

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

WDXRF METODU İLE ORGANİK ve GELENEKSEL TARIM  
ÜRÜNLERİNİN ELEMENTER İÇERİKLERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI ve PARÇACIK BÜYÜKLÜĞÜNÜN  
ÖLÇÜM SONUÇLARINA ETKİSİ

Uğur AKBABA

FİZİK ANABİLİM DALI

ERZURUM  
2009  
Her Hakkı Saklıdır

Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN danışmanlığında, Uğur AKBABA tarafından hazırlanan bu çalışma 27/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Fizik Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ali İhsan KASPA

İmza :

Üye : Prof. Dr. Lütfi DEMİR

İmza :

Üye : Doç. Dr. Yasir DEMİR

İmza :

Üye : Prof. Dr. Salih Zeki FERİNEOĞULLI

İmza :

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

(imza)

**Prof. Dr. Ömer AKBULUT**  
**Enstitü Müdürü**

**ÖZET**

Doktora Tezi

**WDXRF METODU İLE ORGANİK ve GELENEKSEL TARIM ÜRÜNLERİNİN  
ELEMENTER İÇERİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI ve PARÇACIK  
BÜYÜKLÜĞÜNÜN ÖLÇÜM SONUÇLARINA ETKİSİ**

Uğur AKBABA

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Fizik Anabilim Dalı

Danışmanı: Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN

Bu çalışmada organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş ürünlerle, geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş olan ürünler elementer içerik açısından WDXRF metodu ile incelenerek karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma; var olan elementlerin ağırlık konsantrasyonları, pik şiddetleri ve dedeksiyon limitleri açısından yapılmıştır. Tarım rejiminin bu parametreleri ne kadar etkilediği incelenmiştir. Ayrıca domatesin değişik parçacık büyüklüğüne sahip numuneler de incelenerek parçacık büyüklüğünün bu parametreler üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Araştırma kapsamında domates, çay, incir, patlıcan, fındık numuneleri içerik olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlardan, organik tarım rejiminin, ürünlerdeki kuru madde miktarını artırdığı saptanmıştır. İnsan sağlığı için yararlı elementlerin konsantrasyon olarak organik tarım ürünlerinde daha yüksek olduğu ve bu yüksekliğin bazı elementler için istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu elementlerin pik şiddet değerlerinde konsantrasyonla aynı paralelde değiştiği gözlemlenmiştir. Elementlerin dedeksiyon limitlerinin tarım rejimine bağlı olmadığı görülmüştür. Domates numunelerinde parçacık büyüklüğünün dedeksiyon limitlerini etkilediği ve parçacık büyüklüğüyle dedeksiyon limitinin arttığı gözlemlenmiştir.

**2009, 154 Sayfa****Anahtar Kelimeler:** Organik tarım, Geleneksel tarım, WDXRF, Yüzde konsantrasyon, Pik şiddeti, Dedeksiyon limiti.

**ABSTRACT**

Ph. D. Thesis

**THE COMPARISON ELEMENTARY CONTENTS OF SOME ORGANIC AND  
TRADITIONAL AGRICULTURAL PRODUCTS BY WDXRF METHOD;  
EFFECT OF PARTICLE SIZE ON THE RESULTS**

**Uğur AKBABA**

Atatürk University

Faculty of Arts and Sciences

Department of Physics

Supervisor: Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN

In this study, the organic and traditional agricultural products were compared by WDXRF method in terms of their elemental contents. Weight concentrations, peak intensity and detection limits of elements were determined for each of both products and the results were compared. The impact of the agricultural regime on these parameters was investigated. Tomato, tea, figs, eggplant, hazelnuts were investigated in content. It was determined that the organic farming regime increased the amount of dry matter as expected. The results showed that the elements useful for human health have higher concentrations in organic agricultural products and especially the result is statistically significant for some elements such as Fe, K, Ca, Mg, Mn compared to the conventional agricultural products. Implementation of the agricultural regime did not affect detection limits of the elements. In addition, tomato samples with different particle sizes were examined and the effect of particle size was also determined and it is concluded that detection limits are also depend on the particle size: The detection limits are increased with the increasing particle size.

**2009, 154 Pages**

**Keyword:** Organic agriculture, Conventional agriculture, WDXRF, Weight concentration, Peak violence, Detection limit.

**TEŞEKKÜR**

Sunmuş olduğum doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN'nin yöneticiliğinde hazırlanmıştır. Bu çalışmanın her aşamasında her türlü desteğini, katkısını ve sabrını esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf ŞAHİN'e en içten duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Başta Sayın Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKCI ve Sayın Doç. Dr. Ali GÜROL olmak üzere, çalışmalarım süresince görüş, öneri ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Yaşar DEMİR, Sayın Prof. Dr. Lütfü DEMİR, Sayın Prof. Dr. Erkan OKTAY, Sayın Yrd. Doç. Dr. Emre GÜR, Sayın Prof. Dr. Lütfü DEMİR, Sayın Prof. Dr. Salih Zeki ERZENEÖĞLU'na, ve emeği geçen tüm Fizik Bölümü elemanlarına, ayrıca çalışmalarım boyunca desteğini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Uğur AKBABA

**Temmuz 2009**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Organik ve Geleneksel Tarım Rejimleri ve Ürünleri.....	1
1. 2. WDXRF'nin Bitkisel Numunelerin Elementel Analizinde Kullanımı.....	5
1. 3. Dedeksiyon Limiti ve Ölçülmesi.....	9
2. KURAMSAL TEMELLER.....	12
2.1. Elektromanyetik Radyasyon.....	12
2.1.a. Radyo dalgaları.....	12
2.1.b. Mikrodalgalar (Kısa-dalgaboylu radyo dalgaları).....	13
2.1.c. Kızıl ötesi dalgalar (Isı dalgaları).....	13
2.1.d. Görünür dalgalar.....	13
2.1.e. Morötesi (Ultraviyole) dalgalar.....	14
2.1.f. X-ışınları.....	14
2.1.g. Gama ( $\gamma$ ) ışınları.....	15
2.1.h. Kozmik ışınlar .....	15
2.2. X-ışınları.....	18
2.2.a. Sürekli spektrum.....	19
2.2.b.. Sürekli spektrumun özellikleri.....	24
2.2.c. Karakteristik X-ışını ve yayımlanması.....	25
2.2.d. İç atomik tabaka iyonizasyonu.....	27
2.2.e. X-ışınlarındaki spektral seriler.....	28
2.3. Dalgaboyu Ayrımlı X-ışını Spektrometreleri.....	32
2.3.a. Kristallerde kırınım.....	35
2.3.b. Dalgaboyu ayırımının esasları.....	38

2.3.d. Dalgaboyu ayırımı spektrometrelerde ana elemanlar.....	41
2.3.e. Kaynaklar.....	41
2.3.f. Alternatif konfigürasyonlar.....	42
2.3.g. Optimizasyon.....	43
2.3.h. End-window tube (Uçtan pencereli tüp).....	43
2.3.i. Side window tube (Yandan pencereli tüp).....	45
2.3.i. Yüksek voltaj jeneratörleri.....	45
2.3.j. Kısa zamanlı (short-term) kararsızlıklar.....	46
2.3.k. Uzun zamanlı (long-term) kararsızlıklar.....	46
2.4. WDXRF Sistemi ile EDXRF Sisteminin Genel Karşılaştırılması.....	46
2.5. Uygulama İmkânları ve Alanları.....	47
2.6. Dedeksiyon Limiti.....	49
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	51
3.1. Ölçüm Sistemi.....	51
3.2. Numune Hazırlama Metotları.....	56
3.3. Numunelerin Hazırlanması ve İncelenmesi.....	57
3.3.a. Kuru domates.....	57
3.3.b. Fındık.....	57
3.3.c. Çay.....	58
3.3.d. İncir.....	58
3.3.e. Patlıcan.....	58
3. 4. t-testi.....	58
3. 4. a. Bağımsız iki örnek t-testi.....	59
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	61
4. 1. Ölçüm Sonuçlarının İstatistiksel Analizleri.....	61
4.1.a. Domates için istatistiksel sonuçlar.....	61
4.1.b. Domateste tarım rejimlerinin farkı.....	61
4.1.c. Domateste parçacık büyüklüğünün farkı.....	73
4.1.d. Çay için istatistiksel sonuçlar.....	85
4.1.e. İncir için istatistiksel sonuçlar.....	96
4.1.f. Fındık için istatistiksel sonuçlar.....	107

4.1.g. Patlıcan için istatistiksel sonuçlar.....	118
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	129
5.1. Tarım Rejiminin Domateste Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri.....	129
5.2. Parçacık Büyüklüğünün Domateste Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri.....	132
5.3. Tarım Rejiminin Çayda Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri.....	134
5.4. Tarım Rejiminin İncirde Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri.....	136
5.5. Tarım Rejiminin Fındıkta Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri.....	139
5.6. Tarım Rejiminin Patlıcanda Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri.....	141
5.7. Genel Değerlendirme	143
KAYNAKLAR.....	149
ÖZGEÇMİŞ	



## SİMGELER DİZİNİ

$X_A$	Net analit
$C_o$	Numune içinde elementin kompozisyonu
$X_{bi}$	Standart boşluk ölçümü
AAS	Atomik soğurma spektrometresi
BEC	Temel sayım eşdeğer konsantrasyonu
DL	Dedeksiyon limiti
EDXRF	Enerji ayırmalı X-ışını floresansı (Energy Dispersive X-Ray Fluorescence)
EWT	Uçtan pencereli tüp
FWHM	Yarı maksimumdaki tam genişlik (Full Width at Half Maximum)
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
ICP-AES	İndüksiyonla birleştirilmiş atomik emisyon spektrometresi
ICP-MS	İndüksiyonla birleştirilmiş plazma kütle spektrometresi
RSDB	Temel saymanın görelî standart sapması
SBR	Sinyal temel sayma oranı
SNR	Sinyal gürültü oranı
SWT	Yandan pencereli tüp
WDXRF	Dalga boyu ayırmalı X-ışını floresansı (Wave Dispersive X-Ray Fluorescence)
XRF	X-ışını flöresans (X-Ray Fluoresans)

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Tipik bir X-ışını spektrumu.....	15
Şekil 2.2. Elektromanyetik spektrumlar ve spektrometreler.....	17
Şekil 2.3. İnce bir levha üzerine gelen elektronların bir tek etkileşme yapmaları durumunda elde edilen spektrum...	19
Şekil 2.4. İnce bir levha üzerine gelen elektronların bir tek etkileşme yapmaları durumunda birim dalgaboyu başına düşen X-ışını enerjisi...	20
Şekil 2.5. Sonsuz kalın bir hedefin sürekli spektrumu.....	21
Şekil 2.6. Coolidge tipi bir X-ışını tüpü.....	22
Şekil 2.7. Tungsten hedefli bir X-ışını tüpünden elde edilen sürekli ışınının dağılımı.....	23
Şekil 2.8. Molibden hedefli bir X-ışını tüpünden elde edilen çizgi spektrumu...	24
Şekil 2.9. Karakteristik X-ışınlarının yayınlanması.....	26
Şekil 2.10. X-ışınlarının oluşumunda en yaygın geçişleri gösteren enerji seviyeleri diyagramı. ....	30
Şekil 2.11. Bağlı şiddet ile ağırlık konsantrasyon arasındaki ilişki.....	34
Şekil 2.12. Aynı dalgaboylu iki ışının üç faz ilişkisi için girişimi.....	36
Şekil 2.13. $\lambda$ 'nın birinci mertebeden ( $n=1$ ) kırınım şartı.....	37
Şekil 2.14. Kristallerde kırınım şartı.....	38
Şekil 2.15. Dalgaboyu ayırımı spektrometre.....	41
Şekil 2.16. Önden pencereless X-ışını tüpü.....	44
Şekil 2.17. Anodun basamaklı görüntüsü.....	44
Şekil 2.18. Berilyum pencereye yerleştirilen anot elemanları.....	44
Şekil 2.19. a) Yandan pencereless X-ışını tüpünde uyarma. b) Çift anotlu X-ışını tüpünde uyarma.....	45
Şekil 2.20. Çimento numunesinden alınan bir WDXRS ile tipik X-ışınları flöresans spektrumu.....	48
Şekil 3. 1. Bu çalışmada kullanılan ZSX 1000e WDXRF cihazı.....	51
Şekil 3.2. WDXRF sisteminin ana şeması.....	52
Şekil 3.3. WDXRF sisteminin şematik gösterimi.....	55

Şekil 4.1. Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş domates numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş spektrum.....	72
Şekil 4.2. Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş domates numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş spektrum.....	72
Şekil 4.3. 1–150 µm aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan domates numunelerinden birine ait şiddet-açı grafiği.....	84
Şekil 4.4. 150-400 µm aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan domates numunelerinden birine ait şiddet-açı grafiği.....	84
Şekil 4.5. Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş çay numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.....	95
Şekil 4.6. Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş çay numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet- açı grafiği.....	95
Şekil 4.7. Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş incir numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet- açı grafiği.....	106
Şekil 4.8. Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş incir numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.....	106
Şekil 4.9. Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş fındık numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.....	117
Şekil 4.10. Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş fındık numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet- açı grafiği.....	117
Şekil 4.11. Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş patlıcan numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.....	128
Şekil 4.12. Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş patlıcan numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.....	128

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 3.1.</b>	Bazı filtrelerin özellikleri.....	53
<b>Çizelge 3.2.</b>	Bazı kolimatör türleri.....	53
<b>Çizelge 3.3.</b>	Bazı kristaller ve özellikleri.....	54
<b>Çizelge 4.1.</b>	Domates örneğinde, tarım rejimlerine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.....	62
<b>Çizelge 4.2.</b>	Domates örneğinde tarım rejimine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin pik şiddet değerleri.....	64
<b>Çizelge 4.3.</b>	Domates örneğinde tarım rejimlerine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin dedeksiyon limitleri.....	66
<b>Çizelge 4.4.</b>	Tarım rejimine göre domateste var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.....	70
<b>Çizelge 4.5.</b>	Domates örneğinde, parçacık büyüklüğüne göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.....	74
<b>Çizelge 4.6.</b>	Domates örneğinde, parçacık büyüklüğüne göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin pik şiddeti değerleri.....	76
<b>Çizelge 4.7.</b>	Domates örneğinde, parçacık büyüklüğüne göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin dedeksiyon limitleri.....	76
<b>Çizelge 4.8.</b>	Parçacık büyüklüğüne göre domateste var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitleri.....	76
<b>Çizelge 4.9.</b>	Çay numunesinde, tarım rejimine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.....	86
<b>Çizelge 4.10.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen çay numunelerindeki elementlerin pik şiddet değerleri.....	88
<b>Çizelge 4.11.</b>	Çay numunesinde tarım rejimlerine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin dedeksiyon limitleri.....	90
<b>Çizelge 4.12.</b>	Tarım rejimine göre çayda var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.....	94
<b>Çizelge 4.13.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen incir numunelerindeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.....	97
<b>Çizelge 4.14.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen incir numunelerindeki elementlerin pik şiddet değerleri.....	99
<b>Çizelge 4.15.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen incir numunelerindeki elementlerin dedeksiyon limitleri.....	101
<b>Çizelge 4.16.</b>	Tarım rejimine göre incir de var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.....	105
<b>Çizelge 4.17.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen fındık numunelerindeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.....	108
<b>Çizelge 4.18.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen fındık numunelerindeki elementlerin pik şiddetleri.....	110
<b>Çizelge 4.19.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen fındık numunelerindeki elementlerin dedeksiyon limitleri.....	112

<b>Çizelge4.20.</b>	Tarım rejimine göre, fındıkta var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.....	116
<b>Çizelge 4.21.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen patlıcan numunelerindeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.....	119
<b>Çizelge 4.22.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen patlıcan numunelerindeki elementlerin pik şiddetleri.....	121
<b>Çizelge 4.23.</b>	Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen patlıcan numunelerindeki elementlerin dedeksiyon limitleri.....	123
<b>Çizelge 4.24.</b>	Tarım rejimine göre, patlıcanda var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.....	127

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Organik ve Geleneksel Tarım Rejimleri ve Ürünleri

Organik tarım terimi son yıllarda oldukça popüler olan bir kavramdır. Özellikle geleneksel tarım yöntemleriyle elde edilen besin maddelerinin bazı sağlık sorunlarına yol açtığı söylemleri ve bu söylemlerin bilimsel olarak da kanıtlanması, organik tarıma olan ilgiyi iyice artırmıştır. Dünyamızın artan nüfusuna ilişkin olarak artan ürün ihtiyacını uzun dönemde karşılamak, bilim dünyasının uğraştığı temel konulardan biridir. Bu bağlamda "sürdürülebilir tarım" kavramı ön plana çıkmaktadır. Bu kavram mevcudu korumak ve devamını sağlamak, uzun dönemde süreklilik veya desteklemek anlamına gelir. Ekonomik girdilerin düşürülmesinde de organik tarım uygulaması daha avantajlıdır. (Biswas *et al.* 1975; Reganold *et al.* 2001; Çakmakçı ve Erdoğan 2005).

