9  |                                      | Orhangazi Kekigi                |
| 10 |                                      | Sapanca Kekigi                  |
| 11 |                                      | Yalova Kekigi                   |
| 12 | <i>Mentha</i><br>(Nane)              | Çanakkale Nanesi                |
| 13 |                                      | Gaziantep Nanesi                |
| 14 |                                      | İstanbul-Beykoz Nanesi          |
| 15 |                                      | İzmir Nanesi                    |
| 16 |                                      | Niğde Nanesi                    |
| 17 |                                      | Trabzon Nanesi                  |
| 18 | <i>Salvia</i><br>(Adaçayı)           | Anamur Adaçayı                  |
| 19 |                                      | Antalya Adaçayı                 |
| 20 |                                      | Konya Adaçayı                   |
| 21 |                                      | Marmaris Adaçayı                |
| 22 | <i>Lamium</i><br>(Ballıbabası)       | İstanbul-Bakırköy Ballıbabası   |
| 23 |                                      | İstanbul-Heybeliada Ballıbabası |
| 24 |                                      | İstanbul-Maslak Ballıbabası     |
| 25 |                                      | İstanbul-Üsküdar Ballıbabası    |



1-11 Kekik Numuneleri  
12-17 Nane Numuneleri

18-21 Adacıyı Numuneleri  
22-25 Ballıbaşa Numuneleri

Şekil 4.1 Numune Yöreleri

## 4.2. NUMUNELERİN HAZIRLANMASI

Elde edilen numuneler önce fırında kurutulmuş ve neminden arındırılmıştır. Bundan sonra titizlikle dövülerek inceltılmışlerdir. Dövülerek inceltilen numuneler, hep aynı eleklerle elenerek, belli ve benzer bir inceliğe getirilmişlerdir.

Öte yandan numunelerin içine konacağı planşetler, ard arda uygulanan bir temizlik işlemine tabi tutulmuşlardır. Uygulanan temizlik işlemi dört aşamalı bir temizlik işlemidir.

Planşetler, ilk aşamada, deterjanla yıkanarak bir fırça ile iç kesimleri temizlenmiş ve, durulanmışlardır. Durulamadan sonra, planşetlerin içerisine su konarak, bir süre bekletilmişlerdir.

İkinci temizlik aşamasında, planşetler asit ile temizlenmişlerdir. Bu temizleme sırasında kullanılan asit ; % 98 saflıkta sülfürik asit olup, içerisine  $K_2Cr_2O_7$  potasyum dikromat maddesi ilave edilerek hazırlanmış ve planşetler içerisine konarak, bir süre bekletilmişlerdir. Daha sonra planşetler su ile çalkalanarak, tekrar su konarak bekletilmiştir.

Üçüncü aşamada, temizlenmiş olan planşetler, damıtık suyla çalkalanmışlardır. Bu işlem birkaç kez tekrar edilmiştir.

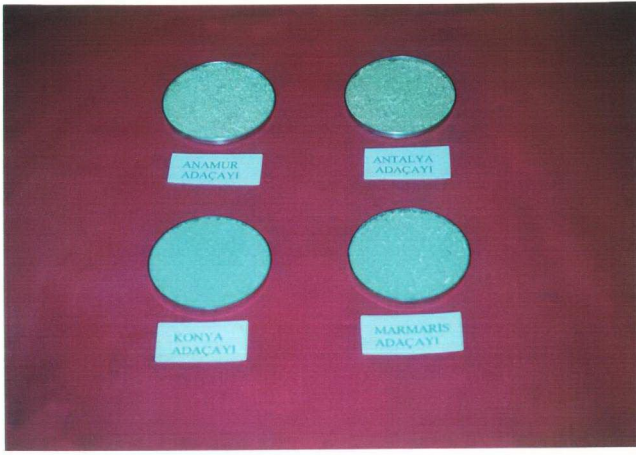
Dördüncü ve son temizlik aşamasında ise, temizlenmiş planşetler, fırın içerisinde kurutulmuşlardır. Bunun için planşetler, 60°C sıcaklıkta fırında bir süre bekletilmiştir. Böylelikle de dört aşamalı temizleme işlemi bitirilmiştir.



Şekil 4.2. *Thymus* (Kekik) Numuneleri



Şekil 4.3. *Mentha* (Nane) Numuneleri



Şekil 4.4. *Salvia* (Adaçayı) Numuneleri



Şekil 4.5. *Lamium* (Ballıbabı) Numunesi

Temizleme işlemi, numunelere temas edebilecek tüm malzemeler için de aynen gerçekleşmiştir. Bu şekilde, numunelerde herhangi, ilave bulaşıklığa meydan verilmemiş olmaktadır.

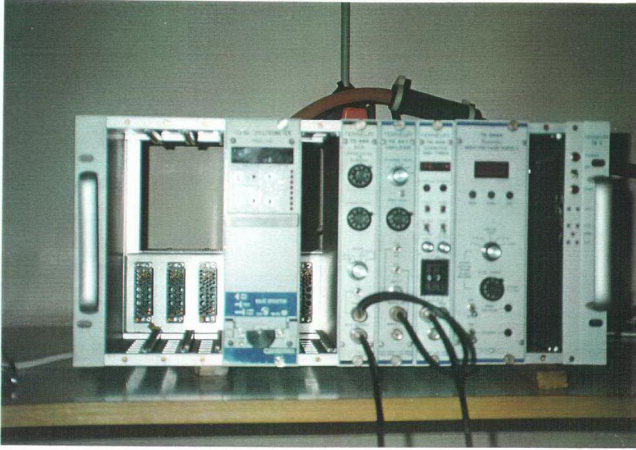
Paslanmaz çelikten yapılmış olan planşetler önce boş olarak hassas terazide tartılmışlardır. Darası alınmış plaşentlere numuneler konarak tekrar hassas terazide tartımları yapılmış ve daralarla beraber kaydedilmiştir. Farklı numeneler için hazırlanmış numunelere ilişkin fotoğraflar, Şekil 4.2 – Şekil 4.5’de görülmektedir.

### **4.3. DENEY DÜZENEGİNİN TANITIMI**

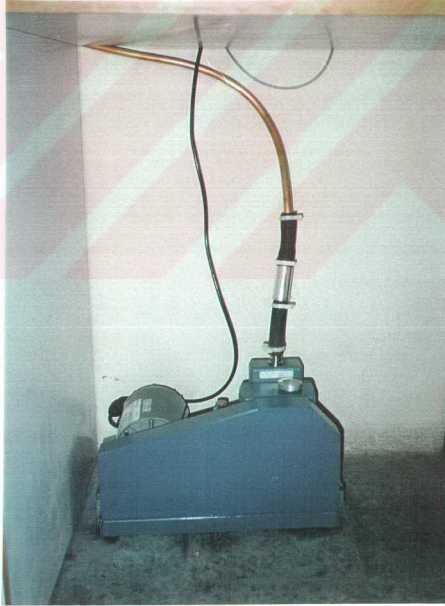
*Labiate* familyasına mensup numunelerde radyoradyoaktivite seviyesi tayini için esas itibarıyla alfa ve beta ölçümlerinin yapılması gerekmektedir. Bu amaçla alfa ve beta ölçüm sistemlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu Yüksek Lisans tez çalışması için alfa ve beta sayımları için “uygun” iki ayrı ölçüm sistemi kullanılmıştır.

#### **4.3.1. Alfa Ölçüm Seti**

Menzilleri kısa olan alfaların sayılabilmesi için bir vakum odasına gereksinim vardır. Bu amaçla, bir vakum pompası ile havası boşaltılan özel bir vakum odalı ölçüm sistemi kullanılmıştır. Numuneler, vakum odasında, detektörün yaklaşık olarak 15 mm uzağına yerleştirilerek sayım alınmıştır. Alfa sayım sisteminde yükselticiler yer almakta ve 50 V.luk güç kaynağı ile beslenmektedir. Sistemin fotoğrafı Şekil 4.6’da, görülmektedir.



Şekil 4.6. Alfa Ölçüm Seti



Şekil 4.7. Vakum Pompası

Alfa sayımı için, özel bir detektör tipi olan “Silicon Surface Barrier” detektörü kullanılmıştır. Kullanılan “Silicon Surface Barrier” model TENNELEC PP serisi olup, detektörün pencere kısmı altından yapılmıştır. Boyutları ise, iç çapı 25,4 mm dış çapı 33,5 mm’dir.

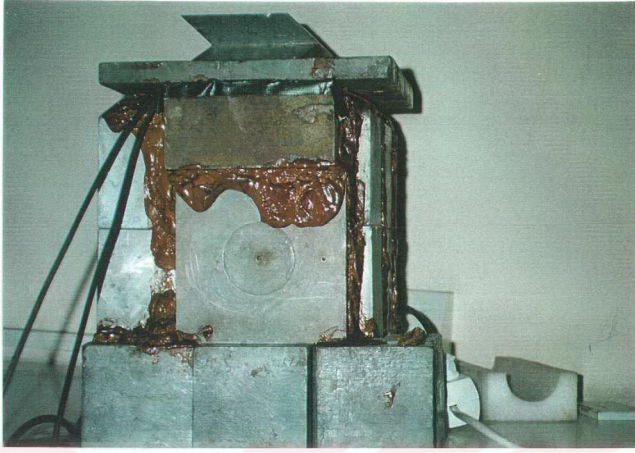
Alfa sayımları için kullanılan vakum odası içerisindeki hava sayım sistemine özel bir vakum pompası ile sürekli olarak boşaltılarak oda içerisinde düşük vakum sağlanmıştır. Sağlanan düşük basınç daima 100 mHg basıncın altında olmuştur. Vakum pompasının fotoğrafı Şekil 4.7’de görülmektedir.

#### **4.3.2. Beta Ölçüm Seti**

Beta radyoaktivitesinin tayini için bir uygun sintilasyon detektörü kullanılmıştır. Söz konusu sintilasyon detektörü BİCRON model, Talyum ile aktive edilmiş NaI detektörüdür. Böyle bir dedektörle çalışmakla, sayım verimi yüksek bir ölçüm yapılması amaçlanmıştır.

Sayımlar, çevre doğal sayımının az olması açısından bir kurşun hücre kullanılmıştır. Bu kurşun hücre içine detektör ve numune yerleştirilmiştir. Bu kurşun hücre Şekil 4.8’de görülmektedir.

Beta ölçümlemesi için bir çok kanallı analizörden yararlanılmıştır. Kullanılan çok kanallı analizör, 800A model bir çok kanallı analizör olup, Şekli 4-9’da görülmektedir.

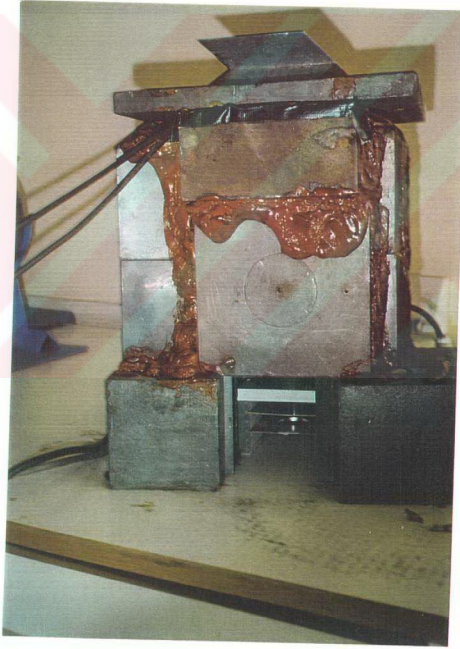


Şekil 4.8. Kurşun Hücre



Şekil 4.9. Çok Kanallı Analizör

Numuneler detektöre göre hep aynı geometride yerleştirilerek, önce; doğal sayım, gama ve beta sayımları beraberce alınmıştır. Bu sayımdan sonra, beta sayımlarının ayırılabilmesi için detektörle numune arasına 7,5 mm kalınlıkta alüminyum folya konmuş ve ilk sayım süresi kadar süre için bu sayım bir önceki sayımdan çıkartılacak şekilde sayım alınmıştır. Böylelikle, doğal sayım ve gama sayımları ilk alınan toplam sayımdan çıkartılmış olmaktadır. Sonuçta, net beta sayımı alınmış olmuştur. Şekil 4.10'da kurşun hücre içinde numune, detektör ve alüminyum folya görülmektedir.



Şekil 4.10 Beta Hücresinde Numune ve Alüminyum Folya Yerleşim Düzeni

#### 4.4. DENEYİN YAPILIŞI:

*Labiata* (nanegiller) familyasına mensup olan dört tür olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) türlerinden ülkemizde farklı yörelerde yetişmiş toplam 25 farklı numune ile deneysel çalışmalar yapılmıştır. Her numunenin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri belirlenmiştir.

##### 4.4.1. Alfa Radyoaktivitesi Tayini

Alfa sayımlarının alınması amacıyla özel vakum odalı sayım sisteminde, her bir numune vakum odasına konarak, vakum odasının kapağı kapatılmış ve hava kaçağının olmadığı kontrolü yapıldıktan sonra vakum pompasının içerideki havayı boşaltması beklenmiştir.

Sayım pencere aralığı için 1.02 MeV alt limit seçilmiş ve böylelikle, olabilecek gürültü etkisi önemli ölçüde elimine edilmiştir. Bu şartlarda, vakum pompası vakum odasındaki basıncı 100 mHg basıncının altına düşürdüğünde sayım sistemi çalıştırılmıştır.

Sayım süresi olarak, doğal çevre numuneleri için uygulanabilen bir optimal süre olarak 1000 dak. seçilmiştir. Sayım alındığı sürece vakum pompası devamlı çalıştırılmıştır.

Alfa aktivitesi ile çalışmada öncelikle, boş planşetle sayım alınmıştır. Böylelikle, doğal sayım değeri elde edilmiştir. Ayrıca Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'nden (ÇNAEM) temin edilmiş olan ve  $4\pi$ 'deki mutlak sayım sayısı 1345 sayım/dak olarak bilinen kaynağın da, numune geometrisinde aynı şartlarda sayımları alınmıştır.

Alfa radyoaktivite seviyesinin tayini için aşağıdaki bağıntıdan yararlanılmıştır. (H.Alkan 1989, Tuncer, 1991, Er 1992).

$$A_{\alpha} = \frac{N_{\alpha} \times VDF}{2,22} \quad (4.1)$$

Burada;

- $A_{\alpha}$  : Alfa radyoaktivitesi (pCi)  
 $N_{\alpha}$  : Numunenin net alfa sayımı.  
 $VDF$  : Verim Düzeltme Faktörü.

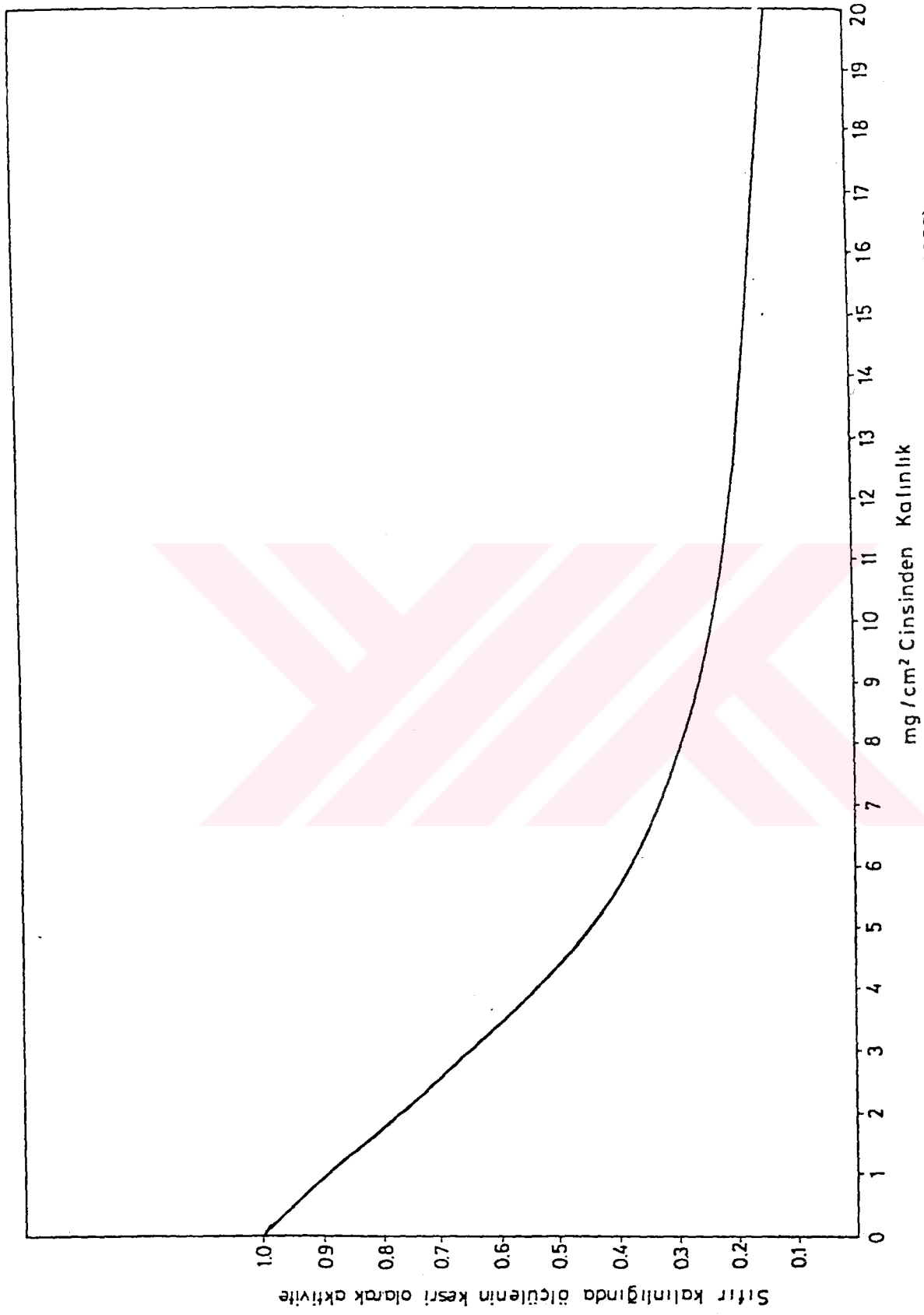
İfade etmekte ve Verim Düzeltme Faktörü (VDF);

$$VDF = \frac{1}{V \times T} \quad (4.2)$$

olarak tanımlanmaktadır. Burada; T self absorbsiyona karşı gelen sayım olup, Verim;

$$V = \frac{A_{xs}}{A_s} \quad (4.3)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada;



Şekil 4.11 Alfa için Self Absorbsiyon Düzeltme Eğrisi (Alkan, 1989)

- V : Verim  
A<sub>xs</sub> : Standart kaynağın sayımı  
A<sub>s</sub> : Standart kaynağın 4π’de verilen sayımı

Alfa için self absorbsiyon düzeltme eğrisi Şekil 4.11’de verilmiştir. Bu eğri, standart alfa kaynağı olarak U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> kullanılmış bir eğridir