Organik tarımın birçok tanımı vardır. Biz burada genel birkaç tanım vereceğiz.

i) Organik (ekolojik) tarım, üretimde kimyasal girdi kullanılmadan üretimden tüketime kadar kontrollü ve sertifikalı üretim biçimidir (Çakmakçı ve Erdoğan 2005).

ii) Organik tarım toprağın verimliliğinde devamlılık sağlayan biyolojik mücadele ile hastalık ve zararlıları kontrol altına alarak, insana ve çevreye dost üretim sistemleri içeren, sentetik kimyasal gübre ve ilaçların kullanımını yasaklayan, organik yeşil gübreleme, ekim nöbeti ve toprak muhafazasını tavsiye eden, her aşamada kontrol altında olan, elde edilen ürünün sertifika ile belirlendiği, bir üretim şeklidir. Üretimde sadece miktar artışı değil ürün kalitesinin de yükseltilmesini amaçlayan alternatif bir üretim şeklidir (Çakmakçı ve Erdoğan 2005).

iii) Organik tarım sentetik gübre, pestisit (böcek ilacı), büyüme düzenleyicileri ve hayvan yem katkı maddeleri kullanımının yasaklandığı veya asgariye indirildiği bir üretim sistemidir (Çakmakçı ve Erdoğan 2005).

Bu tanımlamalardan hareketle organik tarım için, tüm canlıları içeren ekosistem içi ilişkilerin verimli, sağlıklı ve devamlı olmasını sağlayan bir üretim biçimidir diyebiliriz. Günümüz dünyasına bakıldığında zaman bu koruyucu üretim sistematığının önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Ekolojik (organik) üretim biçimine geçiş artık zorunlu hale gelmiştir. Tarımsal faaliyetlerin neden olduğu olumsuz çevresel etkilerin en önemlisi sera etkisi gösteren gaz sürümünün kimyasal gübreleme, pestisit kullanma ile artmasıdır. Fazla ürün amaçlayan geleneksel tarım yöntemlerinin bu gazların miktarını artırdığı da açıktır. Avustralya da yapılan bir çalışmada organik ve geleneksel tarım yapıldığı çiftliklerde  $NO_x$ ,  $SO_2$  gibi sera gazı emisyonları ölçülmüş ve geleneksel tarım uygulaması yapılan çiftlikte bu gazların sürümünün daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Wood *et al.* 2005).

Geleneksel tarım uygulamaları yüksek düzeyde kimyasal girdi içerir. Bu ise sera gazı etkisinin dışında birçok çevre ve sağlık problemine yol açar. Su ekosisteminde asitleşme, verimli topraklarda kirlenme, toprak içi biyolojik canlılığın yok olması, deniz, akarsu, göl sistemlerinde kirlenme, pestisitlerin ve gübrelemenin neden olduğu sorunların bazılarıdır.

Geleneksel tarım uygulamalarının toprağın organik içeriğini azalttığı, topraktaki biyolojik aktiviteyi düşürdüğü, organik tarım uygulamalarının ise bunun aksine topraktaki mikrobiyolojik aktiviteyi artırdığı gözlemlenmiştir (Melere *et al.* 2005).

Geleneksel ve organik tarım uygulamalarının uzun süre sürdürüldüğü toprakların toprak kalitesi kimyasal ve biyolojik olarak araştırılmış ve sonuçta organik tarım

uygulamalarının yapıldığı toprağın besleyicilik yönünden ve mikrobiyolojik aktivite olarak çok daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Marinari *et al.* 2005).

Organik domates üretimimin yapıldığı topraklarda mikrobiyolojik canlılık ve aktivitenin oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Hole *et al.*; Tu *et al.* 2005).

Tarım rejiminin yetişen ürünün besin değerini, ürün güvenilirliğini, verimliliğini, vitamin içeriğini, antioksidan içeriğini, görünümünü, su yoğunluğunu etkilediği bilinmektedir. Organik tarım rejiminin tüm parametreler bakımından daha iyi olduğunu gösteren bilimsel çalışmalar mevcuttur. Organik büyüme sisteminde yetiştirilen domatesler fiziksel ve kimyasal analiz metotlarıyla incelenmiş ve sonuçta organik yetiştirme yönteminin; domates kalitesini koruyabilen, besin kaybını ve kök hastalıklarını azaltan bir teknik olduğu kabul edilmiştir (Thybo *et al.* 2005).

Organik ıslah programı ile üretilen çeltikle geleneksel tarım metotlarıyla üretilen çeltik bitkisi karşılaştırılmış; sonuçta organik çeltikte N, P, K, Ca ve Mg gibi elementlerin daha yüksek olduğu ve besin miktarının çok iyi dengelendiği saptanmıştır (Hasagawa *et al.* 2005). *Penicilin* ve *Gliocladium roseum* cinsi mantarların organik tarım metodunda verimlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Elmholt 2005). Organik olarak elde edilen sütlerde elementel dengenin daha iyi olduğu, geleneksel metotlarla yetiştirilen hayvanlardan elde edilen sütlerde ise beslenme rejiminden dolayı aşırı kalsiyum olduğu ve düzensiz gübre girdisi yüzünden kötü süt kalitesinin olduğu saptanmıştır (Bengtsson *et al.* 2005).

Böcek öldürücü, mantar yok edici, yabancı ot öldürücü gibi kimyasalların yoğun olarak kullanıldığı alanlarda doğum kusurlarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Garry *et al.* 1996). Yine Minnesota da kimyasal ilaçların girdilerinin etkin olarak kullanıldığı tarımsal alanlarda kanser oranlarının daha yüksek olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir (Schreinemachers *et al.* 1999).



Kimyasal kullanımında, kimyasalla doğrudan temasta olan çiftçilerde gırtlak, meme, mide, göz, burun kanserlerinin yüksek oranda olduğu saptanmıştır (Schreinemachers 2000). Ayrıca Amerika'da pestisitler kanser yapan üç ana faktörden biri sayılmakta ve erken ölüm, cinsel anormallikler, kronik yorgunluk sendromu, Parkinson hastalığı ile ilişkilendirilmektedir. Geleneksel tarım uygulamalarında 400 kadar pestisit kullanılmaktadır. Bunlardan sadece dört tanesi izinlidir. Düşük düzeyde pestisit tek başına zararlı olmayabilir; fakat birkaç farklı pestisit kombinasyonu sonucunda zararlı etkilerin ortaya çıktığı bilinmektedir. Meme ve prostat gibi hormonal tabanlı kanserlerde 2. 4- D- *atrazine* gibi pestisit kalıntılarının endokrin sistemde bulunmasının rolü olduğu saptanmıştır. Geleneksel üretim safhalarında kullanılan monosodyum, tatlandırıcılar, aspartat, fosforik asit, hidrojenize (hidrojenlenmiş margarin) yağlar gibi özel katkı maddelerinin sağlığa zararlı olduğu kanıtlanmıştır.

Organik olmayan tarım rejiminin bir uygulaması olan genetik olarak değiştirilmiş ürünlerin yetiştirilmesinin de sakıncalı olduğu açıktır. Genetik olarak değiştirilmiş besinlerin kullanımı ile gut hastalığı ilişkilendirilmiştir. Geleneksel tarım uygulamalarının ürünlerde vitamin miktarını azalttığı, buna karşılık organik tarım uygulamalarıyla elde edilen besinlerin C-vitami ve Ca, Mg, Fe, Cr gibi temel mineraller bakımından daha zengin olduğu gözlemlenmiştir. Organik tarım rejiminde pestisit kullanımı, özel katkı maddesi kullanımı ve genetiği değiştirilmiş ürünlerin kullanımı yasaktır (Asami 2003; Anonim 2004; Rapisarda *et al.* 2005).

Günümüzde sağlığa verilen önem artmıştır. Bu bağlamda organik tarım ürünlerinin içeriği büyük ilgi uyandırmaktadır. Antioksidanların bazı kanser tiplerini önlediği, koroner kalp hastalıkları riskini azalttığı bilimsel bir gerçektir. Uygulanan tarım rejimi de ürünün içerdiği antioksidan miktarını değiştirmektedir. Yapılan çalışmalarla organik tarım ürünlerinde antioksidan miktarının daha fazla olduğu kanıtlanmıştır (Carbonaro *et al.* 2002; Petersen *et al.* 2003; Anonim; Boccia *et al.* 2004; Johnson 2005).

EFA (Essential Fatty Acids, Omega 3, CLA) temel yağ asitleridir. Bu yağ asitlerinin koroner kalp hastalıkları, tansiyon, depresyon, hiperaktivite gibi sağlık sorunlarını

azalttığı, kilo problemini, arter damarlarındaki dejenerasyonu önlediği de bilinmektedir. Bu bağlamda organik tarım ürünleriyle beslenen hayvanların etlerinde ve diğer ürünlerinde doymuş yağ oranının azaldığı, buna karşılık Omega 3 ve diğer temel yağ asitlerinin oranının arttığı saptanmıştır (Anonim 2004; Dhiman *et al.* 1999; Bergamo *et al.* 2003).

Hiperaktif çocukların kan, saç ve derilerinde yapılan elementel analiz sonucunda büyük çoğunlukta yapay tatlandırıcı ve renklendiricilerden kaynaklanan kalıntılar gözlemlenmiştir (Ward 1997). Okul öncesi çocuklarla yapılan bir çalışmada bir grup çocuğa geleneksel, diğer gruba da organik diyet uygulanmış, sonrasında kan ve idrarlarında yapılan incelemelerde geleneksel diyet ile beslenen çocukların kan ve idrar örneklerinde altı kat daha fazla pestisit kalıntısına rastlanmıştır (Curl 2003).

Uygulanan tarım rejimi elde edilen ürünün besin kalitelerini de etkilemektedir. Organik tarım rejiminde elde edilen ürünlerin besin değerlerinin ve besin içeriğinin daha iyi olduğu yapılan analizler sonucunda gözlemlenmiştir. Tat, renk, koku gibi duyuşal özellikler bakımından da organik ürünlerin daha iyi olduğu belirtilmektedir (Worthington 2001; Bourn 2002; Brandt 2001).

Çalışmamızın temel amacı, bu veriler ışığında iki farklı tarım rejiminde yetişen ürünlerin karşılaştırmalı elementel analizini yaparak var olan farklılıkları daha somut bir şekilde ortaya koymaktır.

## **1. 2. WDXRF Sisteminin Bitkisel Numunelerin Elementel Analizinde Kullanımı**

Bu çalışmada dalga boyu ayrımlı X-ışını flöresans (WDXRF) sistemi kullanılmıştır. Bu sistemle tarımsal ürünlerin elementel analizlerinin yapıldığı çalışmalar mevcuttur. Prering *et al.* (2005) tahıl kalıplarıyla WDXRF metodunu kullanarak hızlı ve çoklu makro element analizi yapmıştır. Bu çalışmada Na, Mg, P, Cl, K, Ca' dan oluşan makro element serisi incelenmiştir. Bir başka çalışma da, süt tozu örnekleri pelletler halinde

100's lik ölçme zamanlarıyla WDXRF metodu ile incelenmiş ve bu numuneler içindeki K, Cl tayini yapılmıştır (Alvarez *et al.* 1990).

Serum, idrar, su, bira, ıspanaktan oluşan biyolojik ortamlarda spektroskopik teknikler kullanılarak silikon tayini yapılmıştır. Kullanılan bu teknikler içerisinde WDXRF tekniği de vardır (Dyck *et al.* 2000). Yenilebilir yağların içindeki fosfor ve sülfür oranlarını bulmak için de WDXRF tekniği kullanılmıştır (Dalen 1998).

Bitkisel numunelerin elementel analizi, bitkinin gelişimini izlemek, gıda değerini belirlemek, besin yetersizliğini tespit etmek, hastalık kontrolünü yapmak için önem arz etmektedir. Bitkiler tarafından yayımlanan, atmosferik kirlenmeye neden olan gaz çıkışını tahmin etmek için yapılan çalışmalarda bitkinin elementel içeriğini bilmek gerekmektedir. Böyle bir çalışmada bitkisel numunelerin elementel analizini yapmak için WDXRF tekniğinin kullanıldığı bir yol izlenmiştir. Bitkilerin karakteristik özelliklerine, büyüdüleri ekosistemin (özellikle toprak, su ve havanın da) etkisi olduğundan bitkiden elde edilen element değerleri o bitkinin yetiştiği bölgedeki toprak, su ve havanın durumunu yansıtan önemli bir göstergedir. Bitkilerdeki elementel analiz için genellikle atomik soğurma spektrometresi (AAS), indüksiyonla birleştirilmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS), indüksiyonla birleştirilmiş atomik emisyon spektrometresi (ICP-AES) teknikleri kullanılmaktadır. Bu teknikler çevre kirliliğine neden olan ve yüksek maliyetli HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gibi çözücülerde iyice çözülmüş numuneler gerektirmektedir. Buna ilaveten bu teknikler elementel kayıplara neden olabilmekte ve sonuçta hatalı ve eksik ölçümler ortaya çıkmaktadır. Matris yakımı elementel içeriğin yanında konsantrasyon miktarını da etkilemektedir. Fakat WDXRF metodu bitkisel analiz çalışmaları için daha uygun bir metottur. Yıkıcı değildir, periyodik tabloda Be'a kadar olan elementler için iyi bir çoklu element analizi imkânı vermektedir. Sebzelerden elde edilen numunelerde, yıkıcı bir teknik olmadığından, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> gibi katyonlarının belirlenmesinde imkân vermektedir.

Bu teknikte numune hazırlama süreci basit ve hızlıdır. WDXRF ile kömür ve kül örneklerindeki karbon tayininde, ayrıca kumaş örneklerinde demir tayininde

geometrinin, kullanılan kristalin, kolimatörün, dedekte edici sistemdeki pencerenin kalınlığının ve türünün ölçüm sonuçları üzerine etkisi olduğu gözlemlenmiştir (Dalen 1999; Parus *et al.* 2000).

Farmakolojik bir çalışma olarak nitelendirebileceğimiz beş tıbbi bitkinin elementel analizinin yapılmasında da WDXRF'nin de aralarında bulunduğu spektroskopik teknikler kullanılmıştır. *Taraxacum officinale* (Weber), *Eucalyptus globulus* (Labil), *Plantago lanceolata* (L), *Mentha piperita* (L), *Matricaria chomomilla* (L)' dan oluşan beş tıbbi bitki bu teknikle incelenmiş ve Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Rb, St, Pb tayinleri yapılmıştır. Kullanılan tekniklerden WDXRF ve EDXRF'nin bitki numunelerinin analizlerinde başarılı olduğu, bu bitkilerden hazırlanan infüzyonların (sıvı içeceklerin) analizlerinde de ICP tekniklerinin başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Toksik madde içermeyen bu bitkilere gösterilen ilgi bizim çalışmamızla da bağdaştırılabilir. Çünkü kimyasal zararlı içeriği çok olan sentetik ilaçlara karşı oluşan kaygıyla geleneksel tarım ürünlerine karşı uyanan kaygı aynı paraleldedir. Hem tıbbi bitkilere hem de organik besinlere artan bir ilgi söz konusudur. Bitkilerin içerdiği elementlerin zarar verecek miktarı ile yarar getirecek miktarı arasında çok hassas bir denge söz konusudur.

XRF teknikleri ile Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Ti makro elementler, Mg, Fe, Cu, Zn, As mikro elementler, Rb, Sr, Pb geçiş elementleri sürekli olarak dedekte edilebilmiştir. Bu da çalışmanın geçerliliği açısından önemli bir süreklilik olarak nitelendirilebilir (Queralt *et al.* 2005).

WDXRF tekniği kullanılarak deterjanlarda zeolit ve silikat tayini, jeokimyasal numunelerde element tayini yapılmış ve tatmin edici sonuçlara ulaşılmıştır (Dalen *et al.* 2000; Zhan 2005).

Çalışmamızın temeli elementel analize dayanmaktadır. Bu çalışmada uygulanan tarım rejiminin ürün içeriğine gerçekten etkisi olup olmadığını spektroskopik bir teknikle incelemeyi amaçlamaktayız.

Yapmak istediğimiz karşılaştırma organik tarım uygulamalarıyla yetiştirilen ürünlerle, geleneksel tarım olarak adlandırdığımız ve esas itibarıyla kimyasal girdinin kullanıldığı tarım rejiminde yetiştirilen ürünlerin içeriklerinin karşılaştırılmasıdır. Karşılaştırma yapacağımız ürünleri; domates, fındık, patlıcan, çay, incir, olarak belirledik.

Bu ürünler seçilirken ülkemizde üretimi yapılabilen ve günlük Türk mutfağında yoğun olarak kullanılan ürünler olmasına dikkat ettik. Fındık, çay, incir gibi başlıca ihracat ürünlerimizin analiz edilmesinin ülkemizin ekonomik girdileri anlamında da bir manası olduğunu düşünüyoruz. İncelenecek ürünlerin aynı koşullarda, aynı toprak yapısında, aynı iklimde fakat farklı iki rejimde yetiştirilmesine dikkat edilmiştir.