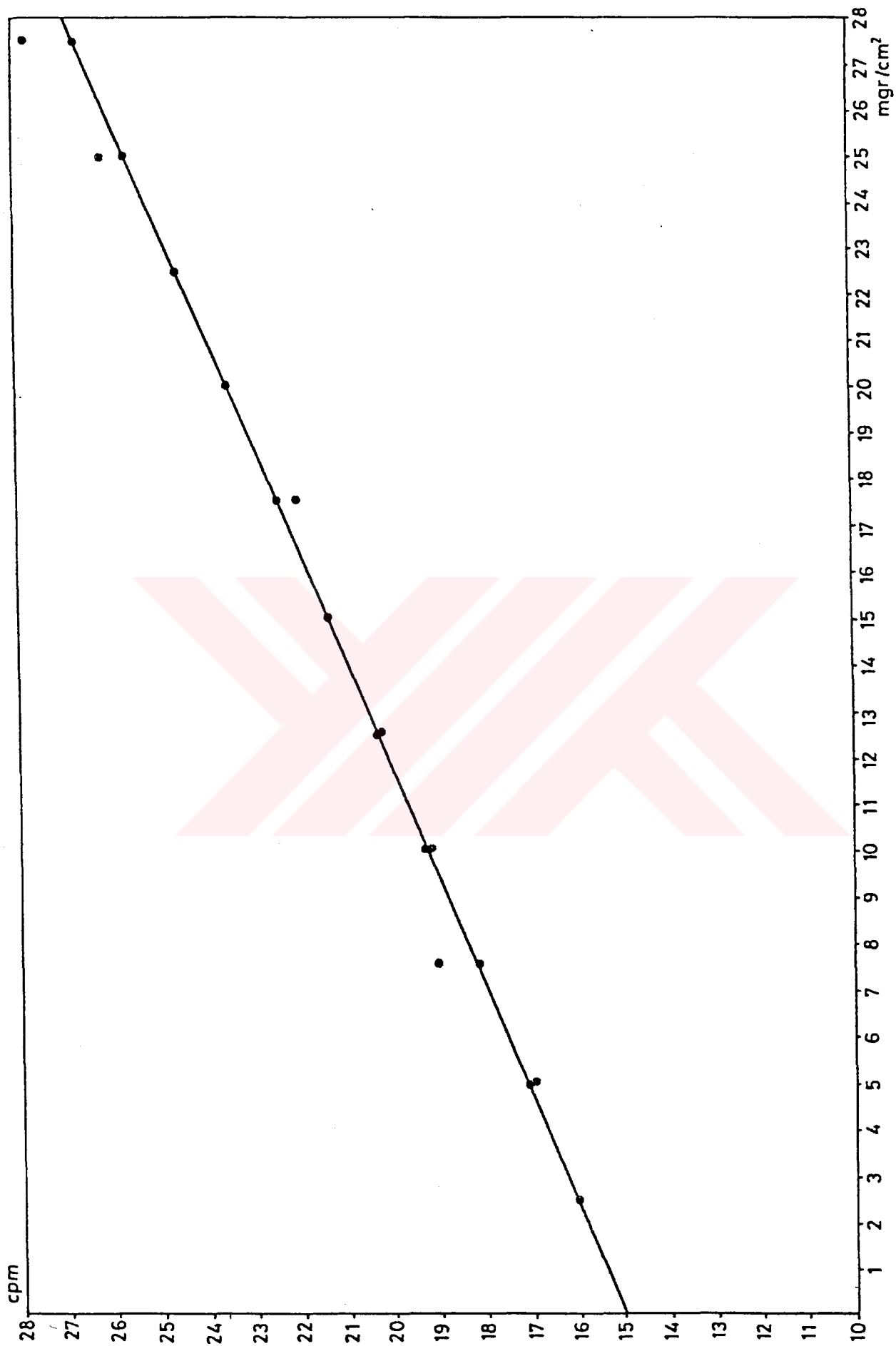
Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi’nden (ÇNAEM) temin edilmiş olan kaynağın 4π’deki mutlak sayım sayısı 1345 sayım/dak olarak bilinmektedir. Bu değerden yararlanılarak 4π’deki verim tayin edilmiştir.

Şekil 4.11’deki eğriden yararlanılarak numunenin mg/cm<sup>2</sup> cinsinden ağırlığına karşı gelen sayım değeri okunarak VDF tayin edilmiştir. Aktivite değeri ise önce pCi ve daha sonra Bq cinsinden bulunmuştur.

#### **4.4.2. Beta Radyoaktivitesi Tayini**

Planşetlere içine alınmış numuneler sintilasyon detektörü ile daha önce de belirtildiği üzere, önce beta, gama ve ortamın doğal sayımını toplamı olarak alınmış, daha sonra, numune ile detektör arasına 7,5 mm kalınlığında alüminyum folyo konarak, ilk sayım süresi ile aynı sürede bu sayım çıkartılmıştır. Böylelikle net beta sayımları alınmıştır.

Beta radyoaktivite değerlendirmeler, deneysel olarak çıkartılmış olan KCl kalibrasyon eğrisi yardımıyla yapılmıştır (Tuncer, 1991). Şekli 4.12’de kullanılan KCl kalibrasyon eğrisi görülmektedir.



Şekil 4.12 KCl Kalibrasyon Eğrisi (Tuncer,1991)

Beta radyoaktivite seviyesinin tayini için aşağıdaki bağıntıdan yararlanılmıştır. (H.Alkan 1989, Tuncer, 1991, Er 1992).

$$A_{\beta} = \frac{0,391 \times N_{\beta} \times M_{\beta}}{N_{\beta o}} \quad (4.4)$$

Burada;

- $A_{\beta}$  : Numunelerin beta radyoaktivitesi (pCi)
- $N_{\beta}$  : Bir dakikalık net beta sayımı
- $M_{\beta}$  :  $\text{mg}/\text{cm}^2$  cinsinden numune ağırlığı
- $N_{\beta o}$  : KCl'un kalibrasyon eğrisinden numunenin  $\text{mg}/\text{cm}^2$  cinsinden ağırlığına karşı gelen sayım sayısı.

Öncelikle, KCl kalibrasyon eğrisinde numunenin  $\text{mg}/\text{cm}^2$  cinsinden ağırlığına karşı gelen sayım sayısı bulunmuştur. Daha sonra alınan sayımların birim analizi yapılarak dakikaya dönüştürülmüştür. Bundan sonra, Denklem 4.4'de kullanılarak, pCi olarak numunelerin aktivitesi hesaplanmıştır. Daha sonra bu değerler Becquerel'e çevrilmiştir.

## BÖLÜM 5

### DENEY SONUÇLARI

Bu Yüksek Lisans tez çalışmasında *Labiatae* (Nanegiller) familyasına mensup dört tür olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbaba) bitkilerinin Türkiye yörelerinden temin edilen farklı çeşitleri üzerinde ayrı ayrı çalışılmıştır. Çalışılan bitkilerin farklı yöre ürünü olması ve yetiştirilme yerinin kesin bilinmesine özen gösterilmiştir.

Temin edilen bitkiler, Bölüm 4'te ayrıntısı belirtildiği üzere, kurutulduktan sonra, dövülüp inceltirilip temiz planşetlere yerleştirilmiş ve ağırlıkça miktarları belirlenmiştir. Bundan sonra her numune için alfa ve beta sayımları yapılmış ve yine Bölüm 4 içinde ayrıntısı verilen şekilde alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri tayin edilmiştir.

Çalışılan bitkiler içinde önemli yeri *Thymus* (kekik) tutmaktadır. Bundan sonra *Mentha* (nane) gelmektedir. Farklı çeşitleri ile *Salvia* (adaçayı) temini de mümkün olmuştur. Buna karşın *Lamium* (ballıbaba) temini güç olmuştur. Tüm bitkiler 1999 yılı mahsulüdür.

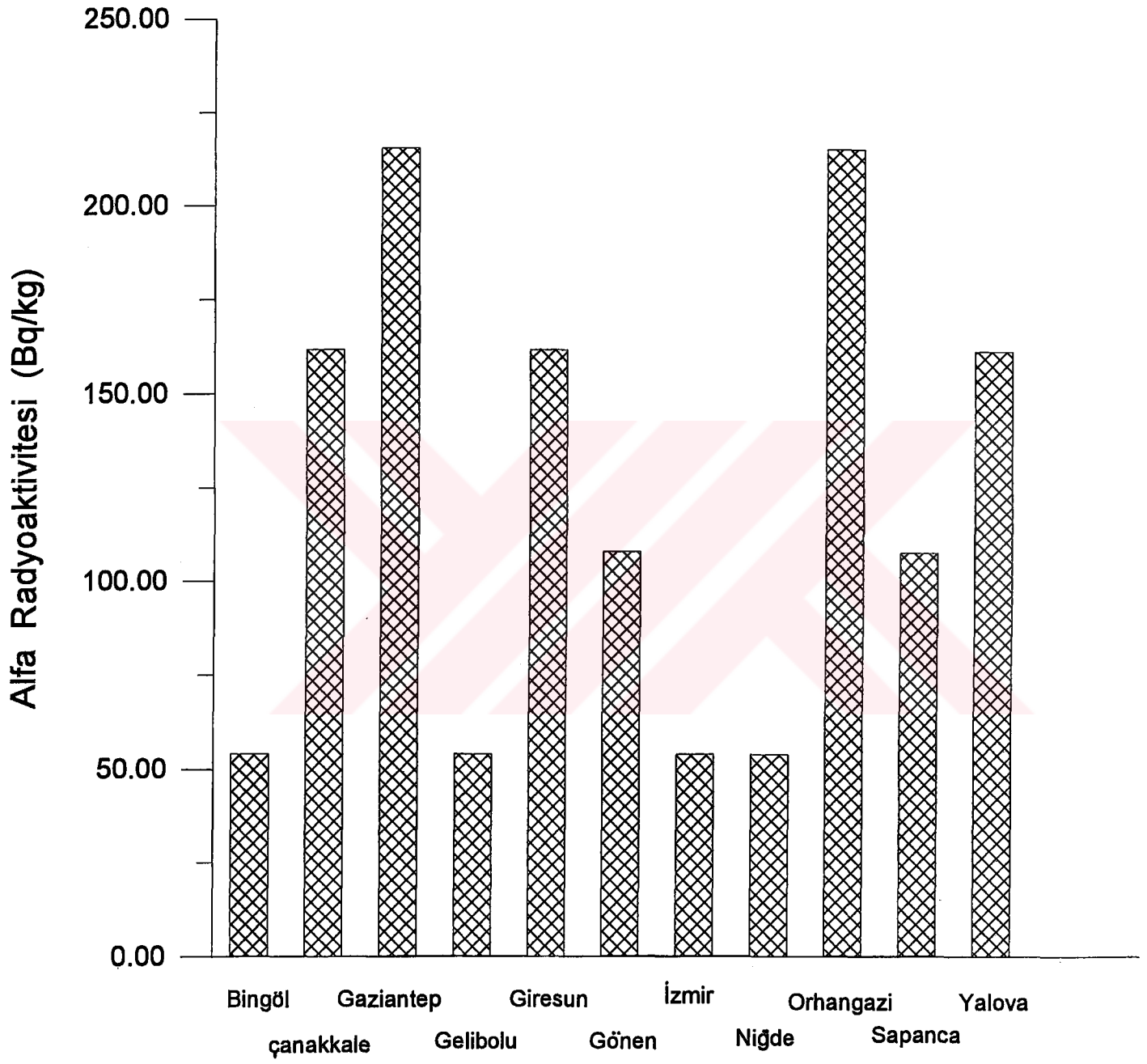
Chernobyl nükleer reaktör kazasından sonra özellikle, kekik ve adaçayında radyoaktivite seviyesi yüksekliği rapor edilmiş bulunmaktadır (Yülek, 1990). Bu Yüksek Lisans tez çalışması ile Söz konusu kekik ve adaçayı bitkilerinin beraberce yer aldığı *Labiatae* familyası bir bütün olarak incelenmiş olmaktadır. Aşağıdaki bölümler içinde bu familyaya mensup her bitki türü için elde edilen sonuçlar ayrı ayrı ve karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

### 5.1. *Thymus* (KEKİK)'LERE İLİŞKİN ALINAN DENEY SONUÇLARI

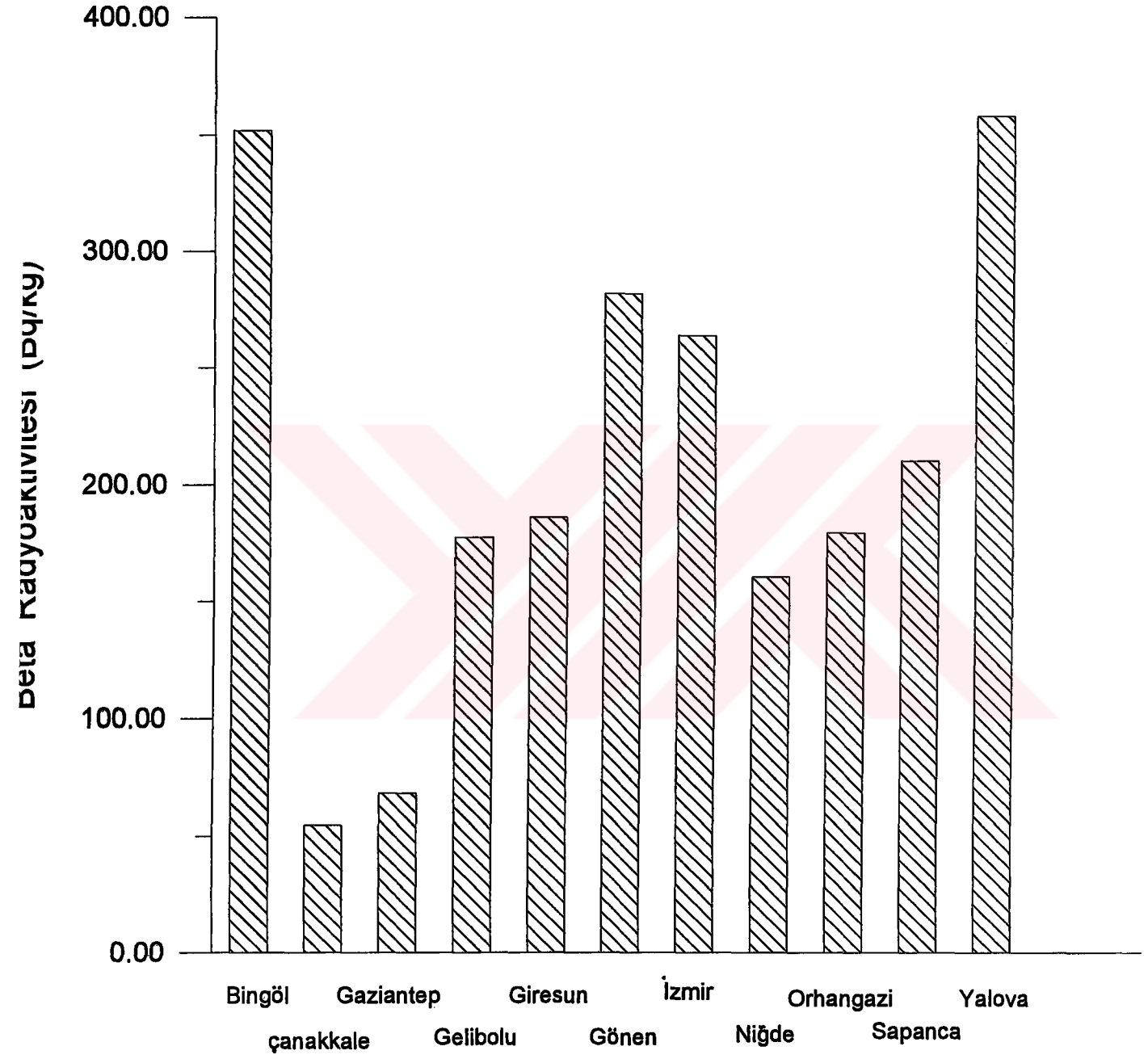
Bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında 11 adet farklı *Thymus* (kekik) bitkisinin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri tayin edilmiştir. Çalışılan *Thymus* (kekik)'lerin hepsi Türkiye'de yetiştirilmiş olup, ayırt edilmesi açısından yetiştirildikleri yöre ile nitelenmişlerdir. Hepsi 1999 yılı mahsulüdür. Çalışılan *Thymus* (kekik)'lerin tayin edilen alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri Tablo 5.1 ve Tablo 5.2'de verilmektedir. *Thymus* (kekik)'lerin radyoaktivite seviyelerinin grafiksel değerlendirme ise alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri için sırasıyla Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'de görülmektedir. Şekil 5.3'de ise, *Thymus* (kekik)lerin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri mukayeseli olarak görülmektedir.

**Tablo 5.1**  
*Thymus* (Kekik)'lerin Alfa Radyoaktivite Seviyeleri

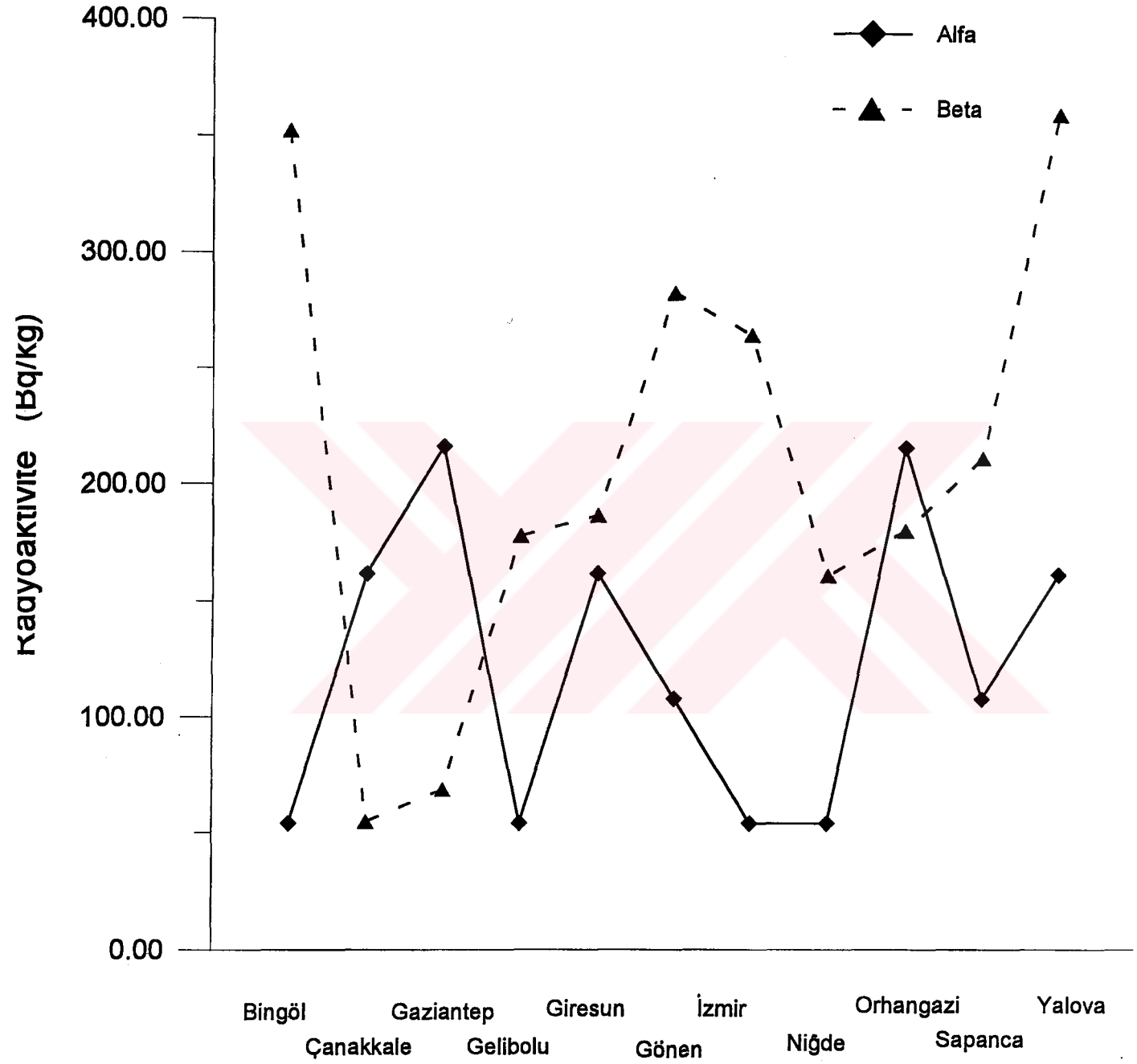
| <i>Thymus</i> (Kekik) | Alfa Radyoaktivitesi |                  |
|-----------------------|----------------------|------------------|
|                       | pCi/kg (< ± % 10)    | Bq/kg (< ± % 10) |
| Bingöl Kekiği         | 1456,47              | 53,94            |
| Çanakkale Kekiği      | 4369,41              | 161,83           |
| Gaziantep Kekiği      | 5825,87              | 215,77           |
| Gelibolu Kekiği       | 1456,47              | 53,94            |
| Giresun Kekiği        | 4369,41              | 161,83           |
| Gönen Kekiği          | 2912,94              | 107,89           |
| İzmir Kekiği          | 1456,47              | 53,94            |
| Niğde Kekiği          | 1456,47              | 53,94            |
| Orhangazi Kekiği      | 5825,87              | 215,77           |
| Sapanca Kekiği        | 2912,94              | 107,89           |
| Yalova Kekiği         | 4369,41              | 161,83           |



Şekil 5.1 Çalışılan *Thymus* (Kekik)'lerin Alfa Radyoaktiviteleri



Şekil 5.2 Çalışılan *Thymus* (Kekik)'lerin Beta Radyoaktiviteleri



Şekil 5.3 Çalışılan *Thymus* (Kekik)'lerin Alfa ve Beta Radyoaktivitelerinin Karşılaştırılması

**Tablo 5.2**  
*Thymus* (Kekik)'lerin Beta Radyoaktivite Seviyeleri

| <i>Thymus</i> (Kekik) | Beta Radyoaktivitesi |                 |
|-----------------------|----------------------|-----------------|
|                       | pCi/kg (<± % 10)     | Bq/kg (<± % 10) |
| Bingöl Kekigi         | 9506,55              | 352,09          |
| Çanakkale Kekigi      | 1476,31              | 54,68           |
| Gaziantep Kekigi      | 1845,39              | 68,35           |
| Gelibolu Kekigi       | 4799,88              | 177,77          |
| Giresun Kekigi        | 5032,88              | 186,403         |
| Gönen Kekigi          | 7224,17              | 282,37          |
| İzmir Kekigi          | 7139,24              | 264,42          |
| Niğde Kekigi          | 4348,77              | 161,06          |
| Orhangazi Kekigi      | 4865,12              | 180,19          |
| Sapanca Kekigi        | 5709,52              | 211,46          |
| Yalova Kekigi         | 9715,32              | 359,83          |

## 5.2. *Mentha* (NANE)'LERE İLİŞKİN ALINAN DENEY SONUÇLARI

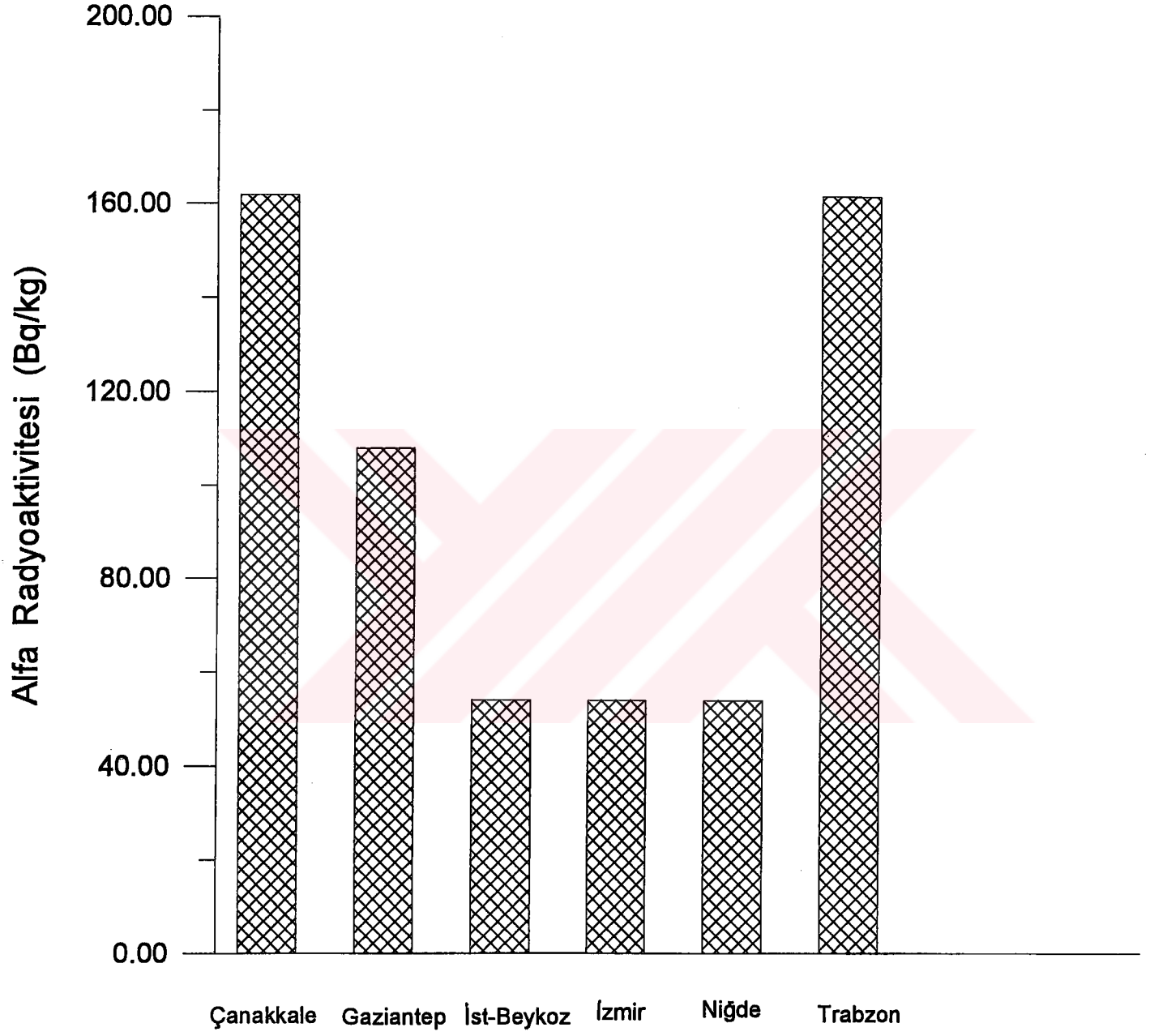
Bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında 6 adet farklı *Mentha* (nane) bitkisinin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri tayin edilmiştir. Çalışılan *Mentha* (nane)'lerin hepsi Türkiye'de yetiştirilmiş olup, ayırt edilmesi açısından yetiştirildikleri yöre ile nitelenmişlerdir. Hepsi 1999 yılı mahsulüdür. Çalışılan *Mentha* (nane)'lerin tayin edilen alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'de verilmektedir. *Mentha* (nane)'lerin radyoaktivite seviyelerinin grafiksel değerlendirme ise alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri için sırasıyla Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'de görülmektedir. Şekil 5.6'da ise, *Mentha* (nane)lerin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri mukayeseli olarak görülmektedir.

**Tablo 5.3***Mentha* (Nane)'lerin Alfa Radyoaktivite Seviyeleri

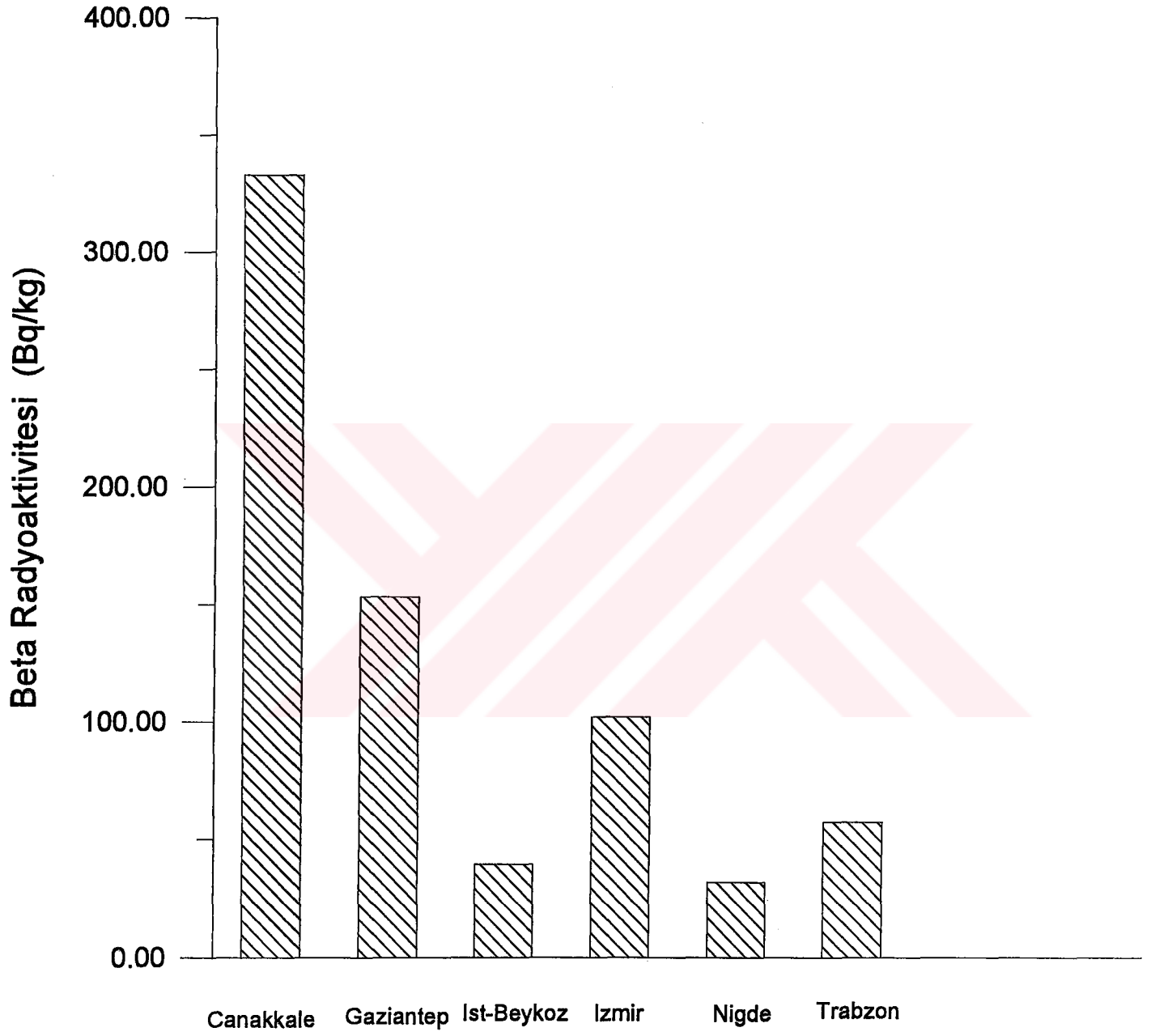
| <i>Mentha (nane)</i>   | <b>Alfa Radyoaktivitesi</b> |                            |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                        | <b>pCi/kg (&lt; ± % 10)</b> | <b>Bq/kg (&lt; ± % 10)</b> |
| Çanakkale Nanesi       | 4369,41                     | 161,83                     |
| Gaziantep Nanesi       | 2912,94                     | 107,89                     |
| İstanbul-Beykoz Nanesi | 1456,47                     | 53,94                      |
| İzmir Nanesi           | 1456,47                     | 53,94                      |
| Niğde Nanesi           | 1456,47                     | 53,94                      |
| Trabzon Nanesi         | 4369,41                     | 161,83                     |

**Tablo 5.4***Mentha* (Nane)'lerin Beta Radyoaktivite Seviyeleri

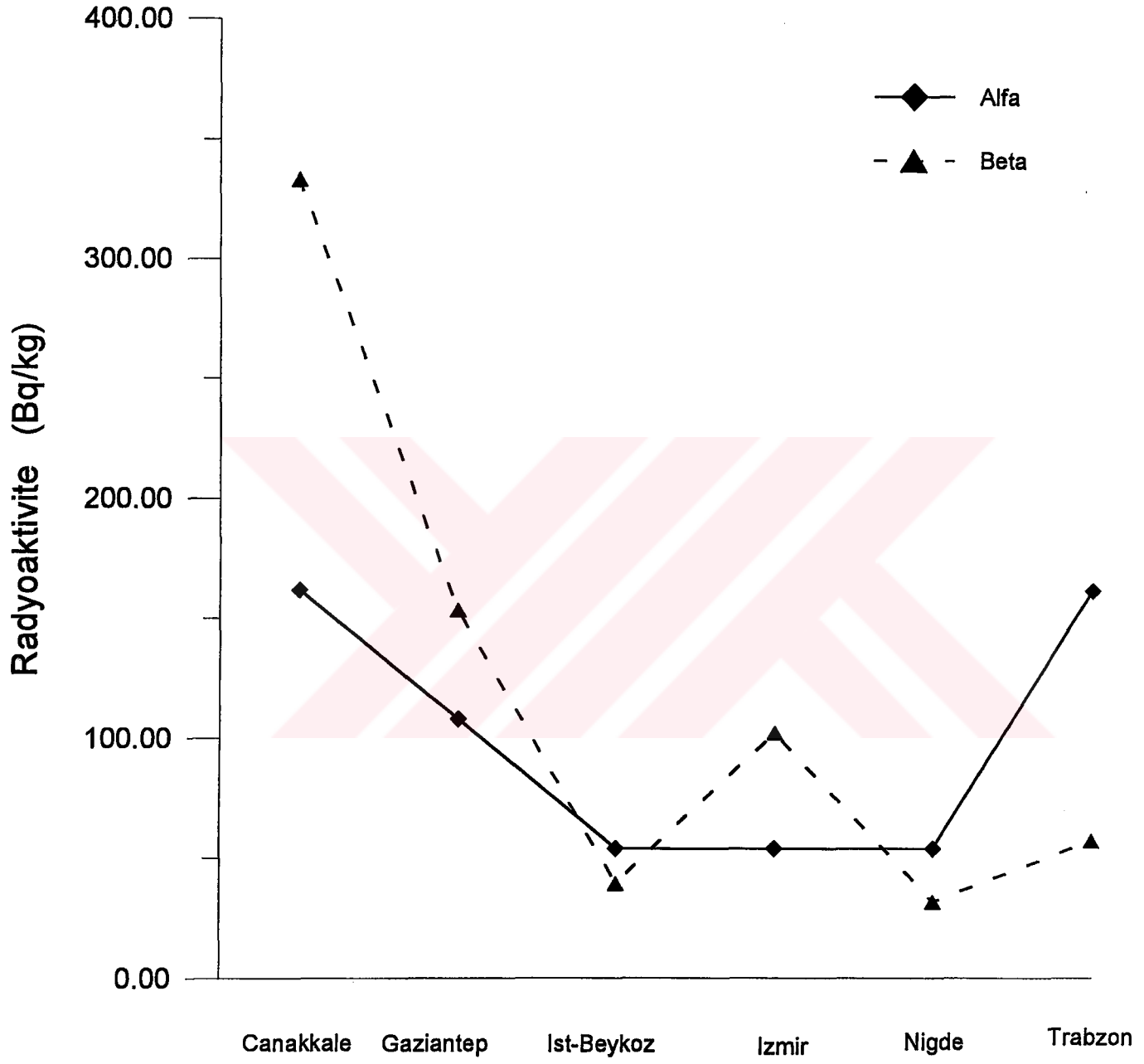
| <i>Mentha (nane)</i>   | <b>Beta Radyoaktivitesi</b> |                            |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                        | <b>pCi/kg (&lt; ± % 10)</b> | <b>Bq/kg (&lt; ± % 10)</b> |
| Çanakkale Nanesi       | 8997,67                     | 333,25                     |
| Gaziantep Nanesi       | 4138,15                     | 153,27                     |
| İstanbul-Beykoz Nanesi | 1062,50                     | 39,35                      |
| İzmir Nanesi           | 2758,76                     | 102,18                     |
| Niğde Nanesi           | 857,45                      | 31,76                      |
| Trabzon Nanesi         | 1545,49                     | 57,24                      |



Şekil 5.4 Çalışılan *Mentha* (Nane)'lerin Alfa Radyoaktiviteleri



**Şekil 5.5** Çalışılan *Mentha* (Nane)'lerin Beta Radyoaktiviteleri



Şekil 5.6 Çalışılan *Mentha* (Nane)'lerin Alfa ve Beta Radyoaktivitelerinin Karşılaştırılması

### 5.3. *Salvia* (ADAÇAYI)'LARINA İLİŞKİN ALINAN DENEY SONUÇLARI

Bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında 4 adet farklı *Salvia* (adaçayı) bitkisinin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri tayin edilmiştir. Çalışılan *Salvia* (adaçayı)'larının hepsi Türkiye'de yetiştirilmiş olup, ayırt edilmesi açısından yetiştirildikleri yöre ile nitelenmişlerdir. Hepsi 1999 yılı mahsulüdür. Çalışılan *Salvia* (adaçayı)'larının tayin edilen alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri Tablo 5.5 ve Tablo 5.6'da verilmektedir. *Salvia* (adaçayı)'larının radyoaktivite seviyelerinin grafiksel değerlendirme ise alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri için sırasıyla Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de görülmektedir. Şekil 5.9'da ise, *Salvia* (adaçayı)'ların alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri mukayeseli olarak görülmektedir.