Ürünlere, organik tarımı profesyonel olarak yapan, İzmir merkezli değişik firmalardan ulaşılmıştır.

Aynı yöreden geleneksel tarım ürünlerinin de elde edilmesi yoluna gidilmiştir. Elde edilen bu ürünler aynı şartlar altında kurutulmuş, ardından öğütülerek toz haline getirilip, sonrasında baskılama ile tablet numuneye dönüştürülerek analiz aşamasına geçilmiştir.

Bu temel amacın yanında, incelenen ürünler spektroskopik olarak sık incelenmeyen ürünler olduklarından dolayı numune hazırlama tekniklerinin ve numune parçacık büyüklüğünün dedeksiyon limitine etkisi incelenmiştir. Katı ve sıvı numune formatlarının analiz sonuçlarına etkileri, spektrum şekline etkileri araştırılacaktır. Bu tip ürünlerde sistemin sayım istatistiği ile ilgili araştırmaların yapılması da düşünülmektedir.

### 1. 3. Dedeksiyon Limiti ve Ölçülmesi

Dedeksiyon limiti kavramı tüm spektroskopik teknikler için önemli olan bir kavramdır. Dedeksiyon limiti mikro seviyede elementel analizler yaparken, yapılan çalışmanın hassasiyetini, doğruluğunu, geçerliliğini tayin eden en önemli etmenlerden biridir. Bu kavramın değişik tanımları mevcuttur. En genel şekilde, özel bir teknikle ölçebileceğimiz en küçük konsantrasyon olarak tanımlanır. Bir elementin veya bileşiğin aradığımız numunede, kullanılan tekniğe göre mevcut olup olmadığını ifade eder. İstatiksel olarak da; temel gürültü seviyesinin üç katı olan bir sinyalin ifade ettiği konsantrasyona karşılık gelir. Bu kavram üzerine yapılmış olan birçok çalışma mevcuttur:

Thomsen *et al.* (2003) analiz çalışmaları için şimdiye kadar yapılmış olan dedeksiyon limiti çalışmalarını değerlendirmiş ve dedeksiyon limitinin belirlenmesinde kalibrasyon metodunun etkili olduğunu dile getirmiştir. İndüksiyonla birleştirilmiş plazma kütle spektroskopisi (ICP-MS) detektörü ile yapılan çalışmalarda sistemin bir parçası olan ve hava püskürtmesi yapan nebülizör aygıtının özelliklerinin dedeksiyon limitinde önemli rol oynadığı saptanmıştır. Yine bu sistemde plazma içine enjekte edilen sprej maddesinin özelliklerinin dedeksiyon limitine etkisi olduğu saptanmıştır (Anonim). Tekrarlı ve tek bir ölçüm için dedeksiyon limiti belirleme tekniğinin birbirinden farklı olduğu dile getirilmiştir (Anonim).

Dedeksiyon limiti elementten elemente, geometriden geometriye değişmektedir. Örneğin XRF ile yapılan toprak kirliliğini belirleme çalışmalarında küçük boyutta ve iyi sıkıştırılmış numuneler için dedeksiyon limitinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Grimsley 2006).

ICP-OPS spektroskopisi için çok değişkenli kalibrasyon ayarlamaların dedeksiyon limitine etkisi incelenmiş, kalibrasyon ayarlamasının değişmesiyle dedeksiyon limitinin

de çok değişkenli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çok değişkenlilik kavramının hatanın yayılımından kaynaklandığı belirtilmiştir (Bauer *et al.* 1991).

Çok değişkenin söz konusu olduğu sistemlerde dedeksiyon limitinin belirlenmesi daha karmaşık bir hal almaktadır. Bu tip sistemler için değişik limit bulma teknikleri geliştirilmiştir. Buna örnek olarak ters kalibrasyon sisteminin kullanıldığı limit belirleme tekniği gösterilebilir. Bu yaklaşım istatistikte hipotez testi tekniğine dayanır. Bir analit için belirlenen dedeksiyon limiti, numune içinde bulunan tüm diğer elementler tarafından etkilenmektedir. Sonuca etki eden tüm faktörlerin dikkate alındığı bir yaklaşım yöntemi, ters kalibrasyon metodunda kullanılmıştır (Baque *et al.* 1999).

İyon izleme gaz kromatografisi ve kütle spektroskopisi için dedeksiyon limitini belirlemek için çok değişkenli bir yaklaşım metodu kullanılmıştır. Amaç, bu regresyon istatistiği ile pozitif değerli bir numune olarak düşünölebilecek, sıfırdan önemli derecede farklı bir konsantrasyona sahip yüksek ihtimaliyetli en düşük konsantrasyonu belirleyebilecek dedeksiyon limitini tahmin etmektir. Deneysel hesaplamalarda ise her kütle kanalıyla cihazda görönen görüntüler bu yaklaşımın ana bileşeni olarak kullanılmıştır (Delaney 1998).

Dedeksiyon limitini belirlemede en geleneksel metot, elde edilenleri hatalı sonuçlara karşı korumaya dayanan metottur. Clayton *et al.* (1987) ise negatif ve pozitif hatalara karşı dedeksiyon limitini korumayı amaçlayan bir teorik sistem geliştirmiştir. Dedeksiyon limitine göre doğru sinyal tanımı "Bir numuneden bir  $X$  değeri ölçöldüğünde, ölçölecek diğer değerler de bu  $X$  değeri etrafında normal dağılım göstermelidir. Yani  $X$  değerinin dağılımının ortalama  $X_L$  değeri civarında olması gerekmektedir. Aksine bir değer veren sinyal doğru bir sinyal sayılmaz." şeklindedir. Bu IUPAC'ın kabul ettiği bir kıstasdır. ASTM (American Society for Testing and Materials); doğru konsantrasyon, dolayısıyla doğru sinyal, dedeksiyon limitine eşit olan bir konsantrasyondur (Clayton 1987).

Güvenilebilir ölçüm sonuçları kullanılarak dedeksiyon limiti belirleme yoluna da gidilmiştir. Bu tip bir belirlemenin parçacık analizleri için çok uygun olduğu belirtilmiştir. İşlemden önce belirlenmiş tüm kıstaslar, ilgilenilen konsantrasyonun tümü üzerinde bir değişken olarak ifade edilmiştir. Bu yaklaşım, heterojen dağılımlar için uygundur. Dedeksiyon limitinin deneysel tasarım hususları, kullanılan dönüştürücünün modeli, ağırlık belirlemede kullanılan metot, uniform veya uniform olmayan değişken kullanımı, numune büyüklüğü, numune presleme tekniği gibi etmenlere bağlı olduğu vurgulanmıştır (Oppenheimer *et al.* 1983). Dedeksiyon limiti ve ölçme limiti bir sistemin doğruluğunu belirleyen iki kıstastır. Genel olarak metot doğrulama çalışmalarında bu iki kıstas dikkate alınır. Fakat bu iki değer de sinyal gürültü oranı kıstasına dayanmakta ve küçük dağılımlar arz etmektedirler. Bu yüzden sinyal gürültü oranı, yaygın olarak kullanılan HPLC (High Performance Liquid Chromatography) metodu için yeterli doğrulama kıstasları sayılmaz. Bu metot için belirlilik ve seçicilik, kalibrasyonun lineerliği, tekrar edilebilirlik, doğruluk oranı, iyileştirilebilirlik gibi ek kıstaslara ihtiyaç vardır (Vial *et al.* 1999).

Kalibrasyon eğrisinin dedeksiyon limitini belirlemede önemli bir kavram olduğu vurgulanmıştır (Hubaux *et al.* 1970). Lamber *et al.* (1987) de ICP-AES analiz sisteminde jeolojik numuneler için geçiş elementleri tayininde dedeksiyon limitinin spektral girişim ve temel saymadaki artımlarla olumsuz yönde etkilendiğini vurgulamıştır. Rukker (1995) de dedeksiyon limiti kavramının spektroskopide üzerinde en çok durulan kavram olduğunu belirterek çok değişik tanımlamaların var olduğunu ifade etmektedir. Ayırma limiti, dedeksiyon limiti ve sistemin hassasiyeti arasında sıkı bir bağ vardır. Ayırma limiti, orijinal analit miktarı ile elde edilen analitik sinyal farkıyla belirlenen analit miktarındaki artımdır. Hubaux ve Vos metodu da dedeksiyon limitini belirlemek için analit ekleme tekniğiyle elde edilen ayırma limitini kullanır. Currie'de sıfır matrisdeki ayırma limitinin dedeksiyon limiti olduğunu söyler.

Hassasiyet değişimi, dedeksiyon limiti civarında olan sistemlere, uygun gözleyle bakıldığı vurgulanmıştır (Ferus *et al.* 1994).



## 2. KURAMSAL TEMELLER

Spektroskopi, maddelerin miktarı ve yapıları hakkında bilgi edinmemizi sağlayan aynı zamanda kuantum elektrodinamiği, rölativistik fizik, kuantum fiziği için temel bilgi birikimi edinmemizi sağlayan çok önemli bir fiziksel metottür. Bu kavram, pozitif bilimlerde çok genel olarak gruplara ayırma ya da sınıflandırma olarak anlandırılır. Örneğin bir kimyasal elementin değişik izotoplarının ayrılması ile kütle spektroskopisi ilgilenmektedir. Benzer şekilde değişik frekansdaki sinüzoidal ses kümelerinin akustik analizlerine akustik spektroskopi denir. Dar anlamda bu kavram elektromanyetik radyasyonun yayımlanması ve soğurulması ile sınırlandırılabilir. Elektromanyetik spektrumun gama ışınları bölgesinden düşük radyo frekansı bölgesine kadar spektroskopi tekniğinin uygulamaları mevcuttur. Değişik spektral bölgelerde spektroskopi tekniğinin genel çalışma metodu benzerlikler gösterir. Fakat değişik spektral bölgelerdeki deneysel tekniklerde detaylar farklılıklar gösterir. Elektromanyetik radyasyonla maddenin etkileşmesi spektroskopinin temelini oluşturmaktadır.

### 2.1. Elektromanyetik Radyasyon

Atomlardan çeşitli şekillerde ortaya çıkan enerji paketleri elektromanyetik ışın ve bunların yayılma şekilleri elektromanyetik ışınım olarak adlandırılır. İçinde X ve  $\gamma$  ışınlarının ve görülebilir ışığın da bulunduğu ışınım, dalga boyları ve frekanslarına göre bir elektromanyetik ışınım spektrumu oluştururlar.

#### 2.1.a. Radyo dalgaları

İletken tellerden geçen ivmeli yüklerin sonucudur. Bu dalgalar, LC titreşenleri gibi elektronik cihazlar vasıtası ile meydana getirilirler. Radyo ve televizyon sistemlerinde kullanılırlar. Dalgaboyları birkaç mm'den 10'km ye kadar değişir. Radyo dalgaları; mikrodalgalar, TV ve FM, kısa dalga, AM ve uzun dalga olarak çeşitli bölgelere ayrılırlar

### **2.1.b. Mikrodalgalar (Kısa-dalgaboylu radyo dalgaları)**

1 mm ile 30 cm arasında değişen dalgaboylarına sahiptirler ve elektronik cihazlarla meydana getirilirler. Kısa dalgaboylarından dolayı, havacılıkta kullanılan radar sistemleri ve maddenin atomik ve moleküler parametrelerinin incelenmesi için çok uygundur. Mikrodalga fırınlar, bu dalgaların evlerimizdeki ilginç uygulamasını temsil eder. Güneş enerjisinin, uzaydaki bir güneş kolektöründen yeryüzüne düşen parlak mikrodalgalar vasıtası ile yararlı hale getirilebileceği önerilmiştir.

### **2.1.c. Kızıl ötesi dalgalar (Isı dalgaları)**

1 mm'den görünür ışığın en uzun dalgaboyu olan  $7 \times 10^{-7}$  m'ye kadar değişen dalga boylarına sahiptirler. Sıcak cisimler ve moleküller tarafından oluşturulan bu dalgalar, çoğu maddelerce kolaylıkla soğurulurlar. Bir maddenin soğurduğu kızılötesi enerjisi ısı şeklinde kendini gösterir. Çünkü madde tarafından soğurulan bu enerji vasıtası ile, atomlarının titreşim ve ötelenme hareketleri artar; dolayısıyla da maddede bir sıcaklık artması meydana gelir. Kızıl ötesi radyasyonun, fizik tedavi, kızılötesi fotoğrafçılığı ve titreşim spektroskopisini içeren birçok pratik ve bilimsel uygulamaları vardır.

### **2.1.d. Görünür dalgalar**

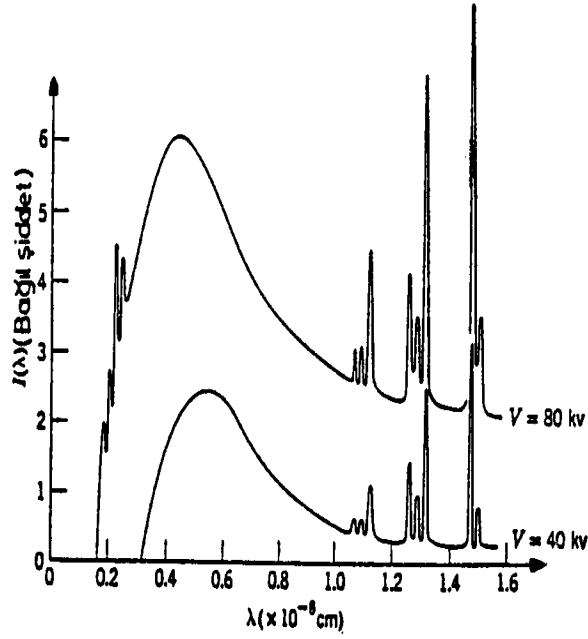
Spektrumun insan gözünün görebildiği kısmı olarak tanımlanabilir. Işık, atom ve moleküllerdeki elektronların yeniden düzenlenmeleri ile oluşur. Görünür ışığın çeşitli dalgaboyları, mor ( $\lambda \approx 4 \times 10^{-7}$  m) kırmızıya kadar ( $\lambda \approx 7 \times 10^{-7}$  m) değişen renklerle sınıflandırılır. Gözün duyarlılığı dalgaboyunun bir fonksiyonudur. Duyarlılık  $\sim 5,6 \times 10^{-7}$  m (sarı-yeşil) civarındaki bir dalgaboyunda maksimum olmaktadır. Işık, günlük hayatta kullanabileceğimiz optik aletlerinin varlık sebebidir.

### 2.1.e. Morötesi (Ultraviyole) dalgalar

$\sim 3.8 \times 10^{-7}$  m (380 nm) ile  $6 \times 10^{-8}$  m (60 nm) arasındaki dalgalıboylarını kapsar. Güneş yanıklarının başlıca sebebi olan mor ötesi ışınların en önemli kaynağı güneştir. Güneşten gelen morötesi ışığın çoğu, üst atmosferdeki veya stratosferdeki atomlar tarafından yutulur. Bu bir şanstır; çünkü, büyük miktarlarda morötesi ışınlar, insan ve diğer canlılar üzerinde zararlı etkiler oluşturur. Stratosferin önemli bir muhtevası, morötesi radyasyonun oksijenle tepkimeye girmesi sonucunda oluşan ozon ( $O_3$ )'dur. Bu ozon tabakası, öldürücü yüksek enerjili morötesi radyasyonunu ısıya dönüştürür ve sonuçta stratosfer tabakası ısınır. Son zamanlarda, soğutucularda ve aerosol sprey kutularda kullanılan freon gazının kullanımının bir sonucu olarak koruyucu ozon tabakasının tüketilme olasılığı konusunda büyük tartışmalar yapılmaktadır.

### 2.1.f. X-Işınları

$\sim 10^{-8}$  m ile  $\sim 10^{-13}$  m aralığında dalgalıboylarına sahip elektromagnetik dalgalardır. X-ışınlarının en genel kaynağı bir metal hedefi bombardımana tabi tutan yüksek enerjili elektronların yavaşlamasıdır. X-ışınları tıpta bir tanı aracı olarak ve belirli kanser türlerinin tedavisinde kullanılmaktadır. X-ışınları canlı dokulara ve organizmalara zarar verici veya öldürücü etki yaptığından, bu ışınlara gereksiz yere maruz kalmamaya dikkat edilmelidir. X-ışınları kristal yapının incelenmesinde de kullanılır; çünkü X-ışını dalgalıboyları katı cisimlerdeki atomlar arası uzaklık ( $\sim 0,1$  nm) mertebesindedir.