**Tablo 5.5**

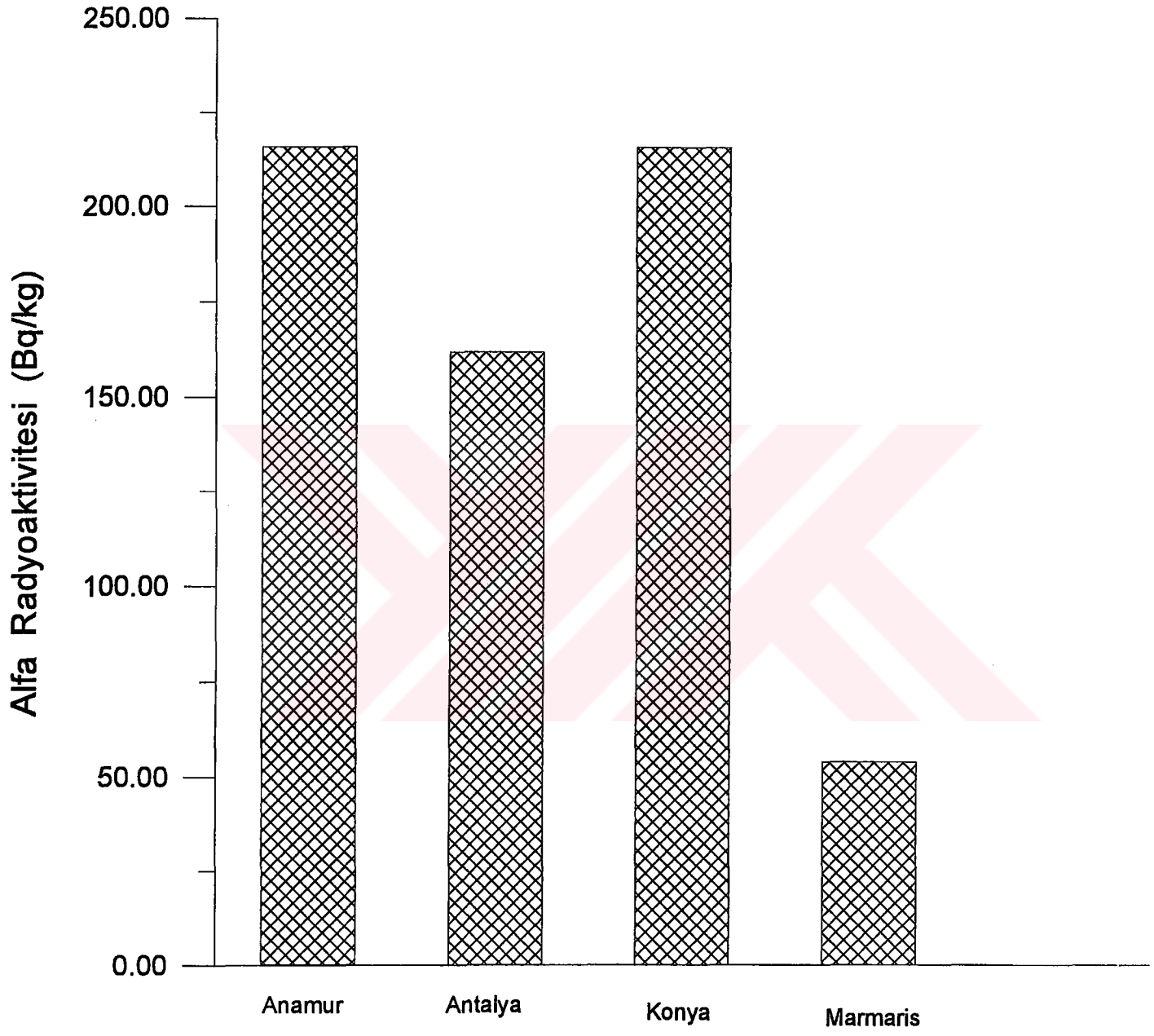
*Salvia* (Adaçayı)'larının Alfa Radyoaktivite Seviyeleri

| <i>Salvia</i> (Adaçayı) | Alfa Radyoaktivitesi     |                         |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                         | PCi/kg ( $< \pm \% 10$ ) | Bq/kg ( $< \pm \% 10$ ) |
| Anamur Adaçayı          | 5825,87                  | 215,77                  |
| Antalya Adaçayı         | 4369,41                  | 161,83                  |
| Konya Adaçayı           | 5825,87                  | 215,77                  |
| Marmaris Adaçayı        | 1456,47                  | 53,94                   |

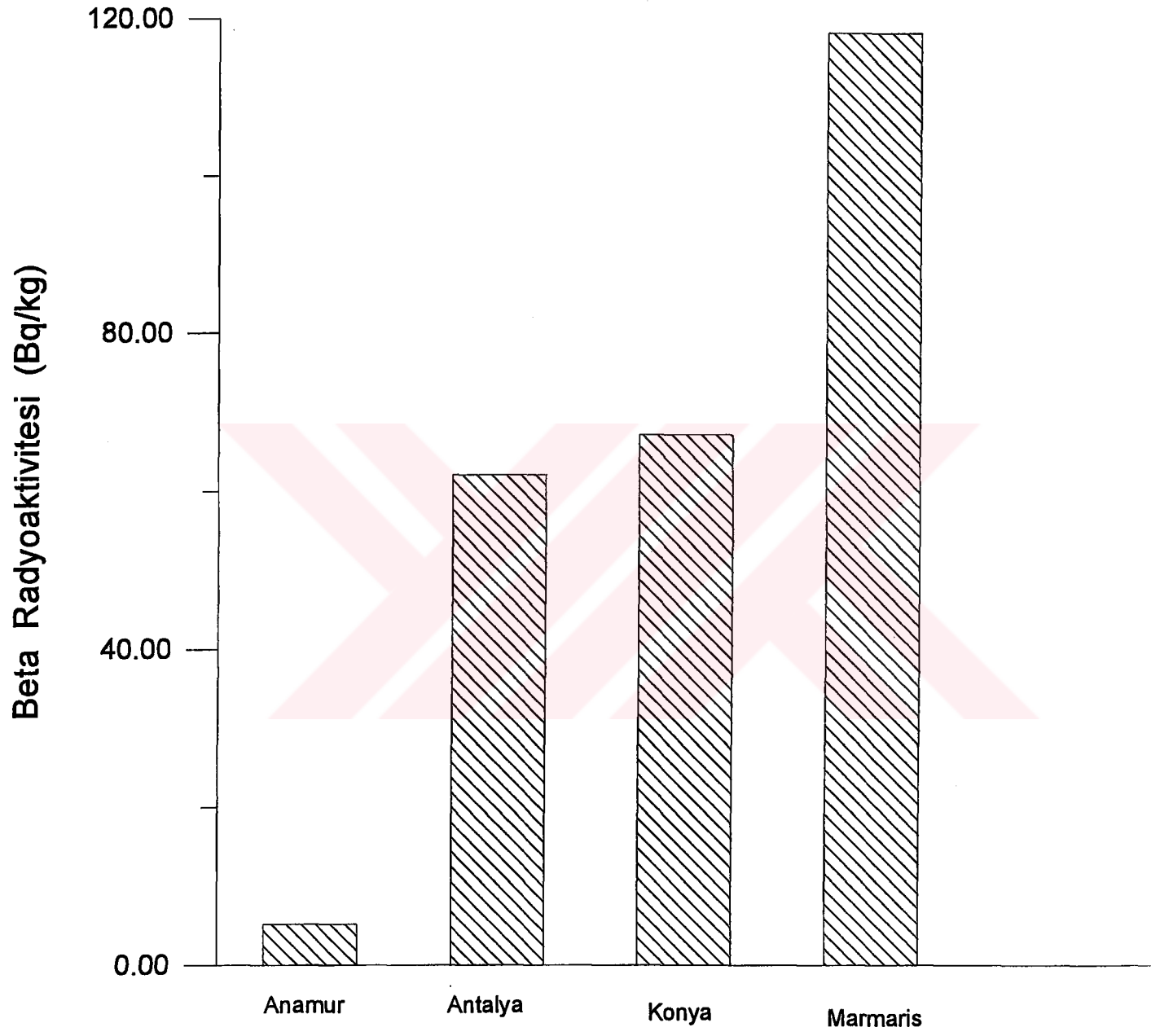
**Tablo 5.6**

*Salvia* (Adaçayı)'larının Beta Radyoaktivite Seviyeleri

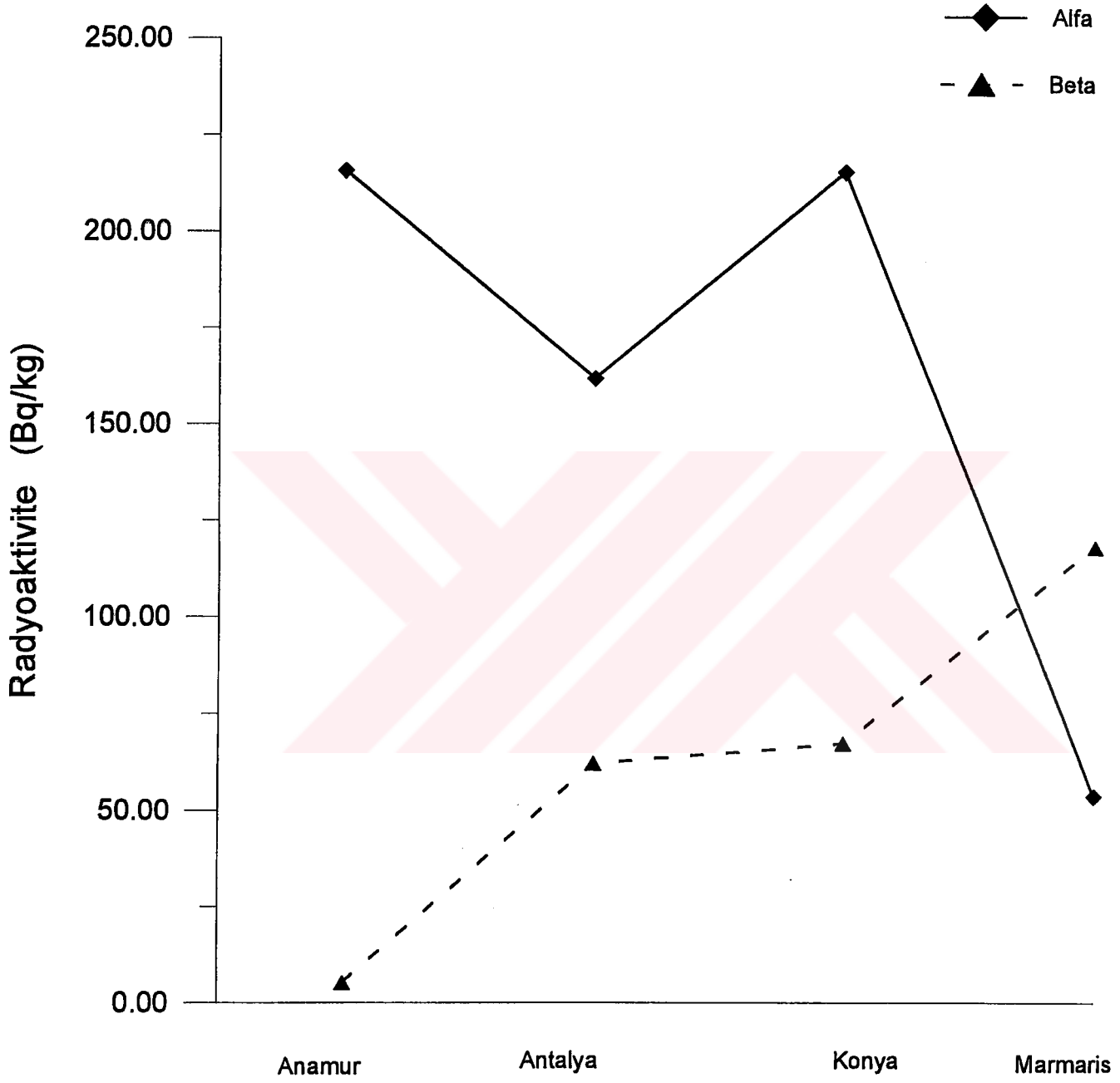
| <i>Salvia</i> (Adaçayı) | Beta Radyoaktivitesi     |                         |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                         | PCi/kg ( $< \pm \% 10$ ) | Bq/kg ( $< \pm \% 10$ ) |
| Anamur Adaçayı          | 139,75                   | 5,18                    |
| Antalya Adaçayı         | 1677,63                  | 62,13                   |
| Konya Adaçayı           | 1882,67                  | 67,31                   |
| Marmaris Adaçayı        | 2278,77                  | 118,40                  |



Şekil 5.7 Çalışılan *Salvia* (Adaçay)'larının Alfa Radyoaktiviteleri



Şekil 5.8 Çalışılan *Salvia* (Adaçay)'larının Beta Radyoaktiviteleri



**Şekil 5.9** Çalışılan *Salvia* (Adaçay)'larının Alfa ve Beta Radyoaktivitelerinin Karşılaştırılması

#### 5.4. *Lamium* (BALLIBABA)'LARA İLİŞKİN ALINAN DENEY SONUÇLARI

Bu Yüksek Lisans Tez çalışmasında 4 adet *Lamium* (Ballıbaba) bitkisinin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri tayin edilmiştir. Ticari olarak satılmayan bu bitki, özel olarak toplanmıştır ve hepsi Marmara bölgesinden olup, 1999 yılı mahsulüdürler. Çalışılan *Lamium* (Ballıbaba)'nın tayin edilen alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri Tablo 5.7 ve Tablo 5.8'de verilmektedir. *Lamium* (Ballıbaba)'nın radyoaktivite seviyelerinin grafiksel değerlendirme ise alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri için sırasıyla Şekil 5.10 ve Şekil 5.11'de görülmektedir. Şekil 5.12'de ise, *Lamium* (ballıbaba)ların alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri mukayeseli olarak görülmektedir.

**Tablo 5.7**

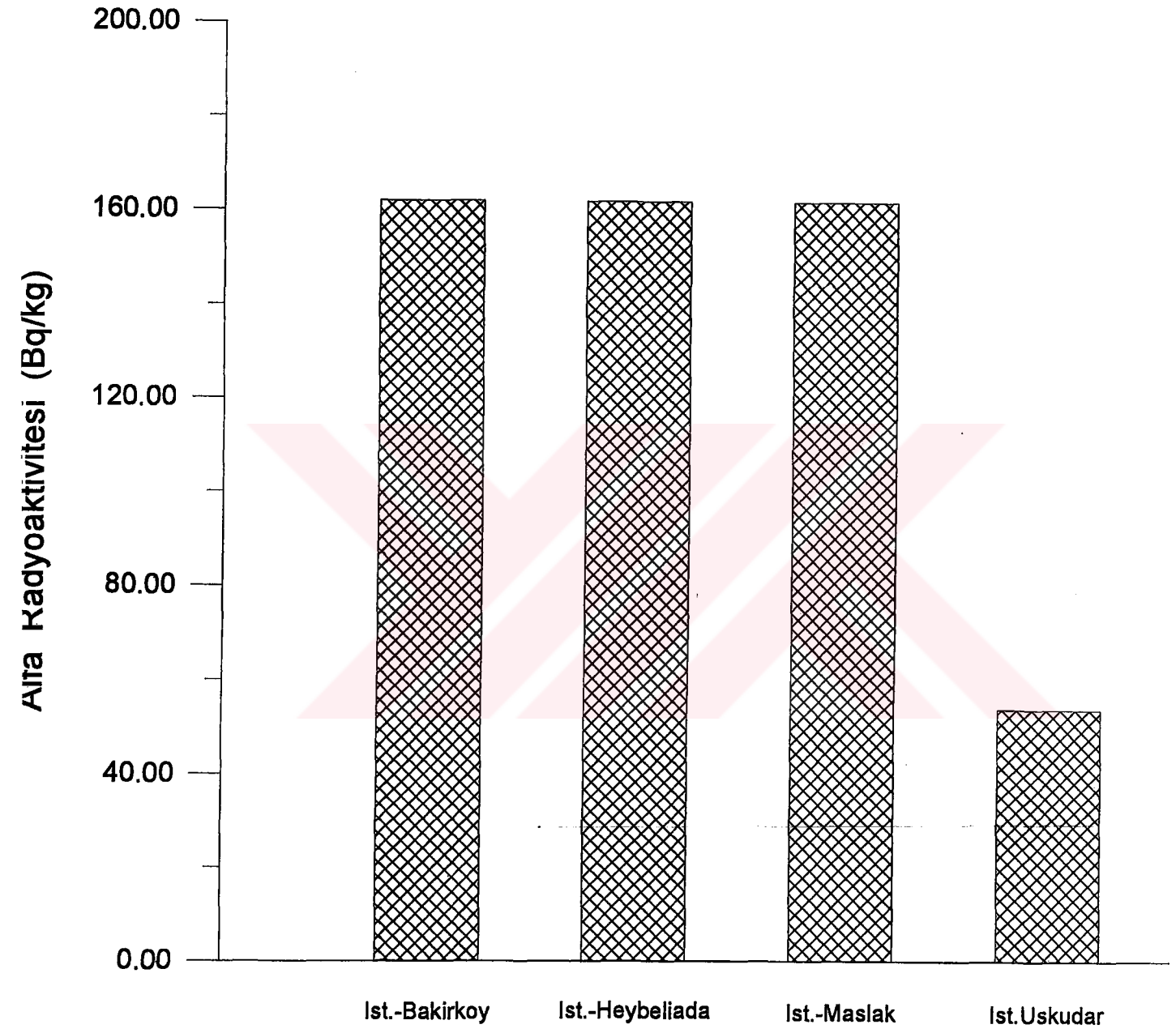
*Lamium* (Ballıbaba)'ların Alfa Radyoaktivite Seviyeleri

| <i>Lamium</i> (Ballıbaba)       | Alfa Radyoaktivitesi     |                         |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                 | PCi/kg ( $< \pm \% 10$ ) | Bq/kg ( $< \pm \% 10$ ) |
| İstanbul-Bakırköy Ballıbabası   | 4369,41                  | 161,83                  |
| İstanbul-Heybeliada Ballıbabası | 4369,41                  | 161,83                  |
| İstanbul-Maslak Ballıbabası     | 4369,41                  | 161,83                  |
| İstanbul-Üsküdar Ballıbabası    | 1456,47                  | 53,94                   |