Şekil 2.1. Tipik bir X-ışını spektrumu

### 2.1.g. Gama ( $\gamma$ ) ışınları

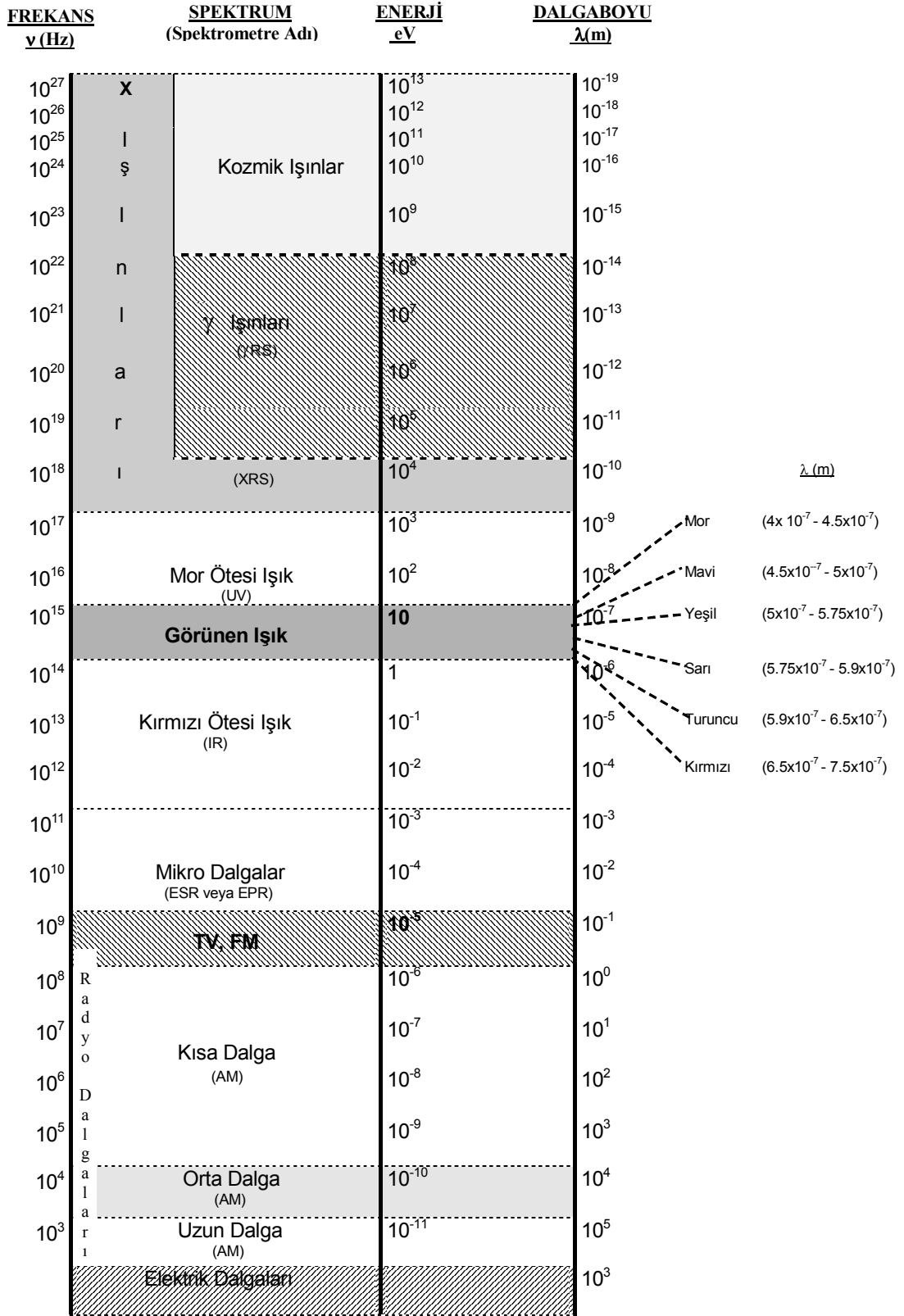
Radyoaktif çekirdekler tarafından ( $^{60}\text{Co}$  ve  $^{137}\text{Cs}$  gibi) ve belirli nükleer bozunmalar ve tepkimeler süresince yayılan elektromanyetik dalgalarıdır. Dalgaboyları  $\sim 10^{-10}$  m ve  $\sim 10^{-14}$  m bölgesindedir. Bu ışınlar yüksek derecede girginlik özelliğine sahiptirler; canlı dokular tarafından soğurulduğunda ciddi zararlar oluştururlar. Sonuç olarak bu tür tehlikeli radyasyonla veya bu radyasyon bölgesinde çalışanlar, kalın kurşun tabaka benzeri iyi soğurucu maddelerle korunmalıdır.

### 2.1.h. Kozmik ışınlar

Bu ışınlar, enerjileri oldukça büyük ve nüfuz kabiliyeti yüksek olan ışınlardır. Uzaydan atmosfere her saniyede, yaklaşık  $10^9$  eV enerjili ve hemen hepsi proton olan  $2 \times 10^8$  civarında kozmik ışın parçacıkları gelir. Bunlar atmosferdeki azot ve oksijen gibi atomlarla etkileşerek ikincil parçacıklar meydana getirirler. Uzaydan gelen orijinal

kozmetik ışın parçacıklarının hemen hepsi deniz seviyesinde kaybolur. Yeryüzündeki kozmik ışın dozu ikincil parçacıklardan meydana gelir. Çok enerjik protonlar sürekli olarak atmosfere girmekte ve bunlar atmosfere girdiğinde müon, elektron, foton ve bazı nötronların bulunduğu yüz milyonlarca parçacıkla sürekli sağanak hâsıl ederler. Kozmik ışınlar çok girici olduğundan bunlardan korunmak için çok kalın beton duvarlı yapılar gerekir.

Elektromagnetik spektrumlar ve bunlarla ilgili spektrometreler özetle Şekil 2.2' de verilmiştir.



Şekil 2.2. Elektromanyetik spektrumlar ve spektrometreler (spektrumların altında parantez içinde verilmiştir).

## 2.2. X-ışınları

X-ışınları, elektromanyetik radyasyonun yaklaşık  $\sim 0,005-100 \text{ \AA}$  aralığında dalga boyuna sahip olanıdır. Bunların enerji bölgeleri daha kısa dalga boylu kısımda  $\gamma$  ışınları ile, daha uzun dalgaboylu X-ışınları ise ultraviyole ışınları bölgesi ile çakışır.

X-ışınlarının iki değişik oluşum şekli vardır:

1. Yüksek hızlı yüklü parçacıkların herhangi bir hedefte durdurulması veya yavaşlatılması ile yayımlanan X-ışınları, sürekli X-ışını olarak adlandırılır ve spektrumları sürekli bir bölge oluşturur.
2. Atomun herhangi bir iç tabakasından sökülen elektronun yerinde kalan boşluk, üst tabakadaki elektronlar tarafından belli geçiş kurallarına ve enerjinin minimumluğu ilkesine uygun olarak doldurulur. Bu geçiş esnasında iki enerji seviyesinin arasındaki farka yaklaşık eşit enerjide yayımlanan fotona o elementin karakteristik X-ışını adı verilir. Bu fotonlar spektrumda karakteristik çizgiler oluştururlar.

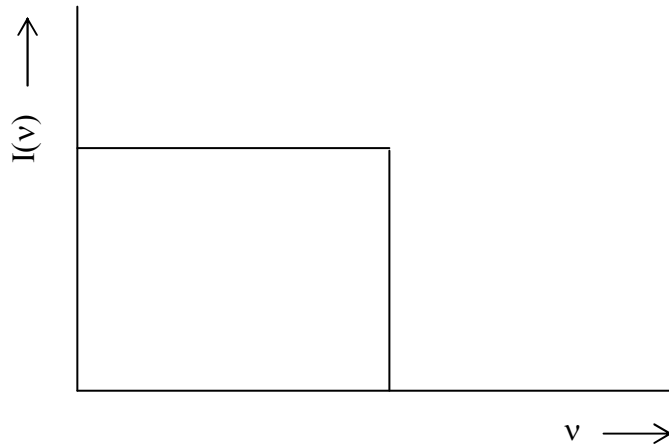
X-ışınlarının genel özellikleri

1. Gözle görünmezler
2. Işık hızıyla doğrusal olarak yayılırlar.
3. Elektrik ve manyetik alandan etkilenmezler.
4. İçinden geçtikleri maddenin yoğunluğuna, kalınlığına ve kompozisyonuna göre farklı şekilde absorbe edilirler.
5. Yansıma, kırılma, kırınım ve polarize olma özelliklerine sahiptirler.
6. Gazları iyonize edebilirler.
7. Sıvıların ve katıların elektriksel özelliklerini etkileyebilirler.
8. Film kâğıdını karartabilirler (fotokimyasal olaylara sebep olabilirler).
9. Fotoelektronları ve geri tepme elektronlarını uyararak serbest bırakabilirler.

10. Genetik mutasyon, hücre ölümü gibi biyolojik reaksiyonlara neden olabilirler.
11. Bir tüp içerisinde yayınlanan sürekli spektrumun bir kısa dalgaboyu limiti vardır.
12. Kimyasal elementin karakteristik bir çizgi spektrumu ile birlikte de yayımlanabilir.
13. Kimyasal bir elementin karakteristik soğurma spektrumu içinde bulunurlar.

### 2.2.a. Sürekli spektrum

Bir X-ışını tüpünden elde edilen spektrum incelenecek olursa, bunun iki kısımdan oluştuğu görülür: karakteristik (çizgi) ve sürekli spektrum. Genel spektrum, beyaz spektrum veya süreklilik (frenleme ışması = Bremsstrahlung = breaking radiation) diye de adlandırılan sürekli X-ışını spektrumu, yüksek enerjili elektronun madde içinde adım adım yavaşlaması veya metallerin çok yüksek sıcaklıkta bulunduğu hallerden elde edilebilirler.  $E$  enerjili elektronların, geçişleri sırasında enerjilerinin değişmeyeceği kadar ince bir levha üzerine geldiğini düşünelim. Teoriye göre spektrum Şekil 2.3'deki gibi olacaktır. Bu şekil bir tek etkileşmeyi göstermektedir.  $I(\nu)$ , birim frekans aralığı başına düşen X-ışını enerjisidir.



**Şekil 2.3.** İnce bir levha üzerine gelen elektronların bir tek etkileşme yapmaları durumunda elde edilen spektrum.

Bunu birim dalgaboyu başına düşen X-ışını enerjisi  $I(\lambda)$ 'ya çevirebiliriz:



$$I(\lambda) = \frac{E}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda^2} \quad (2.1)$$

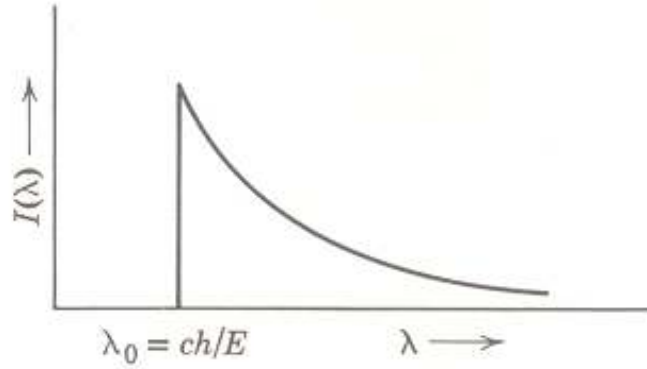
$$I(\nu) = \frac{E}{\nu} = \frac{h\nu}{\nu} = h \quad (2.2)$$

$$\frac{I(\lambda)}{I(\nu)} = \frac{c}{\lambda^2} \Rightarrow I(\lambda) = \frac{c}{\lambda^2} I(\nu) \quad (2.3)$$

$I(\nu) \cong \text{sabit}$  ve  $\nu < \nu_0 = E/h$  olduğundan

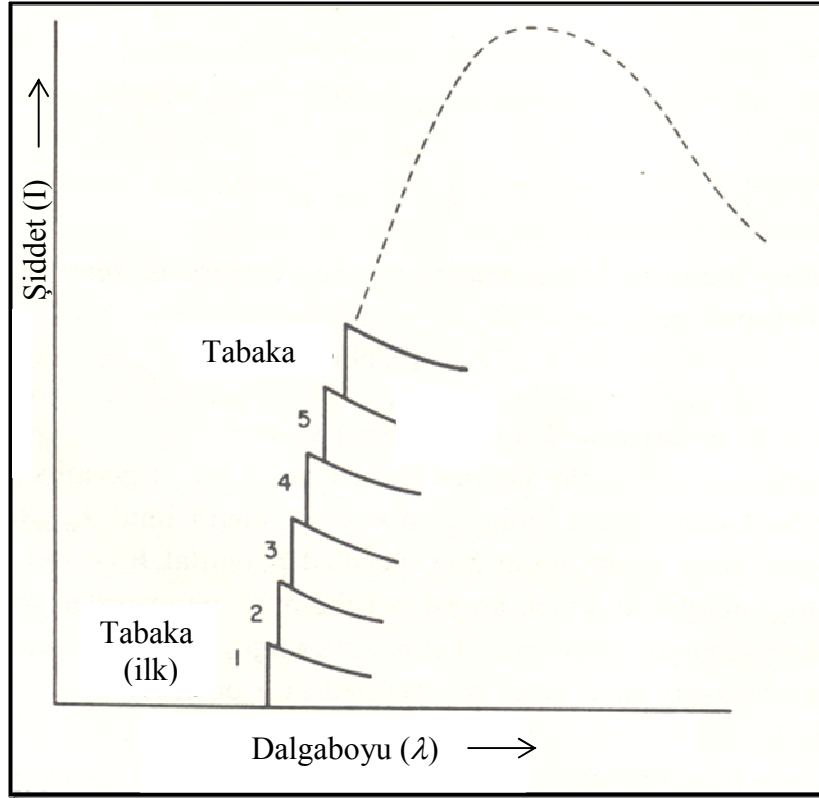
$$I(\lambda) \cong \text{sabit} / \lambda^2 \text{ ve } \lambda > \lambda_0 = c/\nu_0 = hc/E \quad (2.4)$$

olur.



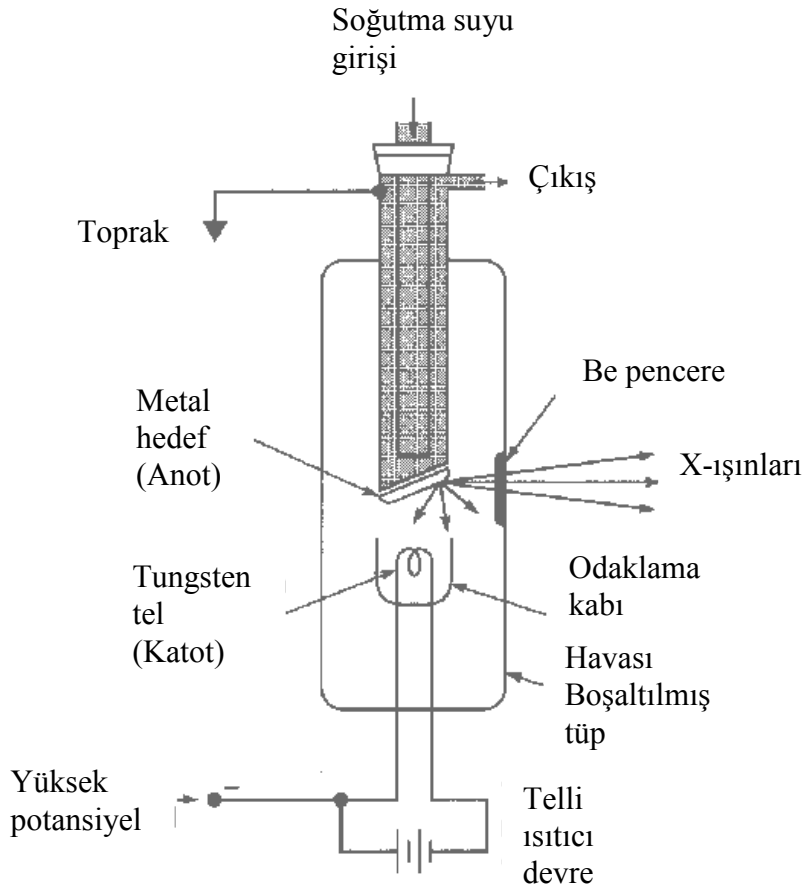
**Şekil 2.4.** İnce bir levha üzerine gelen elektronların bir tek etkileşme yapımları durumunda birim dalgaboyu başına düşen X-ışını enerjisi.

Bu grafik Şekil 2,4.'de verilmiş olup, deneyle uyuşmaktadır. Hatta kalın hedefin (anodun) kullanıldığı deneylerden de neticeler alınmıştır. Süreklilik sekonder (ikincil) uyarmlarla meydana gelmez. "Kalın hedefler, ince hedeflerin üst üste binmesi ile oluşur" şeklindeki bir düşünceyle Şekil 2,5 elde edilmiştir ki bu da deneyle doğrulanmıştır.