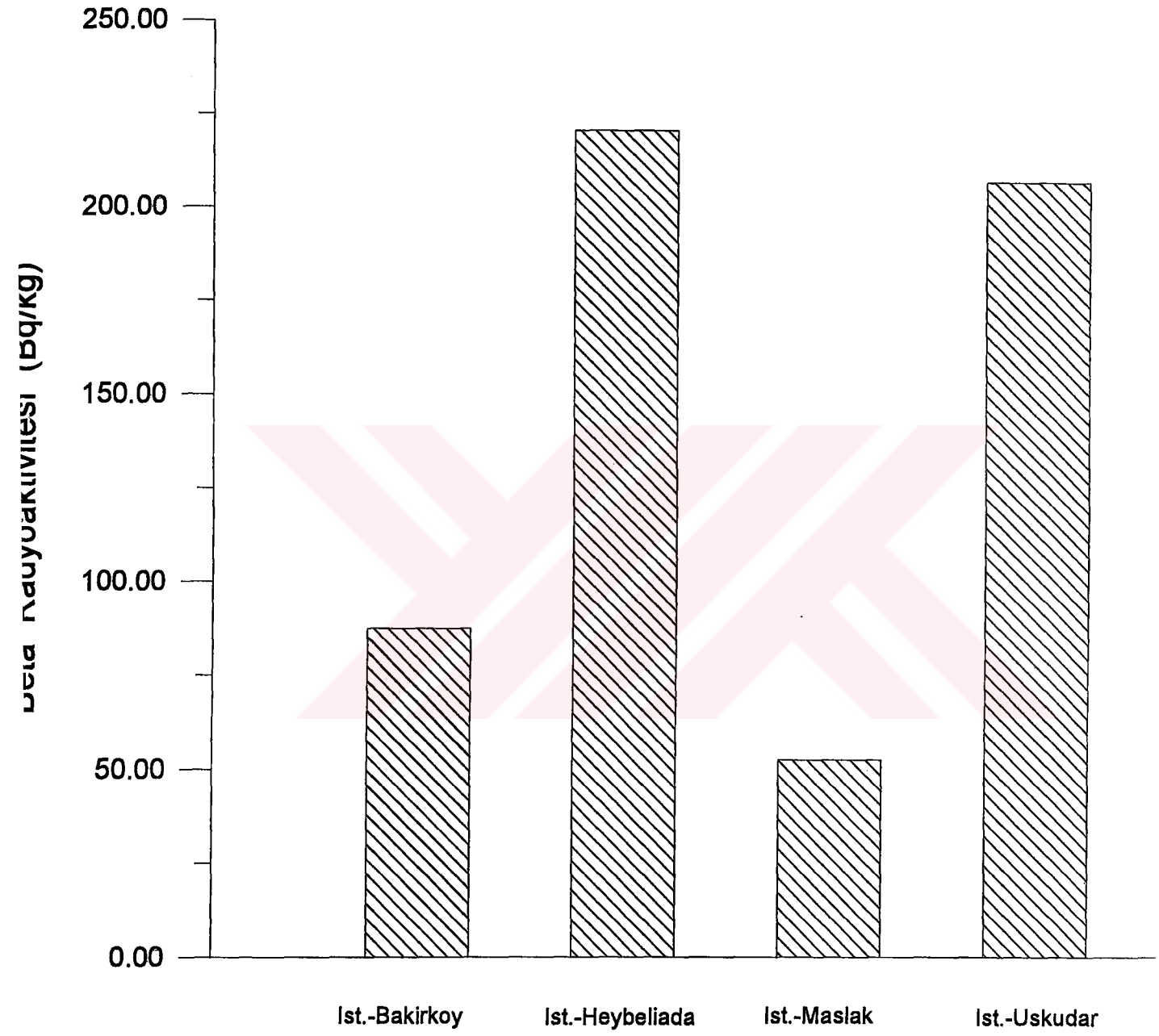
**Tablo 5.8**

*Lamium* (Ballıbaba)'ların Beta Radyoaktivite Seviyeleri

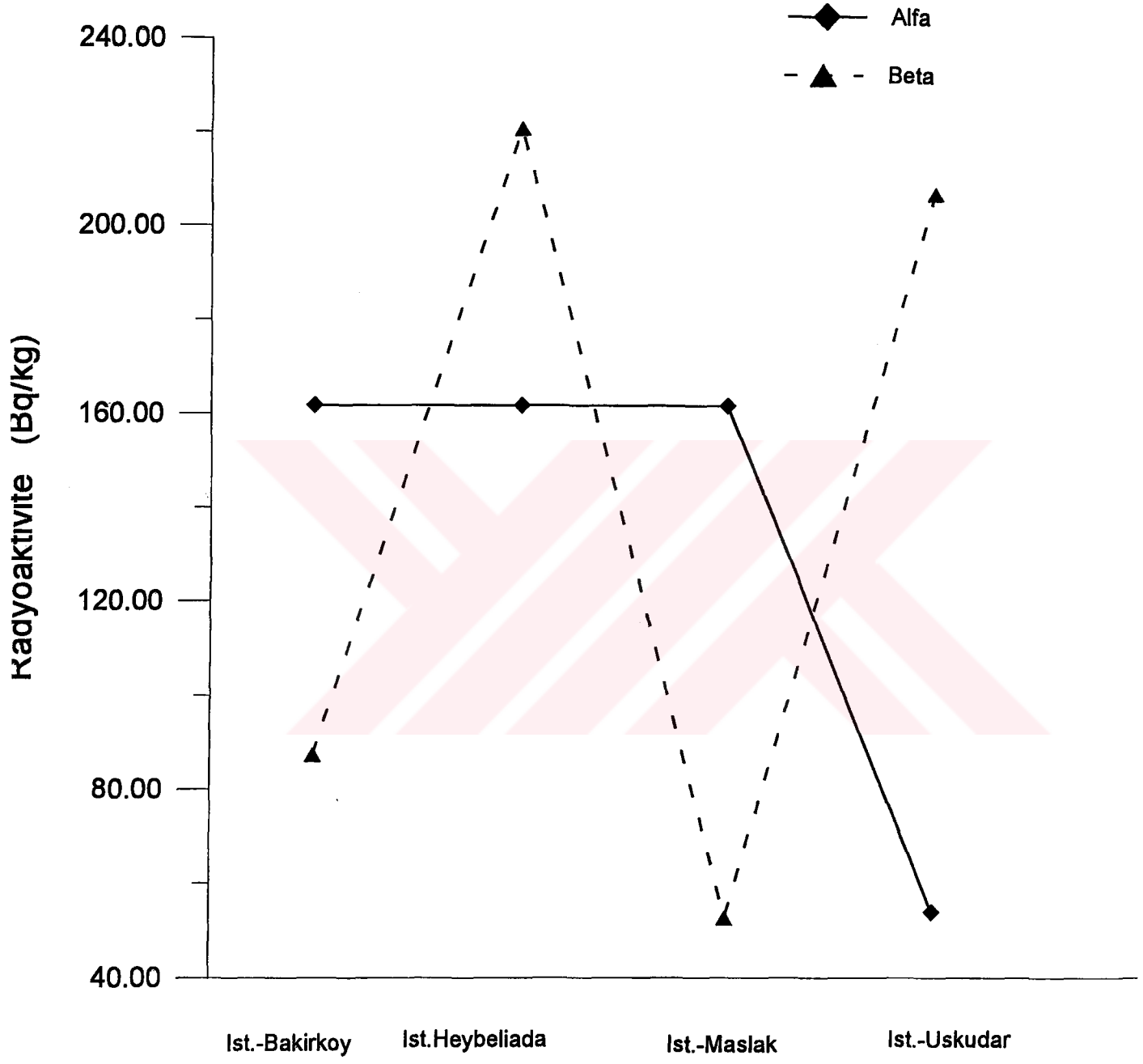
| <i>Lamium</i> (Ballıbaba)       | Beta Radyoaktivitesi     |                         |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                 | PCi/kg ( $< \pm \% 10$ ) | Bq/kg ( $< \pm \% 10$ ) |
| İstanbul-Bakırköy Ballıbabası   | 2358,34                  | 87,35                   |
| İstanbul-Heybeliada Ballıbabası | 5958,73                  | 220,69                  |
| İstanbul-Maslak Ballıbabası     | 1420,39                  | 52,61                   |
| İstanbul-Üsküdar ballıbabası    | 5592,09                  | 207,12                  |



Şekil 5.10 Çalışılan *Lamium* (Ballıbabası)'ların Alfa Radyoaktiviteleri



Şekil 5.11 Çalışılan *Lamium* (Ballıbaba)'ların Beta Radyoaktiviteleri



Şekil 5.12 Çalışılan *Lamium* (Ballıbaba)'ların Alfa ve Beta Radyoaktivitelerinin Karşılaştırılması

## 5.5. LABIATAE (NANEGİLLER) FAMILYASININ ALFA VE BETA RADYOAKTİVİTE DENEY SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

*Labiatae* (nanegiller) familyasının çalışılan dört farklı türü olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) bitkilerinin çeşitleri ile beraber incelenen 25 bitkiye ilişkin sonuçlar, Şekil 4.1'deki haritada belirtilen yöreleri ve numaralarıyla beraber Tablo 5.9'da görülmektedir.

Çalışılan *Labiatae* (nanegiller) familyasının çalışılan dört farklı türü olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) bitkilerinin alfa radyoaktivite seviyeleri toplu halde Şekil 5.13'de, beta radyoaktivite seviyeleri ise Şekil 5.14'de görülmektedir.

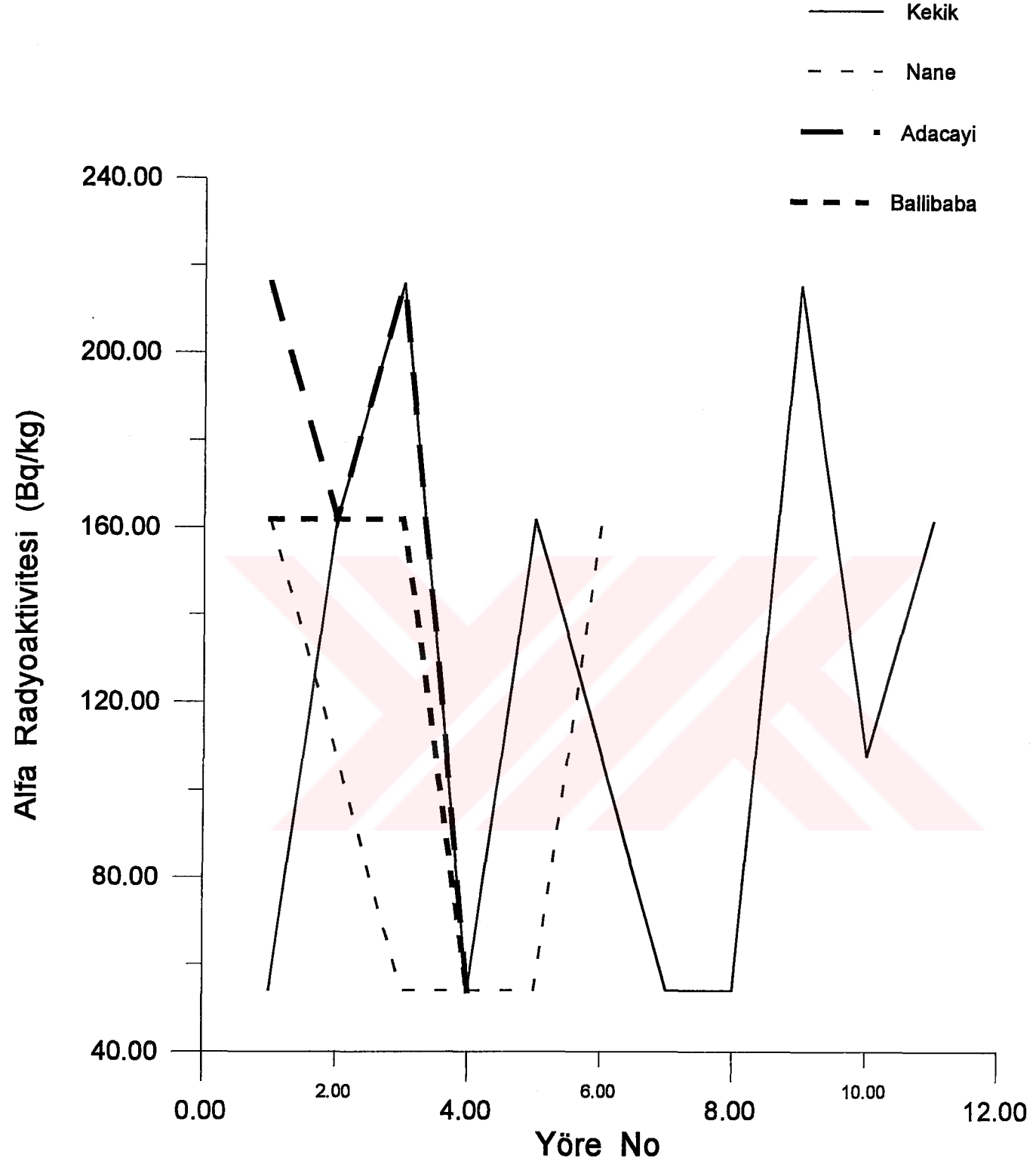
Şekil 5.15 – Şekil 5.18'de, çalışılan dört farklı tür *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) bitkileri için alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri grafiksel ikili mukayese olarak verilmiştir. Şekil 5.15 – Şekil 5.18'deki eğrilerden; alfa ve beta radyoaktivite düzleminde, çalışılan numunelerin alfa ve beta radyoaktivitesi için hangi değerlerin etkin olduğu açık olarak görülmektedir. En yüksek etkin değer *Thymus* (kekik)'lerde tesbit edilmiştir. Bir başka deyişle, çalışılan *Labiatae* (nanegiller) familyası numunelerine ilişkin radyoaktivite seviyelerinin hepsi; alfa-beta radyoaktivite düzleminde beta için 360 Bq/kg ve alfa için 215 Bq/kg değerleri arasında çizilen doğrunun altında kalan bölgede yer almaktadırlar.

Bu Yüksek Lisans tezi içinde çizilen tüm grafikler, Grapher çizim programı kullanılarak çizilmiştir (Grapher, 1992).

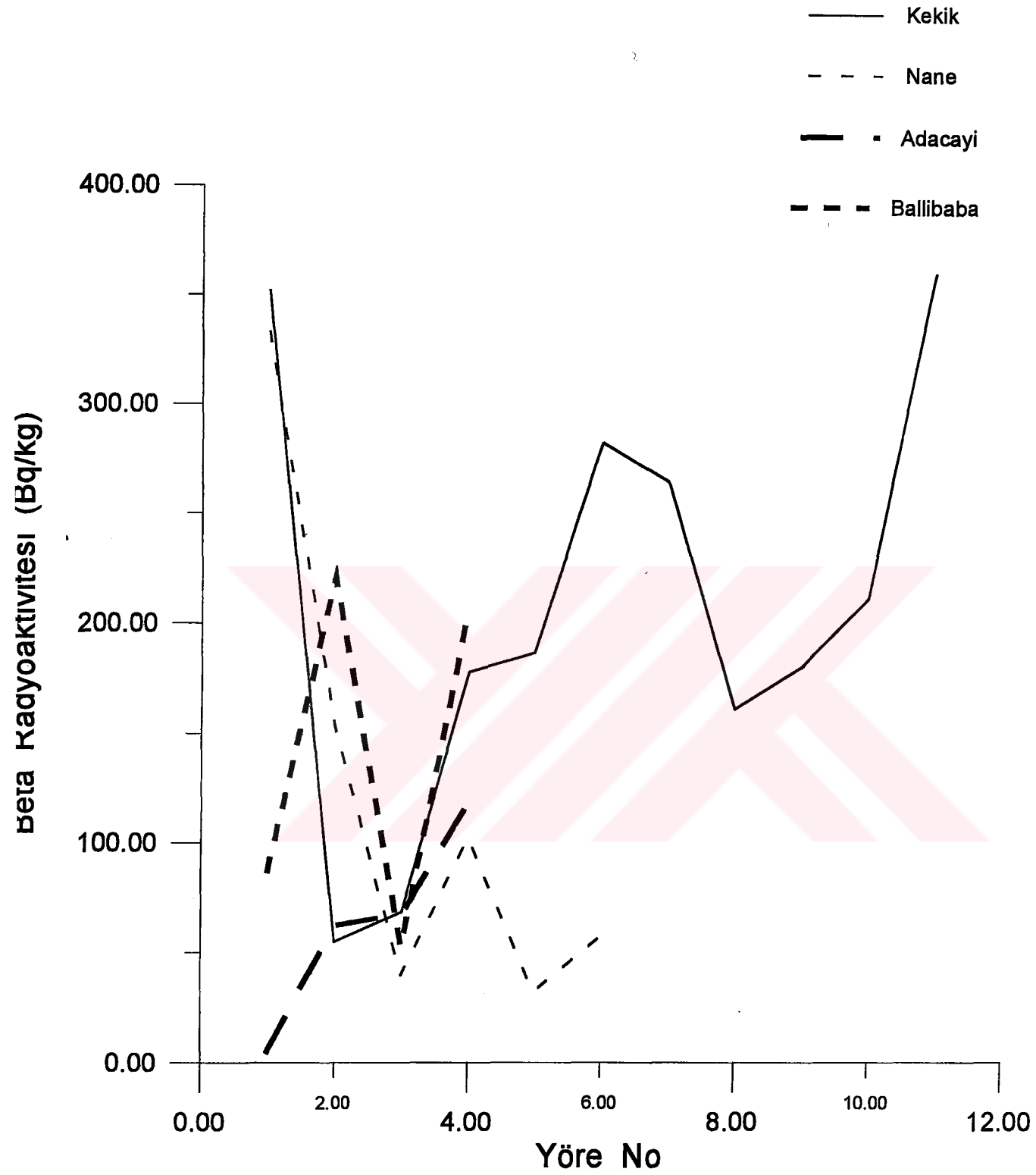
Tablo 5.9

Çalışılan *Labiatae* Familyası Bitkilerinin Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Toplu Sonuçları

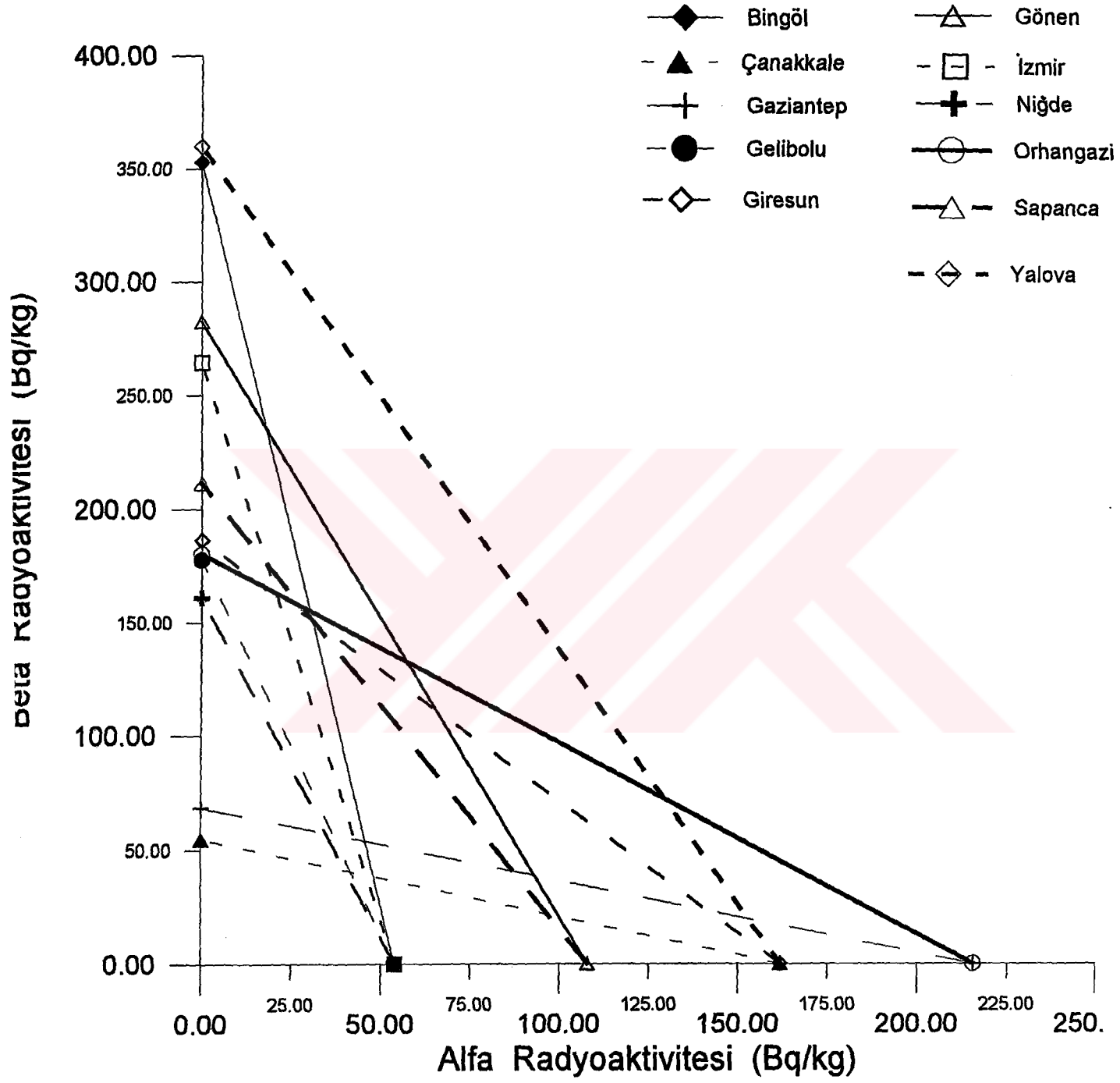
| No | <i>Labiatae</i><br>Familyası<br>Bitki Türü | Bitki                         | Alfa Radyoaktivitesi       |                           | Beta Radyoaktivitesi       |                           |
|----|--------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
|    |                                            |                               | pCi/kg<br>( $< \pm \%10$ ) | Bq/kg<br>( $< \pm \%10$ ) | pCi/kg<br>( $< \pm \%10$ ) | Bq/kg<br>( $< \pm \%10$ ) |
| 1  | <i>Thymus</i><br>(Kekik)                   | Bingöl Kekigi                 | 1456,47                    | 53,94                     | 9506,55                    | 352,09                    |
| 2  |                                            | Çanakkale Kekigi              | 4369,41                    | 161,83                    | 1476,32                    | 54,68                     |
| 3  |                                            | Gaziantep Kekigi              | 5825,87                    | 215,77                    | 1845,39                    | 68,35                     |
| 4  |                                            | Gelibolu Kekigi               | 1456,47                    | 53,94                     | 4799,88                    | 177,77                    |
| 5  |                                            | Giresun Kekigi                | 4369,41                    | 161,83                    | 5032,88                    | 186,403                   |
| 6  |                                            | Gönen Kekigi                  | 2912,94                    | 107,89                    | 7224,17                    | 282,366                   |
| 7  |                                            | İzmir Kekigi                  | 1456,47                    | 53,94                     | 7139,24                    | 264,42                    |
| 8  |                                            | Niğde Kekigi                  | 1456,47                    | 53,94                     | 4348,77                    | 161,04                    |
| 9  |                                            | Orhangazi Kekigi              | 5825,87                    | 215,77                    | 4865,12                    | 180,19                    |
| 10 |                                            | Sapanca Kekigi                | 2912,94                    | 107,89                    | 5709,52                    | 211,46                    |
| 11 |                                            | Yalova Kekigi                 | 4369,41                    | 161,83                    | 9715,32                    | 359,83                    |
| 12 | <i>Mentha</i><br>(Nane)                    | Çanakkale Nanesi              | 4369,41                    | 161,83                    | 8997,67                    | 333,25                    |
| 13 |                                            | Gaziantep Nanesi              | 2912,94                    | 107,89                    | 4138,15                    | 153,27                    |
| 14 |                                            | İstanbul-Beykoz Nanesi        | 1456,47                    | 53,94                     | 1062,50                    | 39,35                     |
| 15 |                                            | İzmir Nanesi                  | 1456,47                    | 53,94                     | 2758,76                    | 102,18                    |
| 16 |                                            | Niğde Nanesi                  | 1456,47                    | 53,94                     | 857,45                     | 31,76                     |
| 17 |                                            | Trabzon Nanesi                | 4369,41                    | 161,83                    | 1545,49                    | 57,24                     |
| 18 | <i>Salvia</i><br>(Adaçayı)                 | Anamur Adaçayı                | 5825,87                    | 215,77                    | 139,75                     | 5,18                      |
| 19 |                                            | Antalya Adaçayı               | 4369,41                    | 161,83                    | 1677,63                    | 62,13                     |
| 20 |                                            | Konya Adaçayı                 | 5825,87                    | 215,77                    | 1882,67                    | 67,31                     |
| 21 |                                            | Marmaris Adaçayı              | 1456,47                    | 53,94                     | 2278,77                    | 118,40                    |
| 22 | <i>Lamium</i><br>(Ballıbabası)             | İstanbul-Bakırköy Ballıbabası | 4369,41                    | 161,83                    | 2358,34                    | 87,35                     |
| 23 |                                            | İst.-Heybeliada Ballıbabası   | 4369,41                    | 161,83                    | 5958,73                    | 220,69                    |
| 24 |                                            | İstanbul-Maslak Ballıbabası   | 4369,41                    | 161,83                    | 1420,39                    | 52,61                     |
| 25 |                                            | İstanbul-Üsküdar Ballıbabası  | 1456,47                    | 53,94                     | 5592,09                    | 207,12                    |



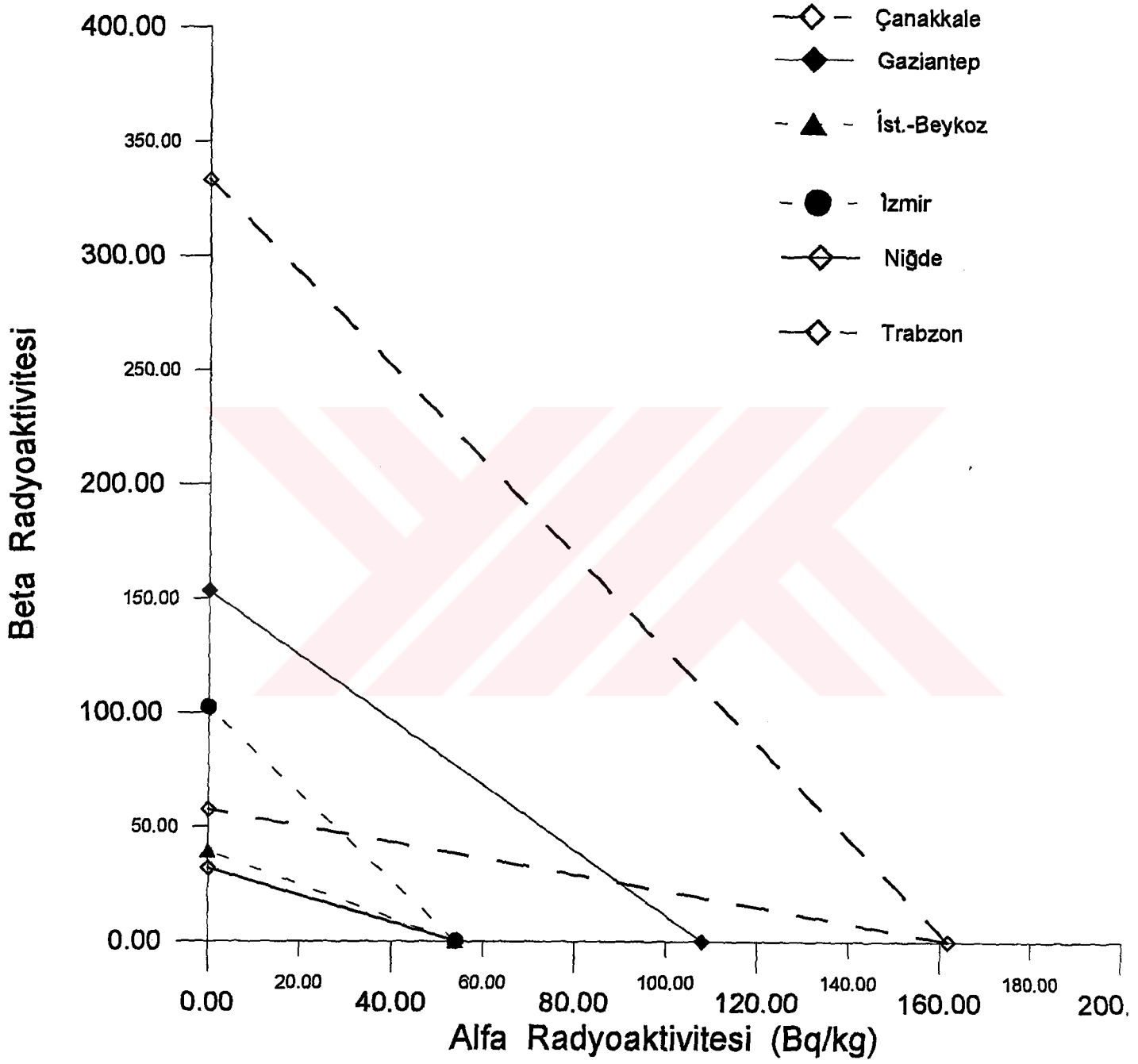
Şekil 5.13 *Labiatae* (Nanegiller) Familyası Türlerinin Alfa Radyoaktivite Seviyelerinin Karşılaştırılması



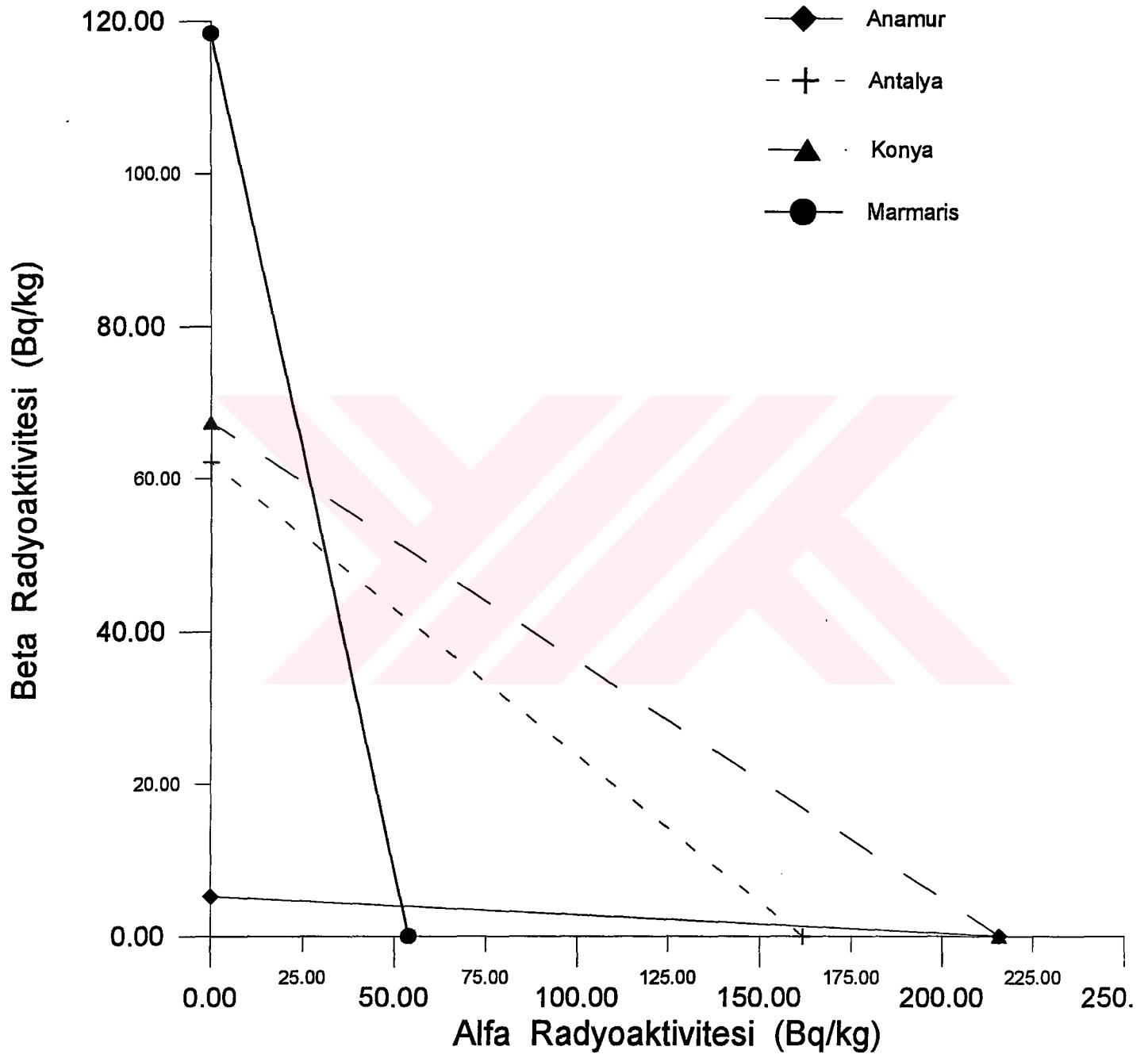
**Şekil 5.14** *Labiatae* (Nanegiller) Familyası Türlerinin Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Karşılaştırılması



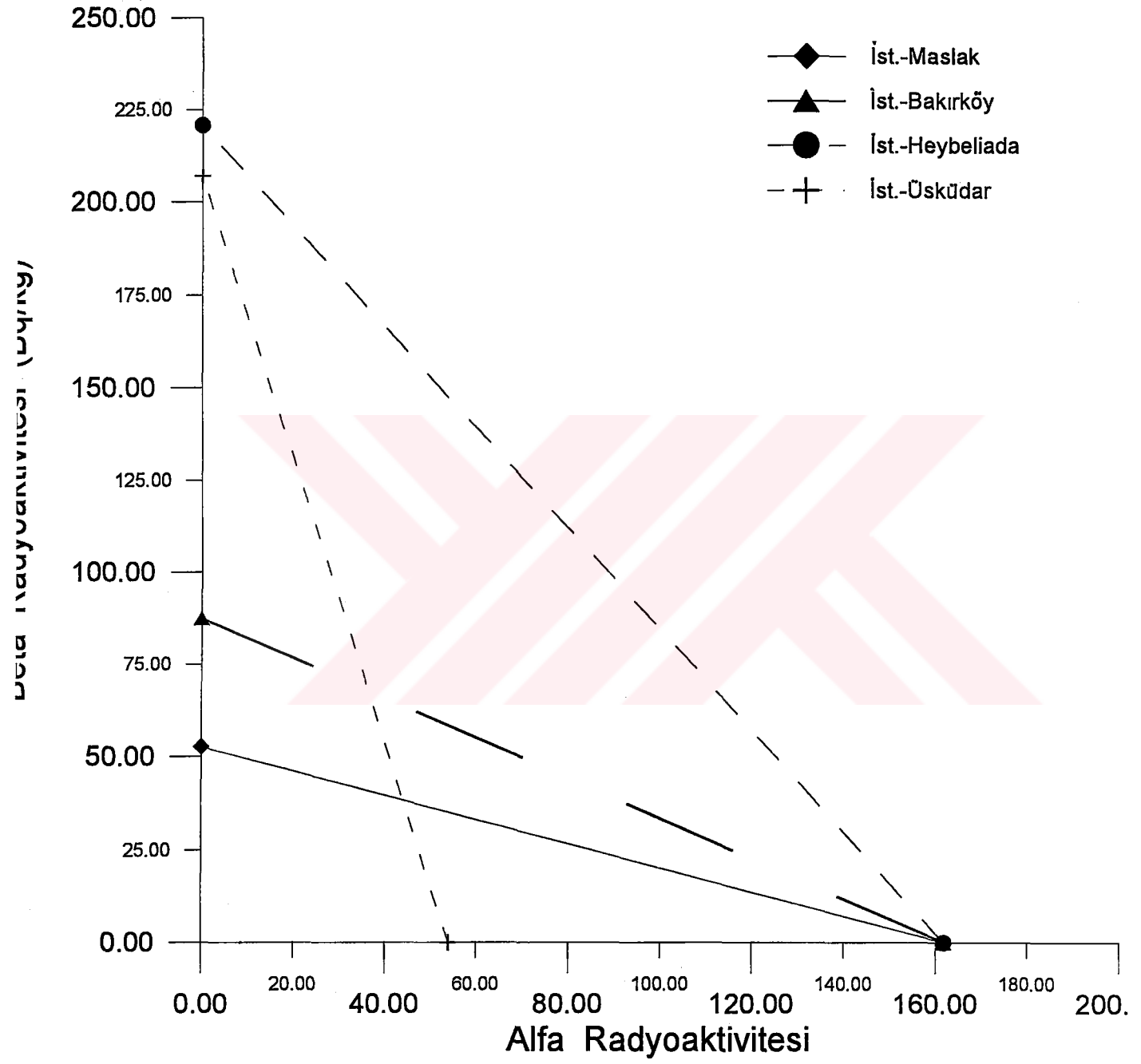
Şekil 5.15 Çalışılan *Tymus* (Kekik)'lerin Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyelerinin İkili Mukayesesi



Şekil 5.16 Çalışılan *Mentha* (Nane)'lerin Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyelerinin İkili Mukayesesi



Şekil 5.17 Çalışılan *Salvia* (Adaçay)'larının Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyelerinin İkili Mukayesesi



Şekil 5.18 Çalışılan *Lamium* (Ballıbaba)'ların Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyelerinin İkili Mukayesesi

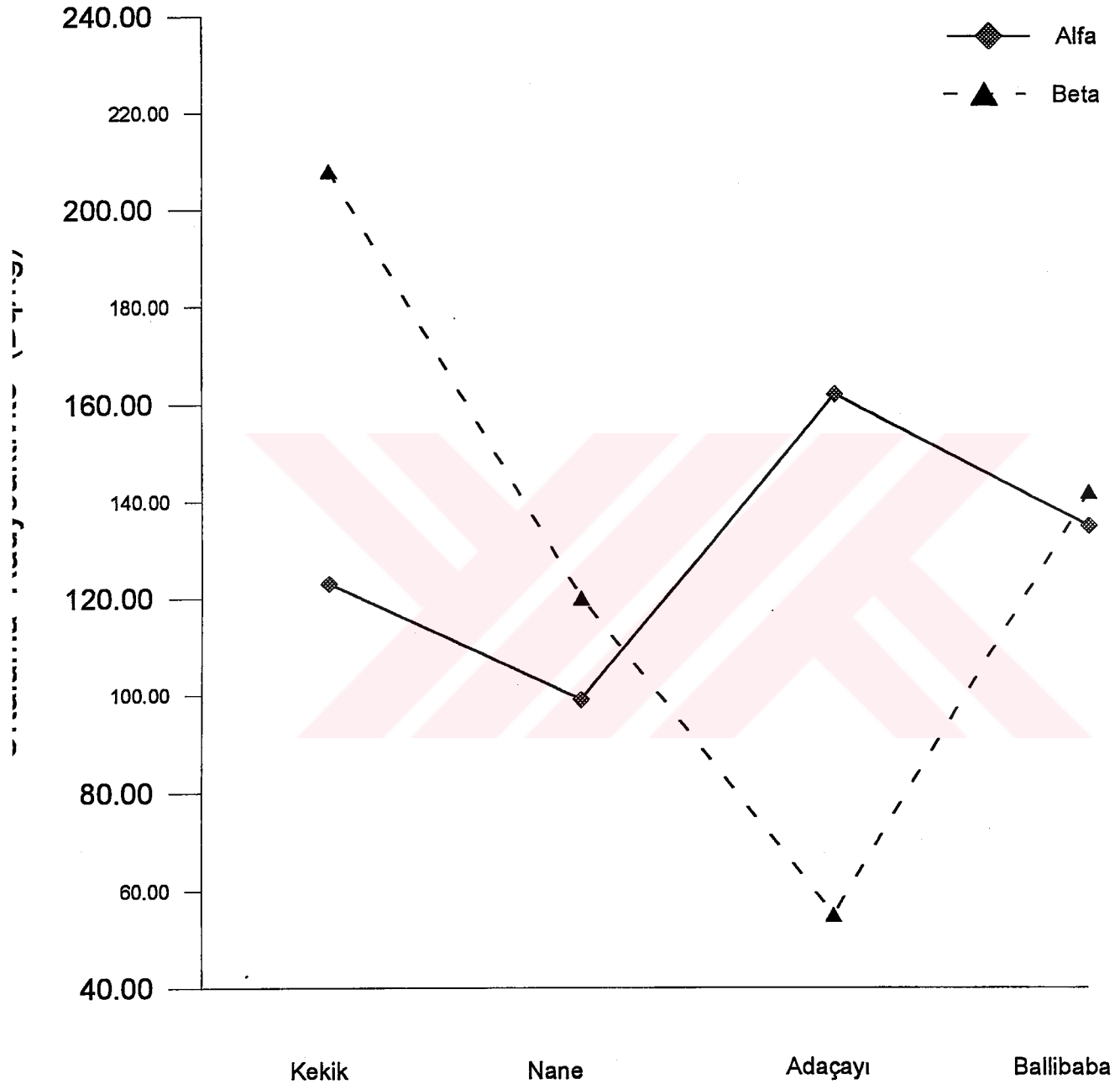
## 5.6. LABIATAE (NANEGİLLER) FAMILİYASININ ORTALAMA ALFA VE BETA RADYOAKTİVİTE DENEY SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

*Labiatae* familyasına mensup dört tür olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbaba) bitkilerinin genel olarak birbirleriyle karşılaştırılması amacıyla her bir bitki türü için ortalama alınması yoluna gidilmiştir. Bu şekilde elde edilen sonuçlar Tablo 5.10'da görülmektedir. Grafikselsel mukayese ise, Şekil 5.19'da görülmektedir

**Tablo 5.10**

Çalışılan *Labiatae* Familyası Bitki Türlerinin Ortalama Alfa ve Beta Radyoaktivite Seviyeleri

| <i>Labiatae</i><br>Familyası<br>Bitki Türü | Ortalama Alfa Radyoaktivitesi |                            | Ortalama Beta Radyoaktivitesi |                            |
|--------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                                            | pCi/kg<br>( $< \pm \% 10$ )   | Bq/kg<br>( $< \pm \% 10$ ) | pCi/kg<br>( $< \pm \% 10$ )   | Bq/kg<br>( $< \pm \% 10$ ) |
| <i>Thymus</i><br>(Kekik)                   | 3310                          | 123                        | 5606                          | 208                        |
| <i>Mentha</i><br>(Nane)                    | 2670                          | 99                         | 3227                          | 120                        |
| <i>Salvia</i><br>(Adaçayı)                 | 4370                          | 162                        | 1495                          | 55,37                      |
| <i>Lamium</i><br>(Ballıbaba)               | 3641                          | 135                        | 3832                          | 142                        |



**Şekil 5.19** Çalışılan *Labiata* (Nanegiller) Familyası Türlerinin Ortalama Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi

## 5.7. LABIATAE (NANEGİLLER) FAMILYASININ TOPLAM ALFA VE BETA RADYOAKTİVİTE DENEY SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

*Labiatae* (nanegiller) familyasının çalışılan dört farklı türü olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) bitkilerinin çeşitleri ile beraber incelenen 18 bitkiye ilişkin toplu sonuçların verildiği Tablo 5.9 ve bunun uzantısında çizilen Şekil 5.15 incelendiğinde görülmektedir ki; bazı bitkilerde alfa radyoaktivitesi düşerken beta radyoaktivitesi yükselebilmekte ve ya bunun tam tersi olabilmektedir. Bu bakımdan genel bir değerlendirme için toplam alfa-beta radyoaktivite seviyesinin incelenmesi yerinde olacaktır.