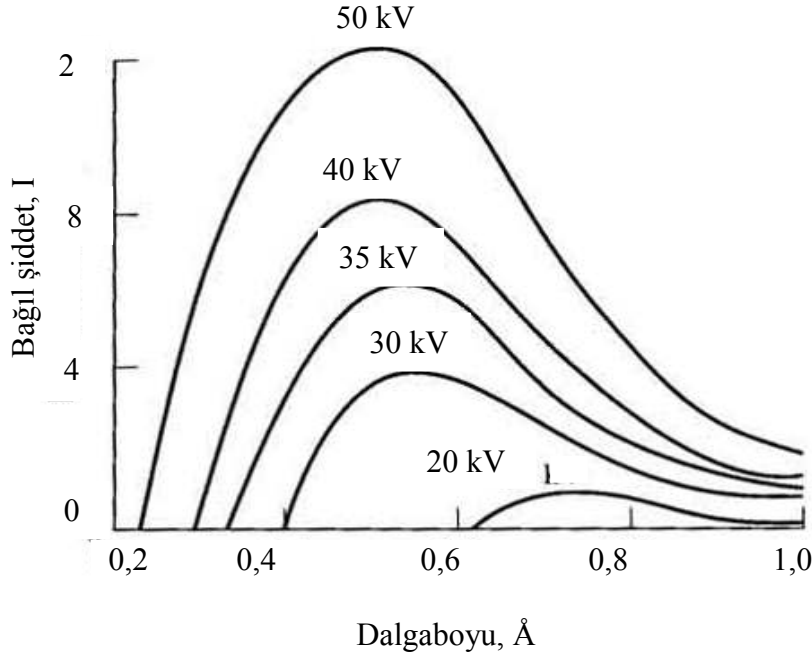
**Şekil 2.5.** Sonsuz kalın bir hedefin sürekli spektrumu.

Bir X-ışını tüpünde (Şekil 2.6) elektronlar anot ile katot arasına uygulanan potansiyelle (20-120 kV) anoda (ki bu Cu, W, Co gibi metallere yapılır) gönderilirler. Gelen elektronlar tüp anodundaki elektronlara enerji aktararak X-ışını çizgisi yayınlanmasına da sebep olabilirler. Ancak gelen elektronun maruz kaldığı tek olay bu değildir. Elektronlar anot atomlarının çekirdekleriyle yakın çarpışmalarda da bulunabilirler. Bu tür Coulomb etkileşmesi saçılmalarından bir tekinde bile gelen elektron büyük ivmelenmelere maruz kalabilir ve büyük açılarda saçılabilir. Çekirdek (elektrona göre) çok büyük kütleli olmasından dolayı önemlice geri tepmeyeceğinden, elektronlar çekirdeklere enerji kaybettiremezler. Ama elektronlar bazen elektromagnetik ışımaya enerji kaybederler. Bu ışımaya sürekli X-ışını spektrumunu oluşturur. Klasik teoriye göre, saçılan her yüklü parçacık ışımada bulunur. Çünkü, Maxwell denklemlerine göre ivmeli yükler ışır.



**Şekil 2.6.** Coolidge tipi bir X-ışını tüpü.

Bir saçılma olayında, büyük miktarda ışıma seyrekçe olabilir. Bu durum, atomdaki durumla karşılaştırılabilir. Atomdaki klasik düşünceye göre, bağlı elektronun ışıma yapması gerekir. Hâlbuki kuantum düşüncesine göre ancak yörünge atlamalarında ışıma mümkündür. Bağlı elektronlar için klasik düşüncenin yanlış, diğerinin doğru olduğunu biliyoruz.

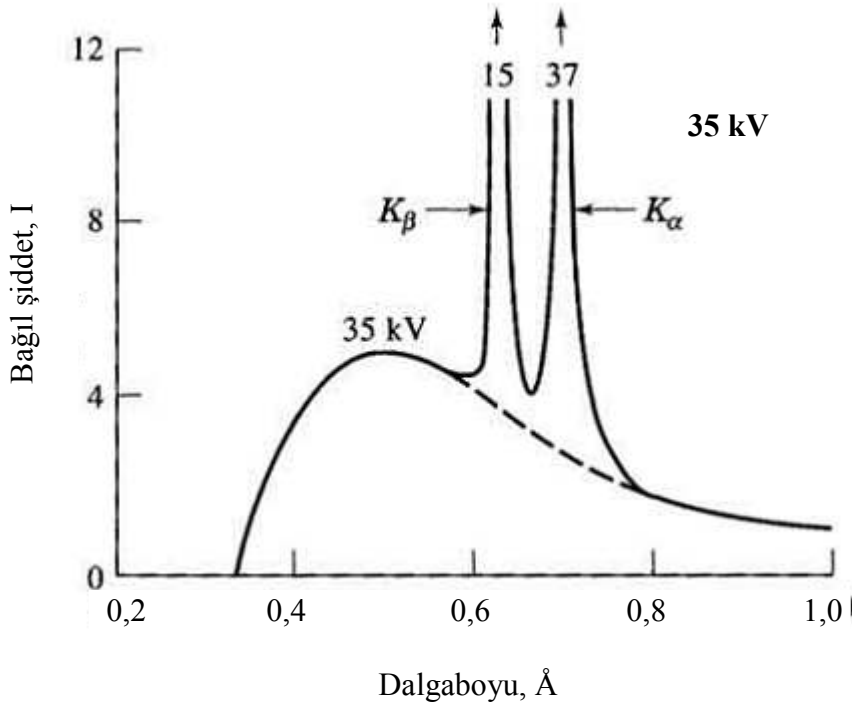


**Şekil 2.7.** Tungsten hedefli bir X-ışını tüpünden elde edilen sürekli ışınımın dağılımı.

Ancak bağılı olmayan saçılmış elektronlar için dahi kuantum teorisi doğru söylemektedir. Bunun yanında klasik düşünce de doğrudur. Yani bağılı olmayan elektron için bu iki teori arasında önemli bir ayrılık yoktur. Sürekli X-ışını spektrumu, hızlandırma potansiyeline bağılı olan fakat hedef materyalinden bağımsız olan kısa dalgaboyu limiti veya kesilme (cut-off) frekansı ile karakterize edilir. Bir kesilme mevcuttur; çünkü, elektron tarafından yayınlanan kuantumun alabileceği en büyük bir değer vardır. Bunun izahı, Einstein'nın kuantum teorisindedir. Bir elektronun,  $V$  potansiyelinde çalıştırılan bir X-ışını tüpünde hareketli olduğunu düşünelim. Anotla etkileşen bu elektron en küçük dalgaboylu ( $\lambda_0 = \lambda_{min}$ ) bir tek X-ışını yayınlanarak sıfır enerjisine düşsün. Flaman ile hedef arasında elektronun kazandığı kinetik enerji  $E_e = eV$ , X-ışını fotonunun enerjisi ise  $E_x = hc / \lambda_{min}$ 'dir. Elektron enerjisinin tamamı bir tek foton olarak yayınlandığında  $E_x = E_e$  alabiliriz. Böylece

$$E_x = E_e = hc / \lambda_{min} = eV \quad (2.5)$$

yazabiliriz. Bu bağıntıdan  $\lambda_{\min} = hc/eV = 12,396 \text{ V}^{-1}$  luk bir dalgaboyu elde edilir. Bu bağıntı "Duane–Hunt Kanunu" olarak bilinir. Her elektron, enerjisinin tamamını bir tek adımda vermez. Çoğu elektronlar enerjilerini birbirine eşit olmayan  $\Delta V$  adımlarıyla verir ki bu adımların her biri  $12,396/\Delta V$  dalgaboylu fotonların yayınlanmasına sebep olur. Çok sayıda elektronun böyle kademeli ışımada bulunması bir sürekli banda veya dalgaboyuna (ki bu dalgaboyu  $\geq \lambda_{\min}$  'dir) sebep olurlar.



**Şekil 2.8.** Molibden hedefli bir X-ışını tüpünden elde edilen çizgi spektrumu.

### 2.2.b. Sürekli spektrumun özellikleri

a) Sürekli spektrumun şekli, anodun tabiatına bağlı olmayıp gelen elektronların enerjisine bağlıdır.

b) Özellikle kısa dalgaboyu kesilme sınırı ( $\lambda_0$ ), gelen elektronun kinetik enerjisi ile ters orantılıdır. Kesilme frekansı  $\nu_0 = c/\lambda_0$ ,  $E = h\nu_0$  ampirik ifadesine uyar.

c) Gelen her bir elektron başına düşen toplam X-ışını enerjisi spektrumun sürekli kısmındaki  $\lambda$  üzerinden integrali ile orantılı olup  $W = kZE^2$  ampirik bağıntısına uyar. Burada  $W$  ve  $E$ 'nin MeV olarak alınması halinde  $k \cong 0,7 \cdot 10^{-4}$  olup,  $Z$  anodun atom numarasıdır. Böylece elektronun X-ışınına dönüşen kinetik enerji kesri;

$$W / E = kZE \quad (2.6)$$

olacaktır.  $Z = 90$ ,  $E = 0,05$  MeV için  $W / E = \% 0,3$ 'dür.  $W / E$ , toplam elektron başına düşen X-ışını enerjisinin, elektronun enerjisine oranını gösterir. Burada  $k$  ve  $Z$  sabit olduğundan  $E$  değiştikçe  $W / E$  de değişir.

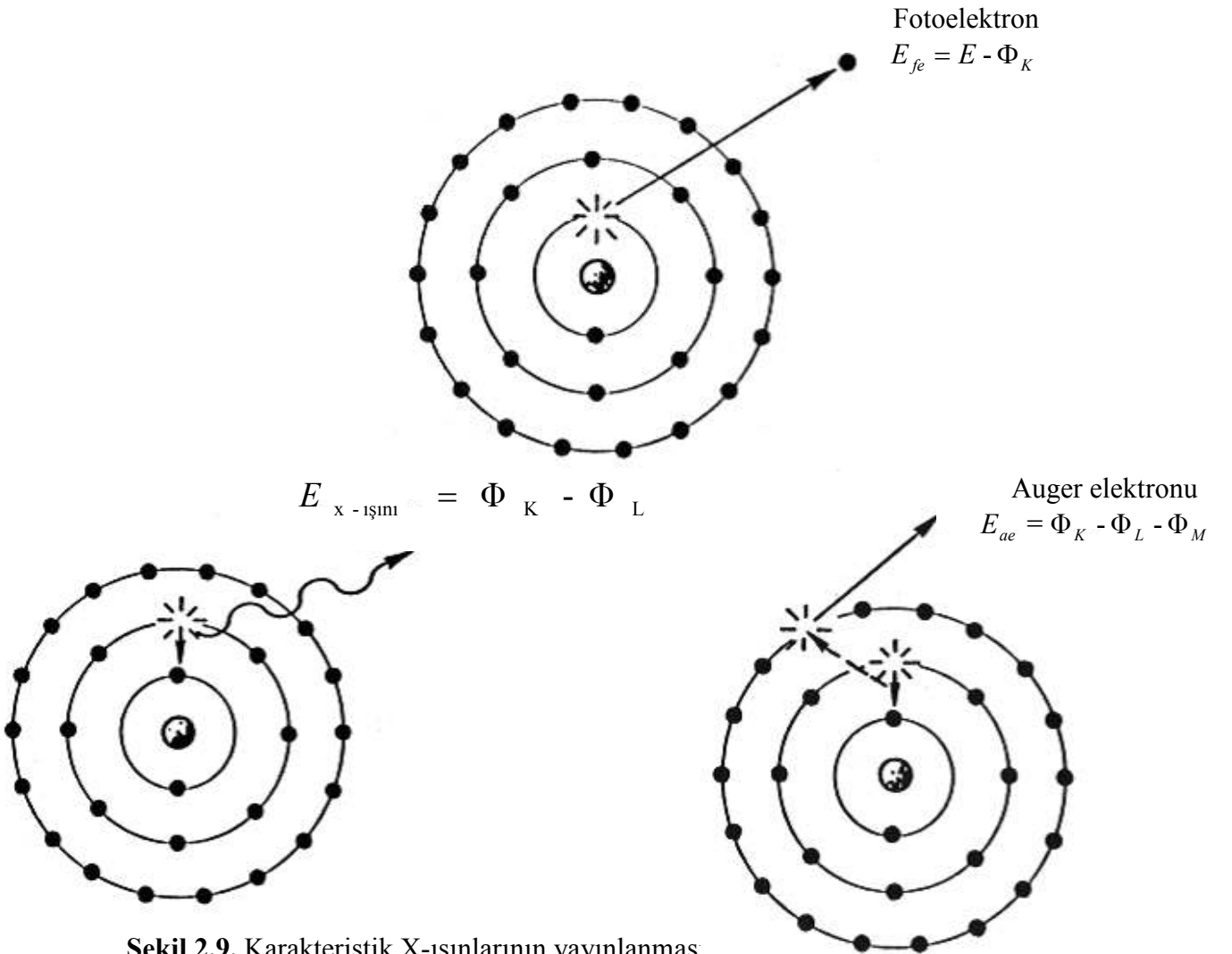
$\beta$  ışınları, iç dönüşüm elektronları, Compton geri tepme elektronları ve Auger elektronları sürekli X-ışını verirler. Ancak elektronlardan başka diğer yüklü parçacıklar önemli sayılabilecek bir sürekli spektrum vermemektedirler.

### 2.2.c. Karakteristik X-ışını ve yayımlanması

Karakteristik X-ışınlarının üretimi; hedef materyaldeki orbital elektronlarının, iç atomik tabakalarda izinli enerji seviyeleri veya orbitaller arasındaki geçişleri ile olur. K kabuğundan bir elektron, elektron bombardımanı veya foton soğurma yoluyla dışarı atıldığında atom iyonize olur ve iyonda bir üst enerji seviyesine gider.

İyonun sahip olduğu enerji fazlası, K elektronunun atomun dışında bir serbest enerji seviyesine çıkması için gereken enerjiye eşittir; yani, atomu terk etmesi için gereken enerji miktarına eşittir. K seviyesinde oluşan bu elektron boşluğu, L seviyesindeki bir elektron tarafından doldurulursa bu transfere iki seviye arasındaki enerji farkına eşit veya yakın enerjide bir X-ışını yayımlanması eşlik eder işte bu X-ışını karakteristik  $K_{\alpha}$  ışını olarak adlandırılır. Bu işlemin sonunda L seviyesinde bir boşluk kalır. Bu boşlukta daha üst seviyelerden veya daha başka bir yolla (elektron yakalama gibi) doldurulur. Diğer taraftan K'da oluşacak bir boşluk mutlaka L'deki bir elektron tarafından

doldurulmak zorunda değildir. Eğer atomda yeterli elektron varsa  $K'$  daki bu boşluk  $M'$  deki bir elektron tarafından da doldurulabilir. Bu geçişe eşlik eden X-ışını  $K\beta$  olur.  $N$  kabuğundaki elektronlardan biri tarafından doldurulursa  $K\gamma$  çizgisine karşılık gelen fotonlar yayımlanır. Şayet hedef materyali üzerine çarpan elektronların enerjileri  $K$  kabuğundan elektron sökecek kadar büyük değilse,  $L, M, N, \dots$  kabuklarının birinden bir elektron sökülebilir ve bu kez  $K$  kabuğuna benzer olarak  $L$  kabuğunda meydana gelen boşluğun  $M, N, \dots$  kabuklarındaki elektronlarca doldurulması esnasında  $L\ell, L\alpha, L\beta, L\gamma$  ışınları,  $M$  kabuğu için  $M\alpha, M\beta, M\gamma, \dots$  ve  $N$  kabuğu için  $N\alpha, N\beta, N\gamma, \dots$  ışınları, kısacası  $L, M$  ve  $N$  serileri ortaya çıkmış olur (Şekil 2.9). Atom numarası arttıkça çekirdek yükü arttığı için seviyeler arasındaki enerji farkı da artar. Bu nedenle daha ağır elementlerde  $K$  serisi ışınları daha kısa dalgalı boylarında görülür.



Şekil 2.9. Karakteristik X-ışınlarının yayınlanması

### 2.2.d. İç atomik tabaka iyonizasyonu

Belirtildiği gibi karakteristik X-ışını emisyonu, iç atomik tabakalar arasındaki iyonizasyondan oluşur. Bu iyonizasyona elektron, proton ve  $\alpha$ -parçacığı gibi bir parçacığın yayımlanması ya da yeterli enerjiye sahip bir foton yayımlanması eşlik edebilir. Bir  $i$  elementinin iç atomik tabakadaki elektronunun iyonize olma tesir kesiti

$$Q_i = \pi e^4 n_s b_s \frac{\ln U}{UE_{c,i}^2} \quad (2.7)$$

olarak ifade edilir. Burada

$$U = \frac{E}{E_{c,i}} \quad (2.8)$$

$i$  elementinin bir atomunun iyonize olması için gereken yörüngenin herhangi bir noktasındaki elektronun anlık enerji oranı olarak tanımlanan atlama voltajıdır. Burada  $E_{c,i}$ , kritik uyarma enerjisi,  $n$  ve  $b$  ise özel bir tabaka için sabitlerdir.

$$K : \text{ için } \quad n_s = 2, \quad b_s = 0,35 \quad (2.9)$$

$$L : \text{ için } \quad n_s = 8, \quad b_s = 0,25 \quad (2.10)$$

dir.  $Q_i$  iyonizasyonunun tesir kesiti (olma ihtimaliyeti),  $U \approx 3 - 4$  de bir maksimumla gösterilen atlama voltajına sıkı sıkıya bağlıdır. Bir iç atomik tabakanın bir parçacıkla iyonize olması

$$\sigma_i = \frac{8\pi^2 q^2 f_s}{Z^4 \eta_s}$$

(2.11)

İle verilir. Buradaki  $r (= 2,818 \cdot 10^{-13} \text{ m})$  elektronun klasik yarıçapı,  $q$  parçacık şarjı,  $Z$  hedef materyalin atom numarası,  $f_s$  belli bir tabakanın elektronlarının dalga boyuna bağlı bir faktör ve  $\eta_s$  söz konusu parçacığın enerji fonksiyonudur.

Elektromanyetik radyasyon oluşumunda, iç atomik tabakalar arasındaki iyonizasyon fotoelektrik olayın bir sonucudur. Bu olay bir fotonun kayıp olmasını ve absorbe atomu uyarılmış durumda bırakan bir elektronun yayımlanmasını içerir. Yayımlanan fotoelektronun kinetik enerjisi  $h\nu$  foton enerjisi ile elektronun atomik bağlanma enerjisi



$E_c$  (iyonizasyon enerjisi olarak da adlandırılır) arasındaki farka eşittir. Kritik absorpsiyon dalga boyu  $\lambda(A^\circ) = 12,4keV$  ile verilen kritik absorpsiyon enerjisine bağlıdır.

Absorpsiyon kıyasından çok uzakta ve rölativistik olmayan bölgede K tabakasından bir elektronun yayımlanma tesir kesiti

$$\tau_K = \frac{32\sqrt{2}}{3} \pi r_0^2 \frac{Z^5}{(137)^2} \left( \frac{m_0 c^2}{h\nu} \right)^{7/2} \quad (2.12)$$

ile verilir. Bu eşitlik absorpsiyon kıyasına yakın bölgeler için tam uygun bir ifade değildir. Bu nedenle bu eşitlik,  $f(X)$  doğrulama faktörü ile çarpılmalıdır.

$$f(X) = 2\pi \left( \frac{D}{h\nu} \right)^{1/2} \frac{e^{-4X \arccot X}}{1 - e^{-2\pi X}} \quad (2.13)$$

burada,

$$X = \left( \frac{D}{h\nu - D} \right)^{1/2} \quad (2.14)$$

ve

$$D \approx \frac{1}{2} (Z - 0.3)^2 \frac{m_0 c^2}{(137)^2} \quad (2.15)$$

dir.

Söz konusu fotonun enerjisi  $m_0 c^2$  düzeyinde ya da daha büyükse, fotoelektrik etkinin relativistik tesir kesiti kullanılmalıdır.

### 2.2.e. X-Işınlarındaki spektral seriler

Bir emisyon çizgisinin enerjisi, her biri atomun belli bir durumunu temsil eden iki terim arasındaki fark bulunarak hesaplanabilir.  $E_1$  ve  $E_2$  atomun iki ayrı enerji seviyesini gösteren değerler ise bir X-ışını çizgisinin frekansı dolayısıyla enerjisi,

$$\nu = \frac{E_1 - E_2}{h} \quad (2.16)$$

eşitliği ile bulunur.

Genel notasyonlar kullanılarak  $E$  enerjisi, atom numarası ve kuantum sayıları ile şöyle ifade

edilebilir;

$$\frac{E}{Rh} = \frac{(Z - S_{n,l})^2}{n^2} + \alpha^2 \frac{(Z - d_{n,l,j})}{n^3} \left( \frac{1}{1 + \frac{1}{2}} - \frac{3}{4\pi} \right) - \alpha^2 \frac{(Z - d_{n,l,j})^4}{n^3} \frac{j(j+1) - l(l+1) - s(s+1)}{2l(l + \frac{1}{2})(l+1)} \quad (2.17)$$

$S_{n,l}, d_{n,l,j}$  atomun alanındaki elektronların etkilerini hesaba katmak için kullanılması gereken ayırma sabitleri;  $R$ , atom numarası  $Z > 5$  olan elementler için geçerli olan ya da tüm X-ışını bölgesinde geçerli olan evrensel Rydberg sabiti;  $\alpha$  ise

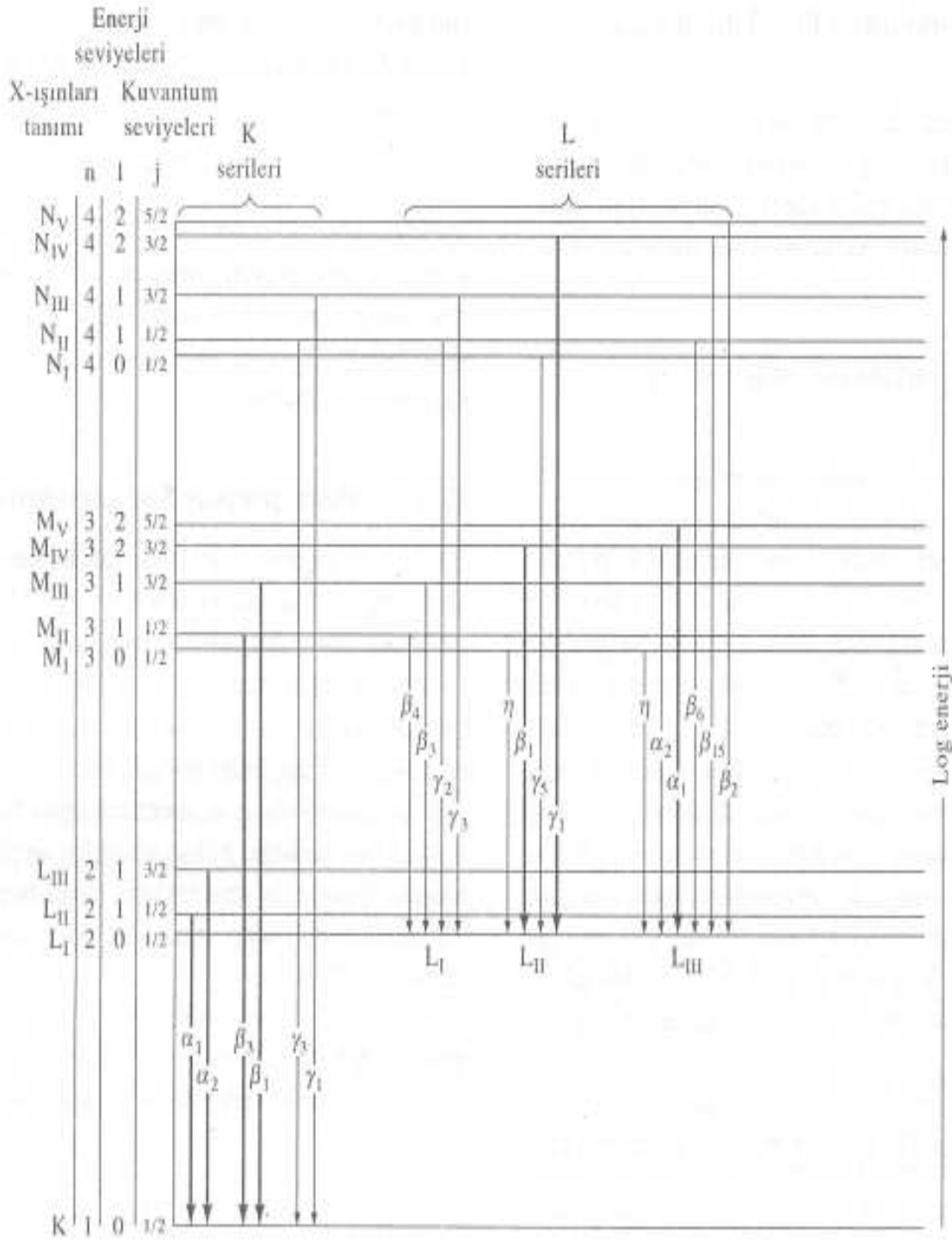
$$\alpha = \frac{2\pi e^2}{hc} \quad (2.18)$$

ile ifade edilen iyi bir yapı sabitidir.

X-ışını spektrum teorisi izinli geçişlerin varlığını açıklar. Belli sayılarda geçiş izinli, kalan bütün geçişler yasaktır. En şiddetli çizgileri elektrik dipol ışınması oluşturur.

Geçişler, kuantum numaraları ile değişen seçilmiş kurallar ile belirlenir:

$\Delta l = \pm 1$ ,  $\Delta j = 0$  ya da  $\pm 1$  ancak  $0 \rightarrow 0$   $j$  geçişi yasaktır.



**Şekil 2.10.** X-ışınlarının oluşumunda en yaygın geçişleri gösteren enerji seviyeleri diyagramı. Kabuklar arası geçişte en şiddetli çizgiler daha kalın oklarla gösterilmiştir.

Dirac'ın radyasyon teorisine göre dipol radyasyon olarak yasaklanmış olan geçişler, elektrik kuartropol ve manyetik dipol geçişleri gibi multipol radyasyon geçişleri oluşturabilirler. Elektrik kuartropol geçişler için seçim kuralları,

$$\Delta l = 0 \text{ ya da } \pm 2,$$

$$\Delta j = 0, \pm 1 \text{ ya da } \pm 2$$

ancak  $j$  için  $0 \rightarrow 0$ ,  $\frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{2}$  ve  $0 \leftrightarrow 1$  geçişleri yasaklanmıştır.

Manyetik dipol geçişleri için seçim kuralları,

$$\Delta l = 0,$$

şeklindedir. ancak  $\Delta j = 0$  ya da  $\pm 1$

$j$  için  $0 \rightarrow 0$  geçişi yasaklıdır.

Bir elementin karakteristik X-ışını çizgisinin dalga boyunu veren ifade

$$\frac{1}{\lambda} = k(Z - \sigma)^2 \quad (2.19)$$

dir. Bu ifade Moseley kanunu olarak adlandırılır.  $Z$ , ilgili elementin atom numarası;  $k$ , belli bir spektral seri için sabit;  $\sigma$ , atomdaki diğer elektronlardan kaynaklanan istenmeyen etkiyi düzelteren ayırma sabitidir. Moseley kanunu X-ışını spektrumunun sistematize edilmesinde önemli bir rol oynar. Pratikte bağıl spektral çizgi şiddetleri sabit değildir; çünkü, şiddet sadece elektron geçiş ihtimaliyetine bağlı olmayıp değişik etmenlerden de etkilenmektedir.

Bir seri X-ışını piki düşünüldüğünde  $K\alpha$ 'nın  $P_{K\alpha}$  geçiş ihtimaliyeti,  $K\alpha$ 'nın toplam  $K$  spektrumuna kesri,

$$P_{K\alpha} = \frac{I(K\alpha_1 + K\alpha_2)}{I(K\alpha_1 + K\alpha_2) + I(K\beta_1 + K\beta_2)} \quad (2.20)$$

şeklinde ifade edilir.

Wernisch, farklı elementler için  $P_{K\alpha}$  geçiş ihtimaliyetini hesaplamak için çok kullanışlı bir ifade üretmiştir:

$$P_{K\alpha} = \begin{cases} 1,052 - 4,39 \times 10^{-4} Z_i^2 & 11 \leq Z_i \leq 19 \\ 0,896 - 6,575 \times 10^{-4} Z_i & 20 \leq Z_i \leq 29 \\ 1,0366 - 6,82 \times 10^{-3} Z_i + \\ 4,815 \times 10^{-5} Z_i^2 & 30 \leq Z_i \leq 60 \end{cases} \quad (2.21)$$

Üç alt tabakaya bölünen  $L$  seviyesi için birçok elektron geçişi mevcuttur.  $L_3$  üç alt tabakadaki geçiş ihtimaliyetlerinin toplamı sonucu yayınlanan  $L\alpha_1$  ve  $L\alpha_2$  radyasyon geçişlerinin bir oranı olarak tanımlanan  $P_{L\alpha}$  geçiş ihtimaliyeti

$$P_{L\alpha,i} = \begin{cases} 0,944 - & 39 \leq Z_i \leq 44 \\ 4,461 \times 10^{-1} + 5,493 \times 10^{-2} Z_i - & \\ 7,711 \times 10^{-4} Z_i^2 + 3,525 \times 10^{-6} Z_i^3 & 45 \leq Z_i \leq 82 \end{cases} \quad (2.22)$$

şeklinde ifade edilir.

### 2.3. Dalgaboyu Ayrımlı X-Işını Spektrometreleri

X-ışını flöresans (XRF) ve elektron probe analizinde (EPA) kullanılan spektrometreler iki tiptir. Bunlardan biri, numuneden yayınlanan X-ışını spektrumunu dalgaboyu bileşenlerine göre ayıran kristallerin kullanıldığı dalgaboyu-ayrımlı-spektrometre (WDS), diğeri ise aynı amaç için, farklı enerjili X-ışınlarına karşılık farklı büyüklükte puls üreten elektroniğin kullanıldığı enerji-ayrımlı-spektrometrelerdir (EDS). Elbette ki, enerji ve dalgaboyu, esasen birbirinden alâkasız nicelikler olmayıp, bunlar birbiri ile ters orantılıdır.

Kırınım cihazının X-ışını gonyometresi, ilk ticari sistem olarak 1940 civarında piyasadaydı. 1995 itibariyle çalışmakta olan dalgaboyu ayrımlı cihaz sayısı 14000 kadardır ki bunların %20'si çok kanallı spektrometrelerdir. 2000 kadar da enerji ayrımlı cihaz bağımsız olarak çalışmakta olup, ayrıca 1500–2000 kadarı elektron ve diğerk mikroproblara bağlıdır. Gene birkaç on tanesi uyarıcı olarak synchrotron ve lineer

hızlandırıcılara bağlıdır. Bu cihazların %10'u jeolojik araştırmalarda ve prospecting (sequential and simultaneous spectrometers) 'de kullanılmaktadır.

XRF, kalitatif analizlerde rakipsiz olup, berilyumdan uranyuma kadar olan tüm elementlerin ve hatta transuranyum elementlerin de analizinde kullanılmaktadır. Burada kullanım 0,1 ppm ve %100 aralığındadır. Ancak, plazma emisyon spektrometri, atomik absorpsiyon spektrometre ve nötron aktivasyon analiz spektrometresi daha küçük dedeksiyon sınırına sahiptirler. Dedeksiyon sınırı, maksimum hassasiyet (precision) ve doğruluk (accuracy), tabii ki numune homojenliğı ve sayma istatistikleri ile birlikte, bunların uygulama sınırlarını belirler.

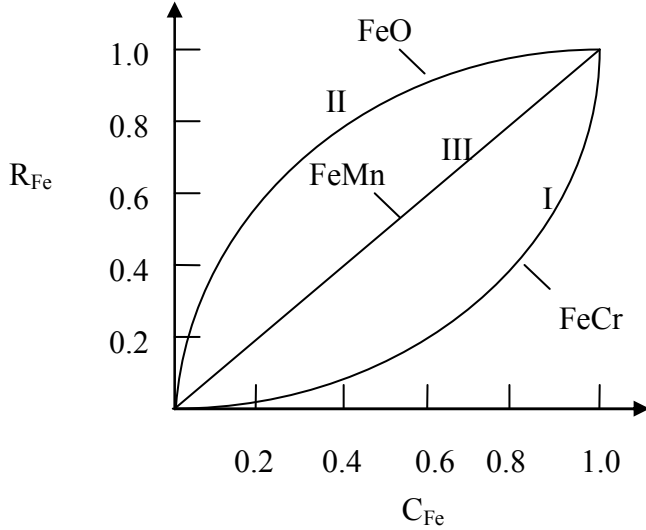
Burada amacımız dalgaboyu ayırımı X-ışını spektrometresinin kullanılmasını sağlayan temel prensipleri belirlemektir. XRF'in kalitatif uygulamasının temeli olan Moseley kanunu;

$$\sqrt{\nu} = \sqrt{\frac{c}{\lambda}} = k(z - \sigma) \quad (2.23)$$

Şeklinde olup, burada  $\nu$  frekans (Hz cinsinden),  $c$  ışık hızı (m/s cinsinden),  $\lambda$  dalgaboyu (m cinsinden),  $k$  verilen bir seri için bir sabit,  $\sigma$  ise perdeleme sabitidir.

Herhangi bir spektral çizginin şiddeti bu çizgiyi veren atomların numunedeki sayısı ile orantılıdır. Bu hususta basit lineer orantılılık maalesef bir kural değildir. Kütle azaltma katsayısının anlamından bildiğimiz üzere, analit çizgi şiddeti hem aynı hem de ayrı cins atomlarca azaltılırlar.

Şayet matris, soğurma kıyısı dalgaboyu analit çizgisi dalgaboyundan büyük olan elementler ihtiva ediyorsa o zaman kuvvetli soğurma olur. Diğer taraftan bu durum diğer matris elementlerinin çizgilerinin şiddetlenmesine de sebep olur ki bu olay sekonder (ikincil) flöresans olarak bilinir.