*Labiatae* (nanegiller) familyasının çalışılan dört farklı türü olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) bitkilerinin genel değerlendirilmesi amacıyla toplam alfa-beta radyoaktivite seviyelerine ilişkin olarak Tablo 5.11 düzenlenmiştir.

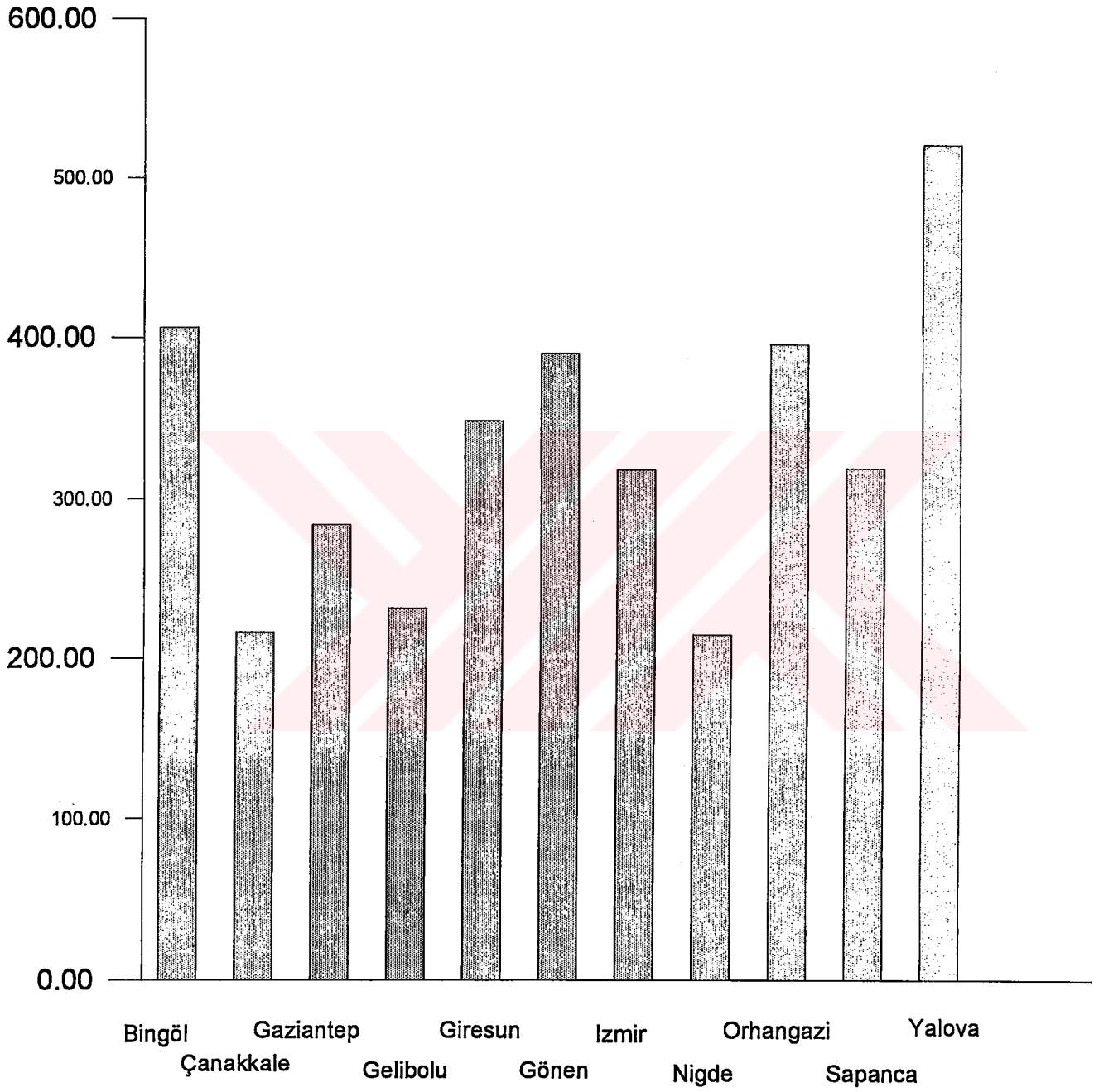
Tablo 5.11'den hareketle *Labiatae* (nanegiller) familyasının çalışılan dört farklı türü olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) bitkilerinin toplam alfa-beta radyoaktivite seviyeleri mukayeseli olarak Şekil 5.20 – Şekil 5.23'de görülmektedir. Bu şekilde toplam alfa-beta radyoaktivitesi açısından rasyonel bir karşılaştırma mümkün olabilmektedir.

*Labiatae* (nanegiller) familyasının çalışılan dört farklı türü olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) bitkilerine ait ortalama toplam alfa-beta radyoaktivite seviyeleri ise Tablo 5.12'de verilmektedir. *Labiatae* (nanegiller) familyasına dahil dört farklı türün çalışılanlarına ilişkin ortalama alfa-beta radyoaktivite seviyelerinin mukayese grafiği ise Şekil 5.24'de görülmektedir.

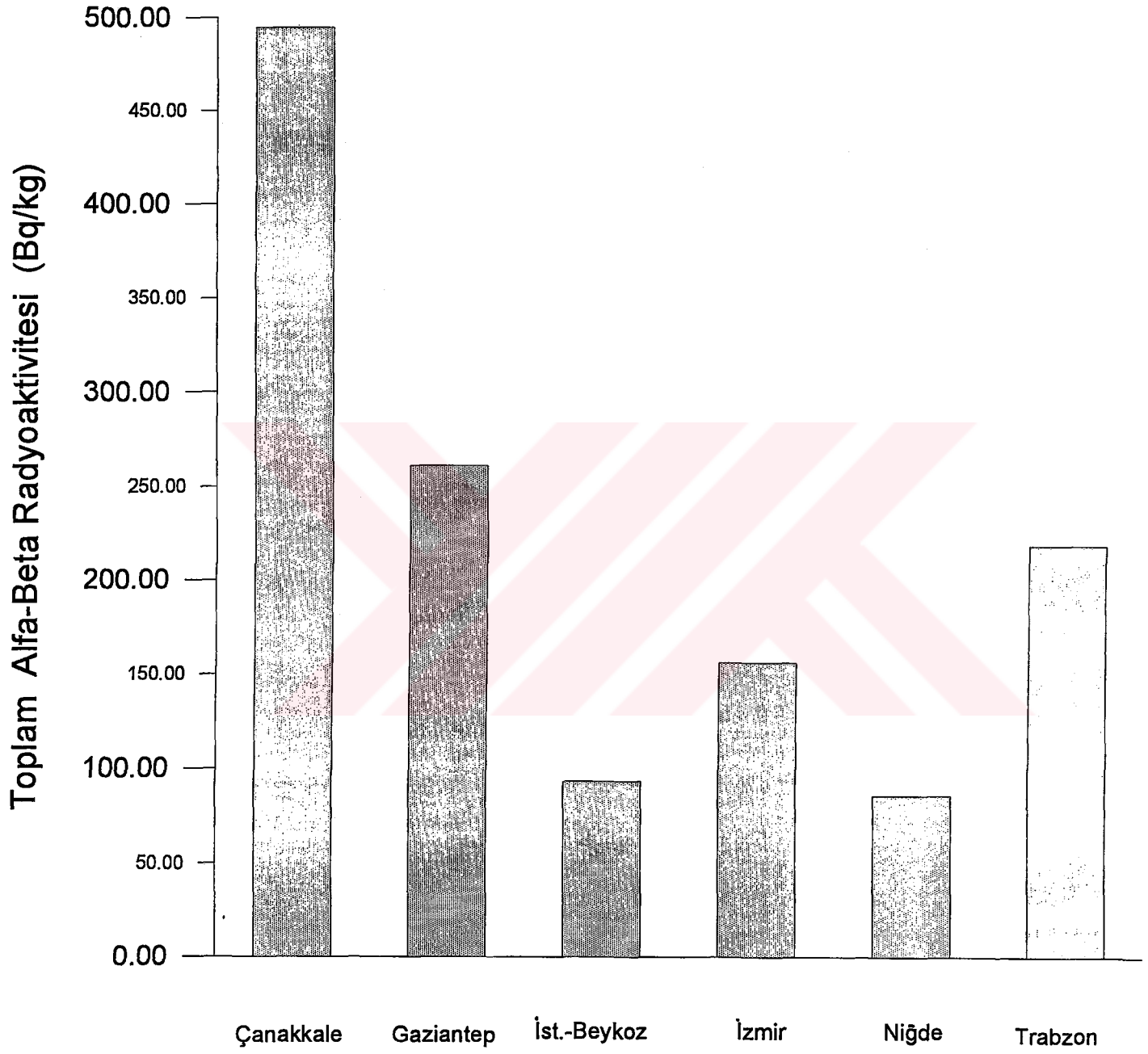
Tablo 5.11

Çalışılan *Labiatae* Familyası Bitkilerinin Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin  
Toplu Sonuçları

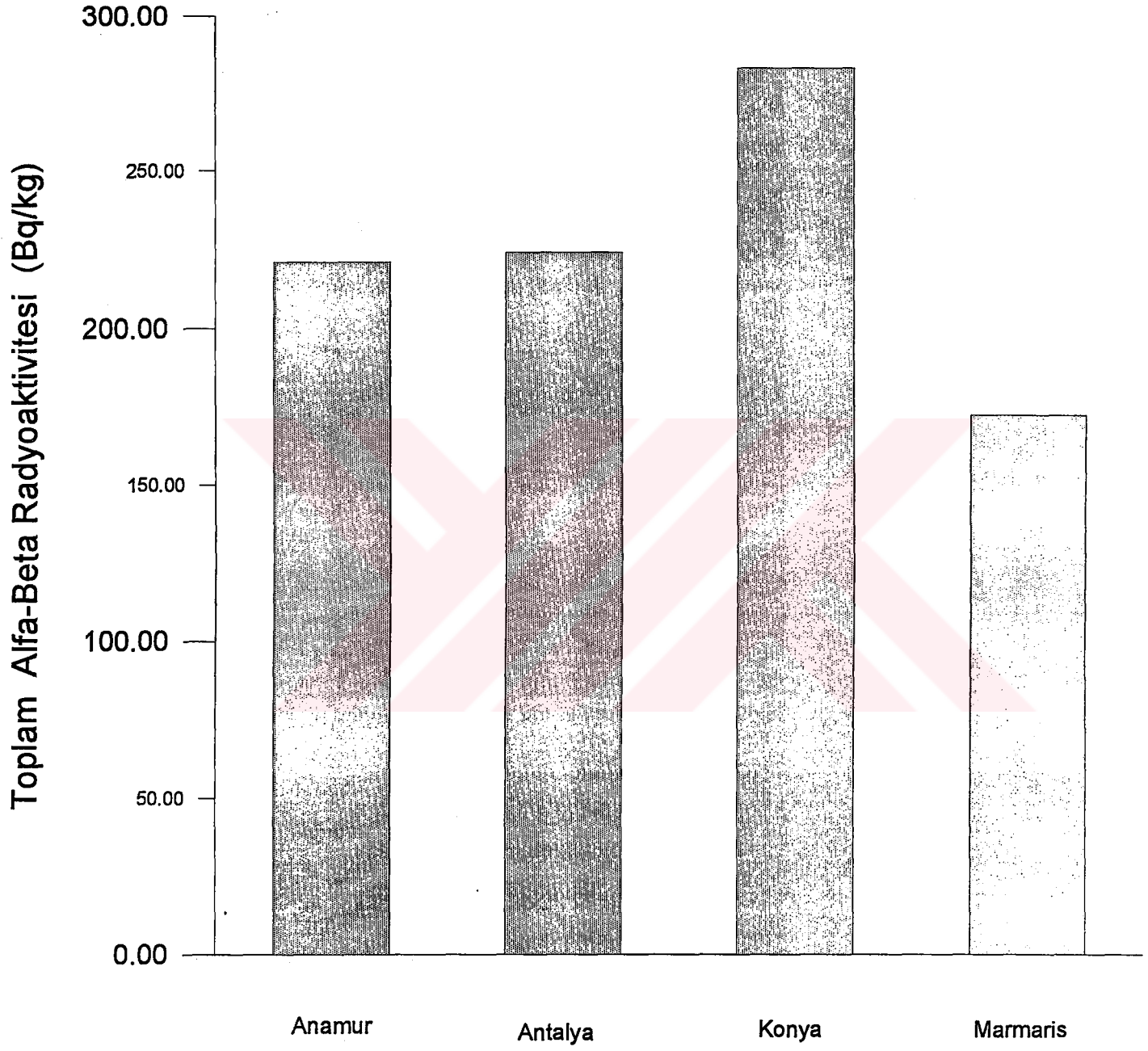
| No | <i>Labiatae</i><br>Familyası<br>Bitki Türü | Bitki                           | Toplam Alfa-Beta Radyoaktivitesi |                            |
|----|--------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
|    |                                            |                                 | pCi/kg<br>( $< \pm \% 10$ )      | Bq/kg<br>( $< \pm \% 10$ ) |
| 1  | <i>Thymus</i><br>(Kekik)                   | Bingöl Kekigi                   | 10963,02                         | 406,04                     |
| 2  |                                            | Çanakkale Kekigi                | 5845,73                          | 216,51                     |
| 3  |                                            | Gaziantep Kekigi                | 7671,26                          | 284,12                     |
| 4  |                                            | Gelibolu Kekigi                 | 6256,35                          | 231,71                     |
| 5  |                                            | Giresun Kekigi                  | 9402,29                          | 348,23                     |
| 6  |                                            | Gönen Kekigi                    | 10137,11                         | 390,25                     |
| 7  |                                            | İzmir Kekigi                    | 8595,71                          | 318,36                     |
| 8  |                                            | Niğde Kekigi                    | 5805,24                          | 215,00                     |
| 9  |                                            | Orhangazi Kekigi                | 10690,99                         | 395,96                     |
| 10 |                                            | Sapanca Kekigi                  | 8622,46                          | 319,35                     |
| 11 |                                            | Yalova Kekigi                   | 14084,73                         | 521,66                     |
| 12 | <i>Mentha</i><br>(Nane)                    | Çanakkale Nanesi                | 13367,08                         | 495,08                     |
| 13 |                                            | Gaziantep Nanesi                | 7051,09                          | 261,16                     |
| 14 |                                            | İstanbul-Beykoz Nanesi          | 2518,97                          | 93,29                      |
| 15 |                                            | İzmir Nanesi                    | 4215,23                          | 156,12                     |
| 16 |                                            | Niğde Nanesi                    | 2313,92                          | 85,70                      |
| 17 |                                            | Trabzon Nanesi                  | 5914,90                          | 219,07                     |
| 18 | <i>Salvia</i><br>(Adaçayı)                 | Anamur Adaçayı                  | 5965,62                          | 220,95                     |
| 19 |                                            | Antalya Adaçayı                 | 6047,04                          | 223,96                     |
| 20 |                                            | Konya Adaçayı                   | 7708,54                          | 283,08                     |
| 21 |                                            | Marmaris Adaçayı                | 3735,24                          | 172,34                     |
| 22 | <i>Lamium</i><br>(Ballıbabası)             | İstanbul-Bakırköy Ballıbabası   | 6727,75                          | 249,18                     |
| 23 |                                            | İstanbul-Heybeliada Ballıbabası | 10328,14                         | 382,52                     |
| 24 |                                            | İstanbul-Maslak Ballıbabası     | 5789,80                          | 214,44                     |
| 25 |                                            | İstanbul-Üsküdar Ballıbabası    | 7048,56                          | 261,06                     |



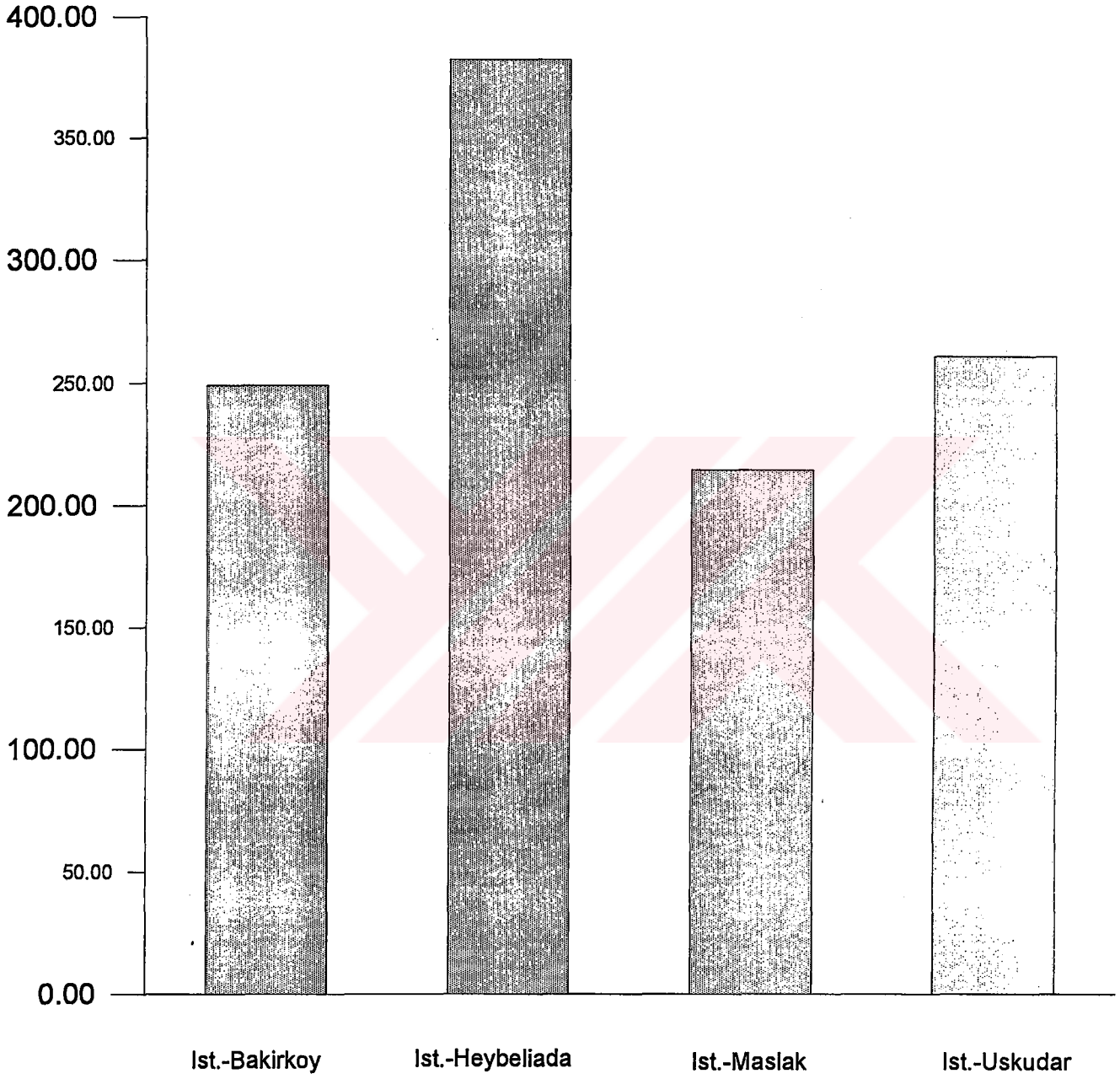
**Şekil 5.20** Çalışılan *Thymus* (Kekik)'lerin Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi



Şekil 5.21 Çalışılan *Mentha* (Nane)'lerin Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi



Şekil 5.22 Çalışılan *Salvia* (Adaçay)'larının Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi

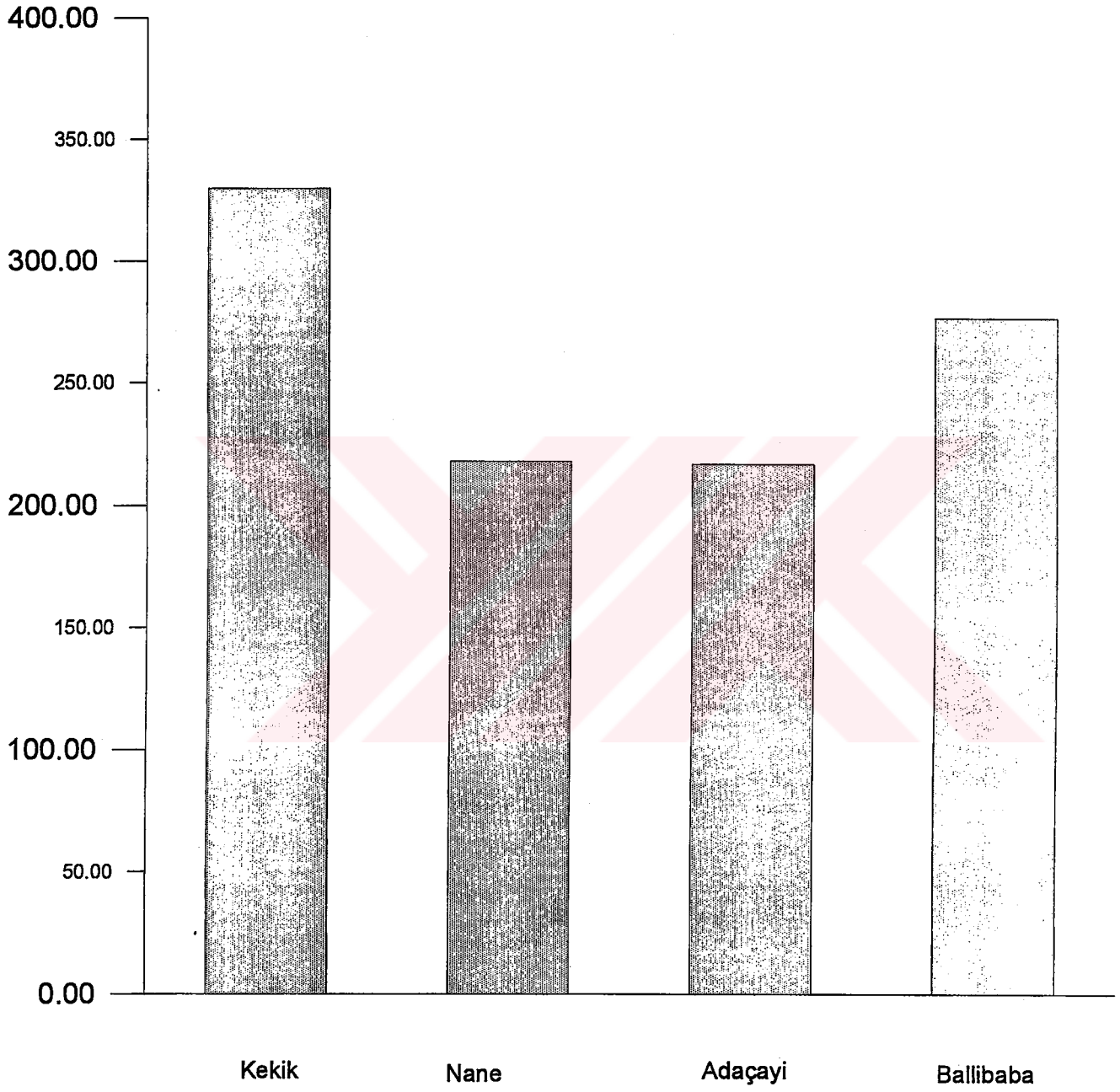


**Şekil 5.23** Çalışılan *Lamium* (Balımbaba)'ların Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi

**Tablo 5.12**

Çalışılan *Labiatae* Familyası Bitki Türlerinin Ortalama Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyeleri

| <i>Labiatae</i><br>Familyası<br>Bitki Türü | Ortalama Toplam Alfa-Beta Radyoaktivitesi |                         |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|
|                                            | pCi/kg<br>( $\pm 10\%$ )                  | Bq/kg<br>( $\pm 10\%$ ) |
| <i>Thymus</i><br>(Kekik)                   | 8916                                      | 330                     |
| <i>Mentha</i><br>(Nane)                    | 5896                                      | 218                     |
| <i>Salvia</i><br>(Adaçayı)                 | 5864                                      | 217                     |
| <i>Lamium</i><br>(Ballıbaba)               | 7474                                      | 277                     |



**Şekil 5.24** Çalışılan *Labiata* (Nanegiller) Familyası Türlerinin Ortalama Toplam Alfa-Beta Radyoaktivite Seviyelerinin Mukayesesi

## BÖLÜM 6

### SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu Yüksek Lisans tez çalışmasında Chernobyl nükleer kazasından sonra radyasyon tesbit edildiği bildirilen kekik ve adaçayı bitkilerinin mensup olduğu *Labiatae* familyasına ait bitkilerin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri üzerinde çalışılmıştır. Bir başka deyişle, bitkiler alemi içinde yer alan *Lamiales* takımı içinde yer alan *Labiatae* familyası elemanı türlerle deneysel olarak çalışılmıştır.

*Labiatae* (nanegiller) familyası içinde dört tür bulunmaktadır. Bunlar *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası)'dır. Bu Yüksek Lisans Tez çalışması içinde bu dört tür ile de çalışılmıştır.

*Labiatae* (nanegiller) familyası içinde yer alan dört tür bitkinin ülkemizin farklı yörelerinde yetişenlerine ulaşılmaya çalışılmış ve menşei kesin olarak bilinen “çok sayıda” bitki ile deneysel çalışmalar yapılmıştır. Çalışılan numunelerin temin edildiği yerler, Şekil 4.1'deki harita üzerinde, Tablo 4.1'deki numaralama sistemi ile işaretlenmiştir. Şekil 4.1'deki haritadan da hemen fark edileceği üzere, Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesinden numune ile çalışılmıştır.

*Labiatae* (nanegiller) familyasına mensup *Thymus* (kekik)'den 11 adet, *Mentha* (nane)'den 6 adet, *Salvia* (adaçayı)'ndan 4 adet ve *Lamium* (ballıbabası)'dan 4 adet numune ile çalışılmış ve her birinin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Böylelikle, toplam 25 numune ile çalışılarak deneyler yapılmıştır.

Numunelerin alfa ve beta radyoaktivite seviyelerinin tayini için doğada asal alfa ve beta aktif elemanlara göre kalibrasyonlar yapılarak radyoaktivite seviyeleri belirlenmiştir. Gama radyoaktivitesi için böylesi bir asal gama aktif eleman belirlenmesi sorunlu olduğundan genellikle gıda elemanlarında alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri tayini yoluna gidilmektedir.

Alfa radyoaktivitesi için uranyum ve beta radyoaktivitesi için potasyum kalibrasyon eğrilerinden yararlanılarak her numune için alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri belirlenmiştir. Bir başka deyişle, çalışılan 25 numunenin alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri, her biri için uygun sayım sistemi kullanılarak ve uygun kalibrasyon eğrileri kullanılarak tayin edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki; alfa ve beta radyoaktivite seviyeleri için ayrı ayrı 360 Bq/kg (9.720 pCi/kg)'ın altındadır. Toplam alfa ve beta radyoaktivite seviyesi olarak ise, 525 Bq/kg (14.175 pCi/kg)'ın altında değerler bulunmuştur.

Bu değerler, “uygun” olarak nitelenebilecek değerlerdir. Bir başka deyişle, gıda olarak kullanılabilecek elemanlar için düşünülebilecek değerlerdir. Her ne kadar *Labiatae* familyası ve türleri için geliştirilmiş bir standart yoksa da yine de bu değerler, uygun olarak nitelenebilir kanaati edinilmiştir.

Bilindiği üzere, **Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği (1991)**, ithalatta (gıda dışı) elemanların radyoaktivite seviyelerinin 500 kBq/kg'ın (14 µCi/kg) altında olması halinde muafiyet tanımaktadır. Dünya Sağlık Teşkilatı gıda maddelerinde müsaade edilir aktivite olarak 2000 Bq/kg'ı benimsediği, AET ülkelerinin ise, gıdalar için 600 Bq/kg sınırını benimsediği belirtilmiştir (Yülek, 1990).

Bu durumda, çalışılan *Labiatae* (nanegiller) familyası içinde yer alan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbabası) türlerinin ulaşılan Türkiye örneklerinin alfa ve beta radyoaktivite değerleri, uygundur. *Labiatae* (nanegiller) familyası elemanlarının baharat tarzında, nispeten az olarak tüketildiği de göz önüne alınırsa, bulunan radyoaktivite değerleri “düşük” olarak nitelenebilir.

Buna karşın, ülkemizin farklı yörelerinden özel olarak toplanan veya getirtilen *Labiatae* familyasına mensup bitkilerin arasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Bir başka deyişle, numuneler arasındaki alfa ve beta radyoaktivite seviyelerinde, yörelerin özelliklerinin etkin olduğu kanaati edinilmiştir.

Çalışılan numuneler içinde alfa veya beta radyoaktivite seviyeleri 200 Bq/kg'ın üzerinde olanlar ayrıca yorumlanmaya çalışılmıştır. Buna göre; çalışılan numunelerde en yüksek alfa radyoaktivite seviyeleri (Tablo 5.9); Gaziantep kekiği, Orhangazi kekiği, Anamur adaçayı ve Konya adaçayında tesbit edilmiştir. Söz konusu bu alfa aktivitelerinin; Chernobyl nükleer reaktör kazasından sonra radyoaktivite tesbit edildiği belirtilen iki *Labiatae* familyası üyesi olan *Thymus* (kekik) ve *Salvia* (adaçayı)'nda olması dikkat çekicidir.

Çalışılan numuneler için, beta radyoaktivite seviyelerinde; alfa radyoaktivite seviyelerinden daha yüksek değerlere rastlanabilmiştir (Tablo 5.9). 300 Bq/kg'ın üzerinde beta radyoaktivitesi olan numuneler sırasıyla, Yalova kekiği, Bingöl kekiği, Çanakkale nanesidir. 200 Bq/kg'ın üzerinde beta radyoaktivitesi görülen numuneler ise, sırasıyla, Gönen kekiği, İzmir kekiği İstanbul-Heybeliada ballıbabası, Sapanca kekiği, İstanbul-Üsküdar ballıbabasıdır. Kekikler yine baskın görünmektedir.

Deney sonuçları, toplam alfa-beta radyoaktivitesi açısından yorumlanmak istenirse (Tablo 5.11), 300 Bq/kg'ın üzerinde olan numuneler olarak; sırasıyla, Yalova kekiği, Çanakkale nanesi, Bingöl kekiği, Orhangazi kekiği, Gönen kekiği, İstanbul-Heybeliada ballıbabası, Giresun kekiği, Sapanca kekiği ve İzmir kekiği sayılabilir.

Bütün bu değerler, hayli ilginç bir çağrışıma ilham vermektedir. Farklı yörelerden toplanan *Labiatae* familyasının farklı türlerinin farklı numunelerinin nispeten yüksek alfa-beta radyoaktivite seviyeleri gösterdiği yerler; adeta Anadolu'nun termal özelliklere sahip olan aktif bölgeleri gibi görünmektedir. Bu durum "hayli" ilginçtir.

*Labiatae* familyası türlerinin ortalama radyoaktivite seviyesi değerlendirmesi açısından (Tablo 5.10), en yüksek aktivite *Thymus* (kekik)'lerde ve beta aktivitesinde olup, 200 Bq/kg'ın üzerindedir. Ortalama alfa radyoaktivitesi açısından bakıldığında ise *Salvia* (adaçayı)'larında nispeten yüksek radyoaktivite görülmektedir. Bu durum, Yülek (1990) tarafından TAEK bilgilerinden hareketle verilen bilgilere paralellik göstermektedir.

*Labiatae* familyası türlerinin ortalama toplam alfa-beta radyoaktivitesine bakıldığında ise (Tablo 5.12) yine en yüksek değerin *Thymus* (kekik)'lerde olduğu görülmektedir ki; 330 Bq/kg'dır. Buna karşın, *Labiatae* familyası türlerinin hepsinin 200 Bq/kg'ın üzerinde ortalama toplam alfa-beta radyoaktivite seviyelerine sahip olduğu görülmektedir.

Böylelikle, Türkiye'nin farklı bölgelerinden *Labiatae* familyasına mensup dört tür olan *Thymus* (kekik), *Mentha* (nane), *Salvia* (adaçayı) ve *Lamium* (ballıbaba) türlerinin farklı yörelerden toplanan 25 farklı numune ile yapılan bu Yüksek Lisans Tez çalışması ile ulaşılan sonuçlar, farklı yönlerden ilginçtir. *Thymus* (kekik)'lerin, *Labiatae* (nanegiller) familyası içinde nispeten yüksek toplam alfa-beta radyoaktivite seviyesine sahip olması ise, (Yülek, (1990) tarafından TAEK bilgilerinden hareketle verilen bilgiler çerçevesinde) beklenti doğrultusundadır.

## KAYNAKLAR

- Alkan, H.**, 1989, *İstanbul İçme Suyu Kaynaklarının Kirlilik Analizleri Radyoaktivite ve Ağır Metal Kirliliği*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Alpen, E.L.**, 1998, *Radiation Biophysics*, 2<sup>nd</sup> Edition, Academic Press, San Diego.
- Baytop, T.**, 1984, *Türkiyede Bitkiler İle Tedavi*, İ.Ü. Yayınları No. 3255, Eczacılık Fakültesi, No. 40, İstanbul.
- Bevelacqua, J.J.**, 1999, *Basic Health Physics*, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Demirhan, A.**, 1975, *Mısır Çarşısı Drogları*, İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi Tıp Tarihi ve Deontoloji Kürsüsü Doktora Tezi, Sermet Matbaası, No.7, İstanbul.
- Eisenbud, M.**, 1987, *Environmental Radioactivity*, 3<sup>rd</sup> Edition, Academic Press, San Diego
- Er,Z.**, 1995, *Çeşitli Madensuyu ve Sodaların Radyoaktivite Seviyelerinin Tayini*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Er,Z., Tuğrul,B.**, 1995, *Çeşitli Madensuyu ve Sodaların Radyoaktivite Seviyelerinin Tayini, V. Ulusal Medikal Fizik Kongresi Bildiri Kitabı*, İstanbul.
- Foster, A.R., Wright,R.L.Jr.**, 1977, *Basic Nuclear Engineering*, 3<sup>rd</sup> Edition, Allyn and Bacon Inc., Boston.
- Földiák, G.**, 1986, *Industrial Application of Radioisotopes*, Elsevier, Amsterdam.
- Grapher**, 1992 *Grapher<sup>TM</sup> FOR Windows – Users' Manual*, Golden Software, Inc., Colorado.
- Güngör,N.**, 1999, *Cs-134 ve Am-241 Biyokinetiğinin Üç Farklı Organizma İçin İncelenmesi ve Kesikli Zaman Modeli ile Yeni Bir Değerlendirme*, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Hallenbeck, W. H.**, 1994, *Radiation Protection*, Lewis Publishers, Boca Raton.
- [http://www.mobot.org/MOBOT/research/library/kohler/1763\\_038.jpg](http://www.mobot.org/MOBOT/research/library/kohler/1763_038.jpg), 1999.
- <http://www.csd1.tamu.cdu/FLORA/mi01/mi01037>, 1999.

- IAEA**, 1995, *Direct Methods For Measuring Radionuclides in The Human Body*, Safety Series No. 114, Vienna,
- IAEA**, 1997, *Absorbed Dose Determination in Photon and Electron Beams*, Technical Reports Series, 2<sup>nd</sup> Ed., No. 277, Vienna,
- Kathren, R.L.**, 1998, NORM Sources and Their Origins, *Applied radiation and Isotopes*, Vol.49, No.3, pp. 143-168.
- L'Annunziata, M.F.**, 1998, *Handbook of Radioactivity Analysis*, Academic Press, San Diego.
- Meydan Larousse**, 1992, *Büyük Lügat ve Ansiklopedi*, Cilt 1-2, İstanbul.
- Monteith and Unsworth**, 1990, *Principles of Environmental Physics*, 2<sup>nd</sup> Edition, Edward Arnold, London.
- Onat, B.**, 1996, *R. Venosa'da Cs-134 ve Zn-65 İle N. Intricata'da Ag-110m Biyokinetiğinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Onat, B., Tuğrul, B., Topçuoğlu, S.**, 1999, The Excretion of Ag-110m By A Gastropoda Species (*Natica Intricata*), *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol. 240, No. 2, pp. 677-679.
- Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği**, 1991, Başbakanlık Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 06.09.1991 Tarih ve 20983 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Shapiro, J.**, 1990, *Radiation Protection*, Harvard University Press, Cambridge.
- Theodorsson**, 1996, *Measurement of Weak Radioactivity*, World Scientific, Singapore.
- Tosun, F.**, 1973, *Özel Botanik Bitki Sistematiği*, Atatürk Üniversitesi Yayınları No. 241, Ziraat Fakültesi Yayınları No.122, Ders Kitapları Serisi No. 17, Erzurum.
- Tuncer, S.** 1991, *Çeşitli İçme Sularında Radyoaktivite Seviyelerinin Tayini*, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Tuncer, S., Tuğrul, B.**, 1991, Marmara Bölgesi İçme Sularında Radyoaktivite Seviyeleri Tayini, *III. Ulusal Medikal Fizik Kongresi Bildiri Kitabı*, s: 267-272, Ankara.
- Yülek, G.**, 1990, *Türkiye atom Enerjisi Kurumunun Radyasyon ve Nükleer Güvenlik Faaliyetlerinin Dünü, Bugünü ve Yarını*, Erzurum.

## ÖZGEÇMİŞ

1969 Yılında Adapazarı'nda doğdu. Lise öğrenimini Üsküdar Kız Lisesi'nde tamamladıktan sonra 1987 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'ne girdi ve 1992 yılında Fizikçi olarak mezun oldu. 1992 yılında İ.T.Ü. Nükleer Enerji Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı..

1991'de Viyana Teknik Üniversitesi'nde "Uluslararası Fizik Öğrenci Kongresi"ne katıldı. 1990 yılında da İzmir'de "Fizik Kongresi"ne katıldı. 1993 yılından beri öğretmenlik yapmaktadır. Evli ve ingilizce bilmektedir.