**Şekil 2.11.** Bağlı şiddet ile ağırlık konsantrasyon arasındaki ilişki.

Bu işlem diğer matris elementleriyle tekrarlanabilir de. İkincil veya daha üst mertebeden flöresanslar, şiddet ile konsantrasyon arasındaki basit lineerliğe zarar veren en basit komplikasyonlardır. Şekil 2.11, bağlı şiddet (ölçülen şiddetin, saf element için ölçülen şiddete bölünmesiyle elde edilen şiddet) ile ağırlık konsantrasyon arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Şekildeki I eğrisi, analit çizgisinin sadece soğurulma ile azaltıldığı durumu göstermektedir. Şayet ikincil şiddetlendirme olsa, o zaman analit çizgi şiddeti sadece primer uyarmanın varlığındakinden daha fazla olur ki bu durumda eğri, doğru çizginin üst kısmında yer alır. Benzer durum, matrisinin kütle azaltma katsayısı, kendi çizgisi

için kendi kütle azaltma katsayısından küçük olan numuneler için de söz konusudur (bu durum Şekil 2.11'de FeO içindeki Fe için II eğrisi olarak gösterilmiştir). Bir istisnai durum olarak azalma ile şiddetlendirme birbirlerini telafi ederek III eğrisi elde edilebilir.

Burada anlatılanların hepsi dalgaboyuna bağlı olaylardır. Demek ki şiddet-konsantrasyon hesaplamalarında soğurma kıyısı esas alınarak tüm uyarımlar hesaba katılmalıdır.

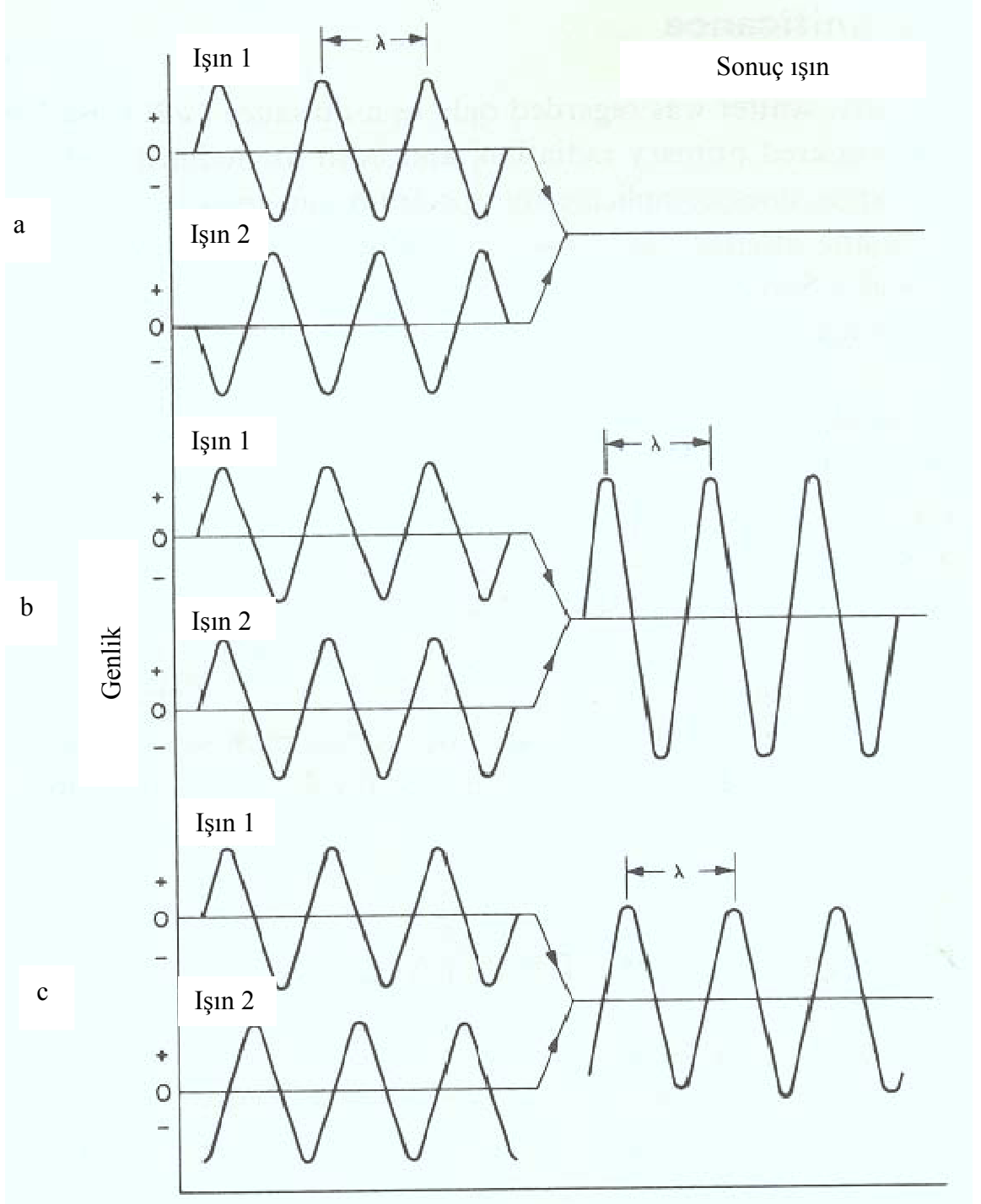
### 2.3.a. Kristallerde kırınım

WDXRS'de analizör kristali ikincil karakteristik X-ışını şuanını her bir dalgaboyu ayrı ayrı ölçülebilecek şekilde dağıtır. Bunun izahı için X-ışınlarının kristallerde kırınımını bilmek gerekir. Kırınım belli etkilerde (ki buna, kristal numunelerde primer şuanın kırınımı ve kolimatör levhalardan ikincil şuanın kırınımı sebep olur) önemlidir. Kırınım, unmodifiye olarak koherent saçılan X-ışınlarının girişiminden kaynaklanmaktadır. Şekil 2.12, aynı dalgaboylu üç faz ilişkisi için iki ışının girişimini göstermektedir. Şekil 2.12 a'da bir yarım dalga faz dışı ( $180^\circ$ ) olup tam olarak yıkıcı girişim veya yok olma söz konusudur. Şekil 2.12 b'de tam yapıcı girişim vardır; yani, bu iki dalga faz içidir ve birbirlerini kuvvetlendirirler. Sonuç: gelen ışınlarla aynı dalgaboylu ve genliği gelenlerin genlikleri toplamına eşit olan bir dalga oluşur (tam yapıcı girişim). Şekil 2.12 c ise bütün ara faz ilişkilerini temsil etmektedir. Sonuç, gelen ışınlarla aynı dalgaboylu fakat genliği gelen dalgaların genlikleri toplamına eşit olan bir dalgadır.

X-ışınlarının kristallerde kırınımına en iyi örneklerden biri Laue desenleridir. Şekil 2.13'de görüldüğü gibi  $\nu$  frekanslı ve  $\lambda$  dalgaboylu, kolime edilmiş tek renkli bir X-ışını demeti düzlemler arası mesafesi  $d$  olan bir kristal düzlemleri (hkl) takımına gelsin. Kristal örgüdeki atomlar, gelen X-ışınlarıyla aynı dalgaboylu küresel ışıyıcılar olarak  $\nu$  frekansıyla salınacak (osilasyon yapacak) şekilde uyarılırlar. Bu koherent saçılma

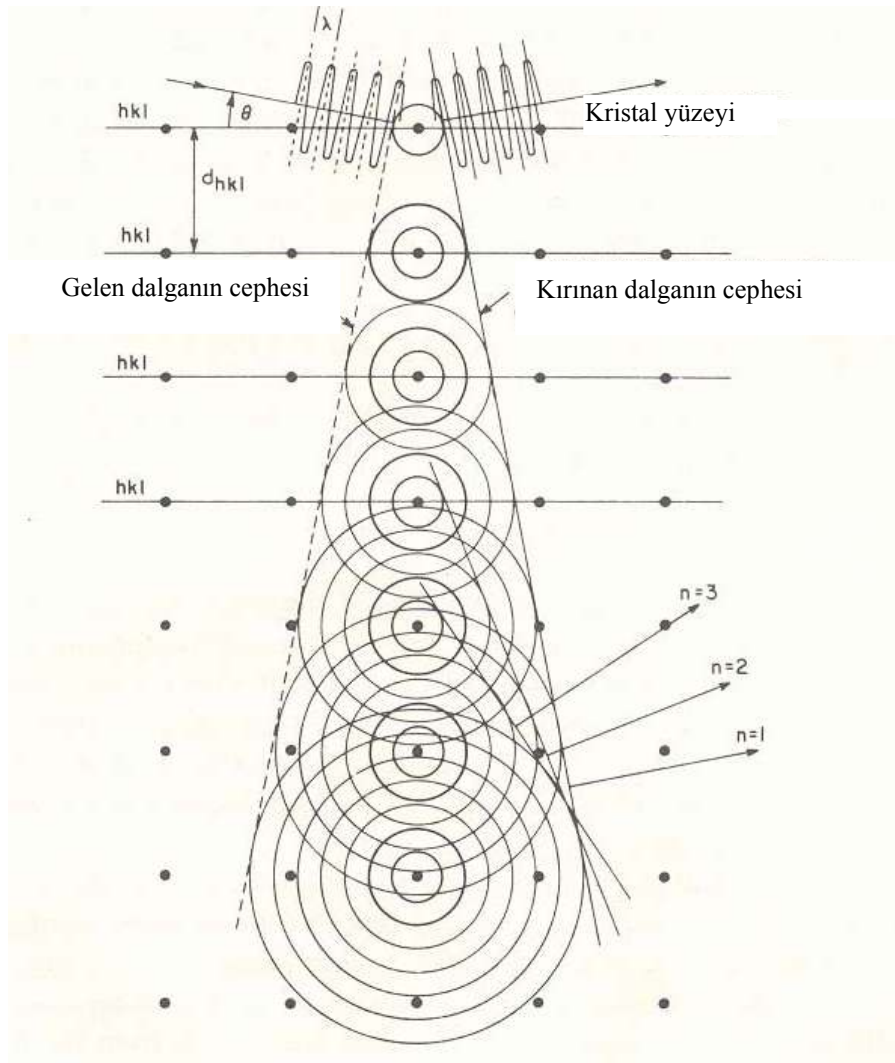


işlemdir. Çoğu yönlerde, saçılan ışınlar faz dışı olup, yıkıcı girişim yaparlar. Fakat belli yönlerde bunlar faz içidirler ve karşılıklı olarak birbirlerini güçlendirirler. Verilen bir yönde güçlenen X-ışını grupları kırınmış X-ışını şuasını oluştururlar.



**Şekil 2.12.** Aynı dalgaboylu iki ışının üç faz ilişkisi için girişimi.

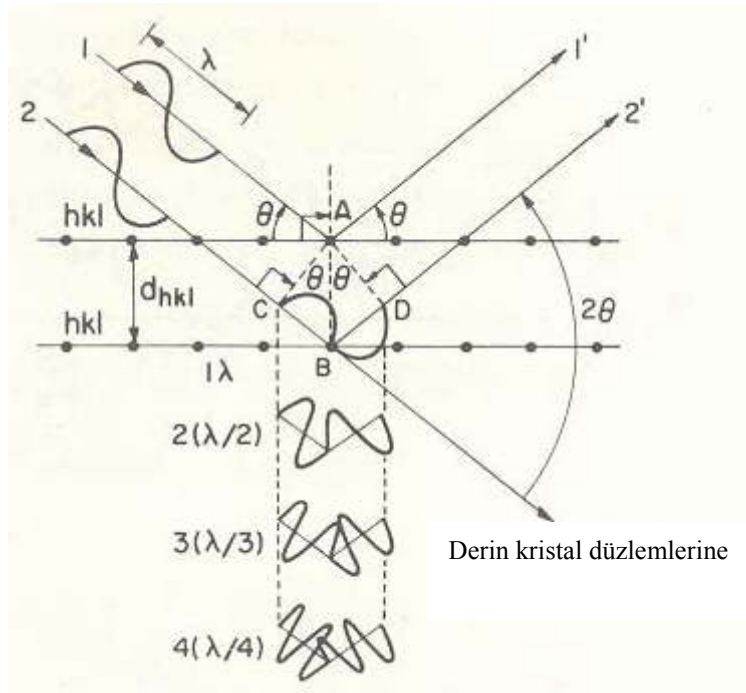
Kırınım için şartlar şunlardır: 1) Kırınım düzlemleri (hkl) ile gelen ve kırınan şuların yaptıkları açılar eşittir; 2) Gelen ve kırınan şuların doğrultuları ve kırınım düzlemlerinin normalleri aynı düzlemedirler; 3) Her bir atom tarafından (kırınım şuaı yönünde) yayımlanan dalgalar faz içidirler. Şekil 2.13  $\lambda$ 'nın birinci mertebeden ( $n=1$ ) kırınım şartını göstermektedir.



Şekil 2.13.  $\lambda$ 'nın birinci mertebeden ( $n=1$ ) kırınım şartı.

### 2.3.b. Dalgaboyu ayırımının esasları

Kristal monokromatör, dalgaboyu-ayırımı spektrometrelerin kalbidir. X-ışını bölgesindeki elektromanyetik ışmanın dalgaboyu ayırımı, diğer bazı ışınlar için kullanılan normal kırınım ağlarıyla yapılamaz, ancak sadece kristallerden kırınım ile veya uzun-dalgaboylu X-ışınları için çoklu tabakalarla (multilayers) yapılabilir. Şimdi bu işin prensibini açıklayalım: Bunun için, aynı doğrultuda ilerleyen, eşit genlikli faz içi elektrik vektörlerine sahip,  $\lambda$  dalgaboylu X-ışınlarının bir monokromatik şuanını dikkate alalım. Bu paralel şuanın kristal üzerine  $\theta$  açısıyla geldiğini (bu açı, şuanın kristal düzlemi veya düzlemleriyle yaptığı açıdır) kabul edelim. Saçılan ve kırınan ışınlar eşit  $\lambda$ 'lı fakat bunlardan sadece faz ilişkisinin korunduğu yönde gidenler yapıcı girişimde bulunurlar.



Şekil 2.14. Kristallerde kırınım şartı.

Bu ise ancak, Şekil 2.14'te görüldüğü üzere, 1 ve 2 ışınlarının ABC yol farklarının ışının dalga boyunun tam katlarına eşit olması halinde vukuu bulur. Şekil 2.14'ten açıktır ki bu yol farkı  $\lambda$ 'nın tam katlarına eşit olmalı:

$$AB + BC = d \sin \theta + d \sin \theta = n\lambda \quad (2.24)$$

veya

$$n\lambda = 2d \sin \theta \quad (2.25)$$

Burada  $n$  komşu düzlemlerden saçılan ışınlar arasındaki dalga boyu farkının sayısını temsil eder. IUPAC'a göre sıra  $n$  ile gösterilir. Şayet  $n=1$  ise fark bir dalga boyu olup kırınımın birinci mertebeden (sıradan) ve şayet  $n=2$  ise kırınımın ikinci mertebeden olduğu söylenir ve bu böyle devam eder gider.

$\theta$  'dan farklı açılarda yayınlanan tüm X-ışınları faz dışı olduklarından ve yıkıcı girişimde bulunacaklarından bunların bir katkısı olmaz veya yok kabul edilirler. Şekil 2.14'e dikkat edilirse, Bragg saçılmasında, gelme ve gitme açıları (optik ışınların aynadan yansımada olduğu gibi) birbirine eşittir. Ancak kırınımın klasik optikteki yansımaya benzetilmesi anlamsızdır; çünkü kırınım bir düzlem işlemi olmayıp, bir hacim işlemidir. Az verimlidir (şiddette büyük değişme var) ve ancak belli açılarda çalışılabilir; yani, Bragg şartı sağlanmalıdır. Optik ışınların yansımalarıyla X-ışınlarının yansımaları arasındaki tam benzerlik sadece grazing açısında (Brewster açısından daha küçük) vardır. Bu tamamen kırma indisinin (ki bu X-ışınları için 1 civarındadır) sonucudur.

Böylece analizleyici kristalin çevresindeki hacimdeki bazı yönlerde, monokromatik X-ışını kırınımı elde etmek için gerekli statik şart verilmiş oldu. Peki, polikromatik X-ışını şuası durumunda ne olur? Bir kristal için, farklı sebeplerden dolayı bir düzlemler takımı

seçildi ve  $d$  sabitti. Sadece birinci mertebeden kırınım ile ilgileniliyorsa ve gelen şuada mevcut bütün  $\lambda$ 'lar yapıcı girişim gerçekleştiriyorsa o zaman tek değişken  $\theta$ 'dır:

$$\lambda = \text{sabit} \sin \theta \quad (2.26)$$

$\theta$  kırınım açısı, bir gonyometre kolu üzerine yerleştirilen bir dedektörle belirlenebilir. Dedektör, analizleyici kristalin makroskobik düzleminden geçen bir eksen etrafında dolandırılır. Sabit pozisyonlu bir kaynak için dedektör  $2\theta$  açısıyla dolandırılırken analizleyici kristal  $\theta$  açısını tarayacak şekilde döndürülür. Dalgaboyu,  $2d = \text{sabit} \sin \theta$ 'dan hesaplanabilir. Burada dikkat edelim ki bu, sadece birinci mertebeden kırınım için geçerlidir. Şayet ikinci mertebeden kırınım kullanılıyorsa, dalgaboyu yarı değerine sahip olacaktır. Kristalden birinci sıradan kırınım olması için maksimum dalgaboyu  $\lambda_{\max} = 2d$  olmalıdır; çünkü,  $\sin \theta \leq 1$  dir.

Dalgaboyu enerjiyle ilişkili olduğundan, bunlardan birini diğerine dönüştüren bir eşitlik daha yazılabilir:

$$E = \frac{12398,5}{\lambda} \quad (2.27)$$

Burada  $E$  elektronvolt (eV)  $\lambda$  ise Angström (Å) cinsindedir. Halen X-ışını spektroskopistleri enerji için eV veya keV'i, dalgaboyu için Å'ü yaygınca

kullanmaktadırlar. Uluslararası anlaşmalara göre Joule ve nanometre kullanılırsa

$$E = \frac{12398,5}{\lambda} 1,98645 \times 10^{-16} J \quad (2.28)$$

olur. Aynı gonyometre pozisyonu için farklı sıralarda farklı dalgaboyunun varlığı, dalgaboyu ayırmalı spektrometreler için özel bir sonuç verir. Gonyometrenin (ve

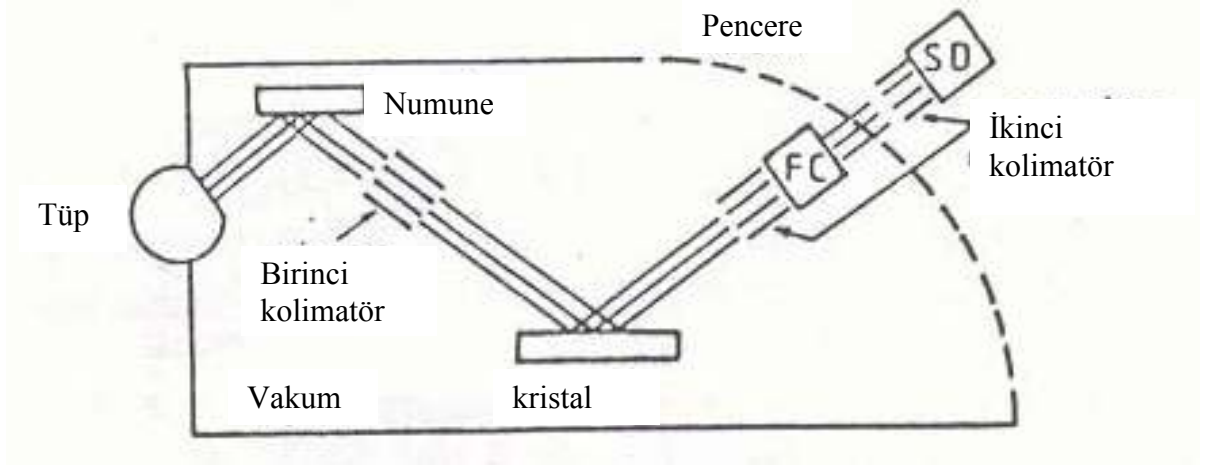
dedektörlerin) bir pozisyonu için, birinci mertebeden kırınım dalgaboyu  $\lambda=0,6 \text{ \AA}$ , ikinci mertebeden kırınım dalgaboyu  $\lambda=0,3 \text{ \AA}$ , üçüncü mertebeden kırınım dalgaboyu  $\lambda=0,2 \text{ \AA}$  veya enerji cinsinden sırasıyla 20,66; 41,32; 61,98 keV'dir.

### **2.3.d. Dalgaboyu ayırmalı spektrometrelerde ana elemanlar**

En basit haliyle bir dalgaboyu ayırmalı spektrometrenin ana kısımları Şekil 2.15'de görülmektedir. Dalgaboyu ayırmalı sistemde kullanılan analizleyici kristaller; topaz, LiF, NaCl, fluorit, kuvarz, EDDT (etilendiamin ditartarat), ADP (amonyumdihidrofosfat), Ge, Pet ve muskovit'tir. Sistemde kristal ile birlikte uyarıcı kaynak, flöresans dalgaboyunu şekillendirmek için aletler ve filitreler (kolimatörler ve maskeler) bulunmaktadır. Dedektörden çıkan sinyaller şekillendirilmek ve daha sonra da bilgisayarda değerlendirilmek üzere bir elektronik devreye verilirler. Bu sistem amaca uygun olarak daha basit veya daha karmaşık hale getirilebilir.

### **2.3.e. Kaynaklar**

Yeterli enerjide parçacık  $\gamma$ - veya X-ışını yayımlayan çok çeşitli radyasyon kaynakları uyarıcı kaynak olarak kullanılabilirler. Burada özellikle protonlarla uyarmanın (PIXE), elektronlarla uyarmanın, ikincil hedeften yayımlanan X-ışınlarıyla uyarmanın veya synchrotron ışımının önemli olduğunu belirtmeliyiz. Gücü az X-ışını tüpünün yayımladığı X-ışınları veya yumuşak  $\gamma$ -ışınları da enerji ayırmalı sistemlerde kullanılmaktadır



**Şekil 2.15.** Dalgaboyu ayırımı spektrometre.

En ideal kaynak, henüz yaygınlaştırılmamıştır ama, tunable X-ışını lazeridir (monokromatik, şiddetli, genellikle istenilen uyarıyı verebilir ve uyarı için en ideal dalgaboyunu seçme imkânı sağlar). Pratik açıdan vakumlu X-ışını tüpleri diğer potansiyel uyarı tüpleri arasında en iyileridir. Bütün modern tüpler Coolidge tipi tüpler esasında çalışır: elektron üretmek amacıyla mevcut sıcak bir katot içinde tungsten bir filament, soğutulabilir bir anot, bir berilyum pencere. Pratik amaçlar için son elli yıldan fazladır, en çok iki tip tüp kullanılmaktadır: uçtan pencereli tüp (end-window tube, EWT) ve yandan pencereli tüp (side-window tube, SWT).

### 2.3.f. Alternatif konfigürasyonlar

Sürekliliğin kısa dalgaboylu kuyruğunun soğurulmasının üstesinden gelmek için penceresiz bir düzenek düşünülür. Bu açık bir çözüm olmasına rağmen numunesi, kolimatörleri, kristalleri ve diğer elemanlarıyla tüm spektrometrenin uygun bir alçak basınçta bulunmasını gerektirir; öyle ki tüp fitili (filament) kabul edilebilir bir ömürde olsun.

Son zamanlarda, fiziksel olarak ayrılmış iki anotlu bir advocated tüp kullanılmaya çalışılmaktadır. Bu anotlar elektronların iki anoda saptırılmasıyla uyarılırlar. Ancak, kararlılık şartı bu çözümün piyasaya çıkmasına manidir.

Numuneyi anot olarak kullanmak da bir başka çözümdür; fakat, bu da malzemenin iletkenliği ile sınırlıdır. Bu çözümün tadil edilmiş bir şekli scanning elektron mikroskoplarda kullanılmaktadır. Bunlarda anot uygun bir şekilde soğutulmadığından giriş gücü zorunlu olarak çok düşük değerlerle sınırlıdır ki bu düşük sayma hızı verir ve bunun sonucunda makul düşük sayma zamanında elde edilebilecek hassasiyet azalır.

Diğer ihtimal, 18 kW'lık bir dolanan (rotating) anotlu X-ışını jeneratörü kullanmaktır. Böylece mikrodiffraksiyon şua kolimatörü kullanılarak yeterli şiddet elde edilebilir. Bu, şuaı 30  $\mu\text{m}$  kadar kolime eder ve böylece mikrofloresansa müsaade eder.

### **2.3.g. Optimizasyon**

Bir ticari EWT'de  $t$ 'nin küçültülmesinin (Şekil 2.16) kısıtlamaları vardır. Çıkış açısı çok önemli olduğundan, anot yüzeyi kademeli yapılıdır; öyle ki, düşük dalgaboylu radyasyon verimi optimize olsun. Şekil 2.17'den açıktır ki basamak şekilli yüzey, kaçma derinliğini azaltır. 1952'lerdeki düşüncelere dayanarak, bir X-ışını tüpünün altın anodu doğrudan Be pencere üzerine buharlaştırılmıştı. Bu tüp, yüzey radyoterapisi için kullanıldı. Daha sonraları  $t$ 'yi gene sıfır yapmak üzere anot hedef maddesinin doğrudan Be pencere üzerinde olması sağlandı (Şekil 2.18).

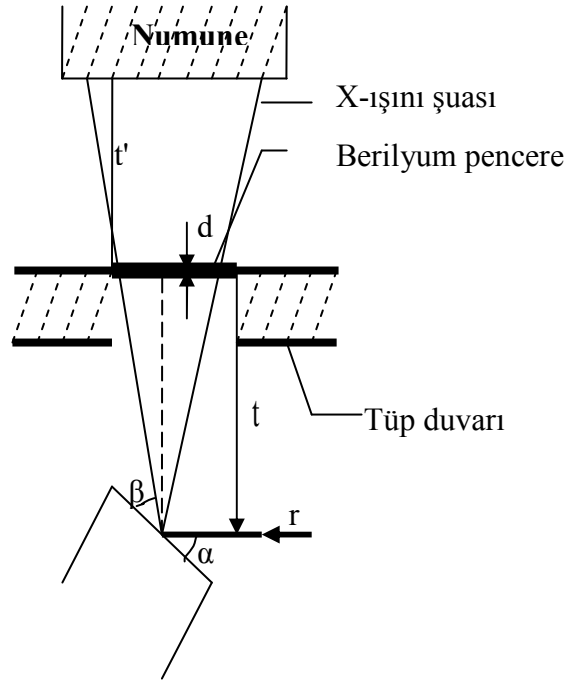
SWT'de anot toprak potansiyelinde olup, böyle önemli imkânların yanında emniyetli ölçümler de sağlar. Bu geometri, daha düşük giriş gücüne karşılık şiddeti 10 kat kadar artırır: 200 W'taki bir şiddet 3 kW'lık bir eski EWT'ninkine denktir. Düşük giriş



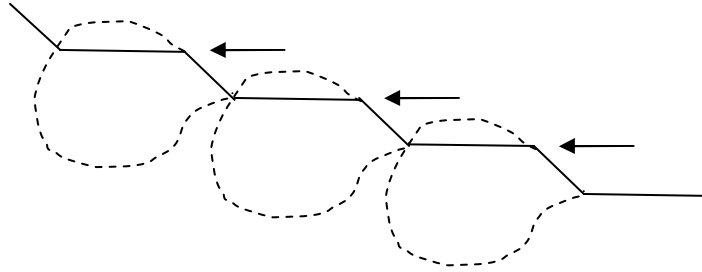
voltajının bir sonucu olarak hedefteki elektronlarca üretilen ısı kolayca yok olur ve su soğutmasına ihtiyaç kalmaz. Böylece tüp yapısı basitleşmiş olur. Bu gelişmeyle ilgili ticari isim T<sup>3</sup> veya TTT (target transmission tube) dir. Bu tüp simultane aletlerde yaygınca kullanılmaktadır.

### **2.3.h. End-window tube (Uçtan pencereli tüp)**

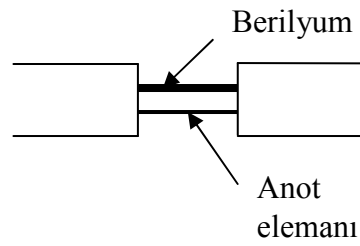
Bir EWT'nin temel kısımları Şekil 2.16'da görülmektedir. Halka biçimli katot ve anodun soğutma devresi EWT'de önemli unsurlardır. Bunlardan ikincisi, deiyonize su ile dolu kapalı bir devreden ibarettir. Deiyonize su iletkenliği azaldığından, anot potansiyelinde olan devrede emniyeti artırmak için gereklidir. Elektronlar anot yüzeyine elektron optiği sayesinde ıraksatılırlar. Fital ve pencere aynı potansiyellerde olduklarından pencereye hiçbir elektron çarpmaz. Isınma, esas olarak ışımayla olup bir dış soğutma devresi vardır ki bu doğrudan normal su kaynağına bağlıdır; çünkü, bunun voltaj kaynağıyla bir teması yoktur.



Şekil 2.16. Önden pencereli X-ışını tüpü.



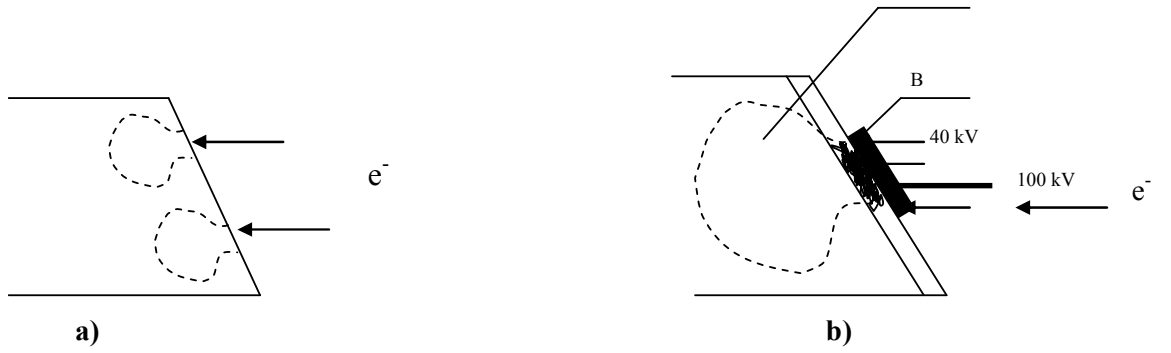
Şekil 2.17. Anodun basamaklı görüntüsü.



Şekil 2.18. Berilyum pencereye yerleştirilen anot elemanları.

### 2.3.1. Side window tube (Yandan pencereli tüp)

Bir SWT'nin genişletilmiş bir görüntüsü Şekil 2.19 a ve b'de verilmiştir. EWT'den temel farklılıkları şunlardır: Katot anot arasındaki mesafe, topraklı anot ve sadece anodu soğutmakta kullanılan bir tek soğutma devresi. Bu devre doğrudan normal suya bağlanabilir; çünkü, anot zaten topraklıdır. Katodun geometrik düzenlemesi ona anoda göre daha yüksek potansiyeller sağlar. İşte bu sayede, tüp potansiyeli 100 kV'un üstüne kadar çıkarılabilir. Anahtarlanabilir (switchable) anot potansiyelinin bir başka sonucu çift anodun kullanılabilmesidir.



**Şekil 2.19 a)** Yandan pencereli X-ışını tüpünde uyarma. **b)** Çift anotlu X-ışını tüpünde uyarma.

### 2.3.i. Yüksek voltaj jeneratörleri

EWT için 60 kV'a SWT için 100 kV'a kadar yüksek voltajlar ve 3 kW'a kadar çıkış güçleri ( $T^3$  tüpleri için daha az) gereklidir. Döner anotlu tüpler için özel jeneratörler gerekmektedir. Ticari güç kaynakları, transformerin büyük hacminden dolayı çok kabadırlar. Yeni üretimler anahtarlamalı güç kaynakları olarak adlandırılmaktadırlar. Böyle bir güç kaynağı temelde bir dc dönüşümü olup, burada bir dc voltajı elektronik

olarak yüksek frekanslara (birkaç kHz) anahtarlanır ve bir indüktans kapasitans devresini besler. Çıkış gücü sürekli olarak düzgünleştirilmiş (regulated) değil puls genişliği modülasyonu açısından düzgünleştirilmiştir.

Tüm sistem, genel olarak bir mikroişlemci vasıtasıyla işletilmektedir. Meselâ, tüpün yüksek voltaja anahtarlanması, anodun sabit giriş gücünde tutulması hep mikroişlemci kontrolündedir. Sistemde akışı ve soğutma suyu sıcaklığını kontrol edici çok sayıda emniyet anahtarı vardır.

**2.3.j. Kısa zamanlı (short-term) kararsızlıklar:** Analitik ölçümler esnasındaki anlık dalgalanmalardır. Atmosferik şartlarda ve ortam sıcaklığında meydana gelen kararsızlıklar, tüp akımının değişkenliği, X-ışını tüp geometrisi, elektronik dedeksiyon ve diğer bileşenlerdeki dalgalanmalar bu tür kararsızlıklara sebep olur.

**2.3.k. Uzun zamanlı (long-term) kararsızlıklar:** Birkaç günden birkaç yıla yakın bir periyoda kadar bir sürede meydana gelen dalgalanmalardır. X-ışını tüplerindeki çıkış potansiyelinin, dirençlerin ve hedefin bozulmasından, pencerenin iç kısmındaki metalin eskimesinden yani aletlerin yaşlanmasından kaynaklanmaktadır.

Long term kararsızlıklar, short term kararsızlıklardan birkaç kat daha büyüktür.

#### **2.4. WDXRF Sistemi ile EDXRF Sisteminin Genel Karşılaştırılması**

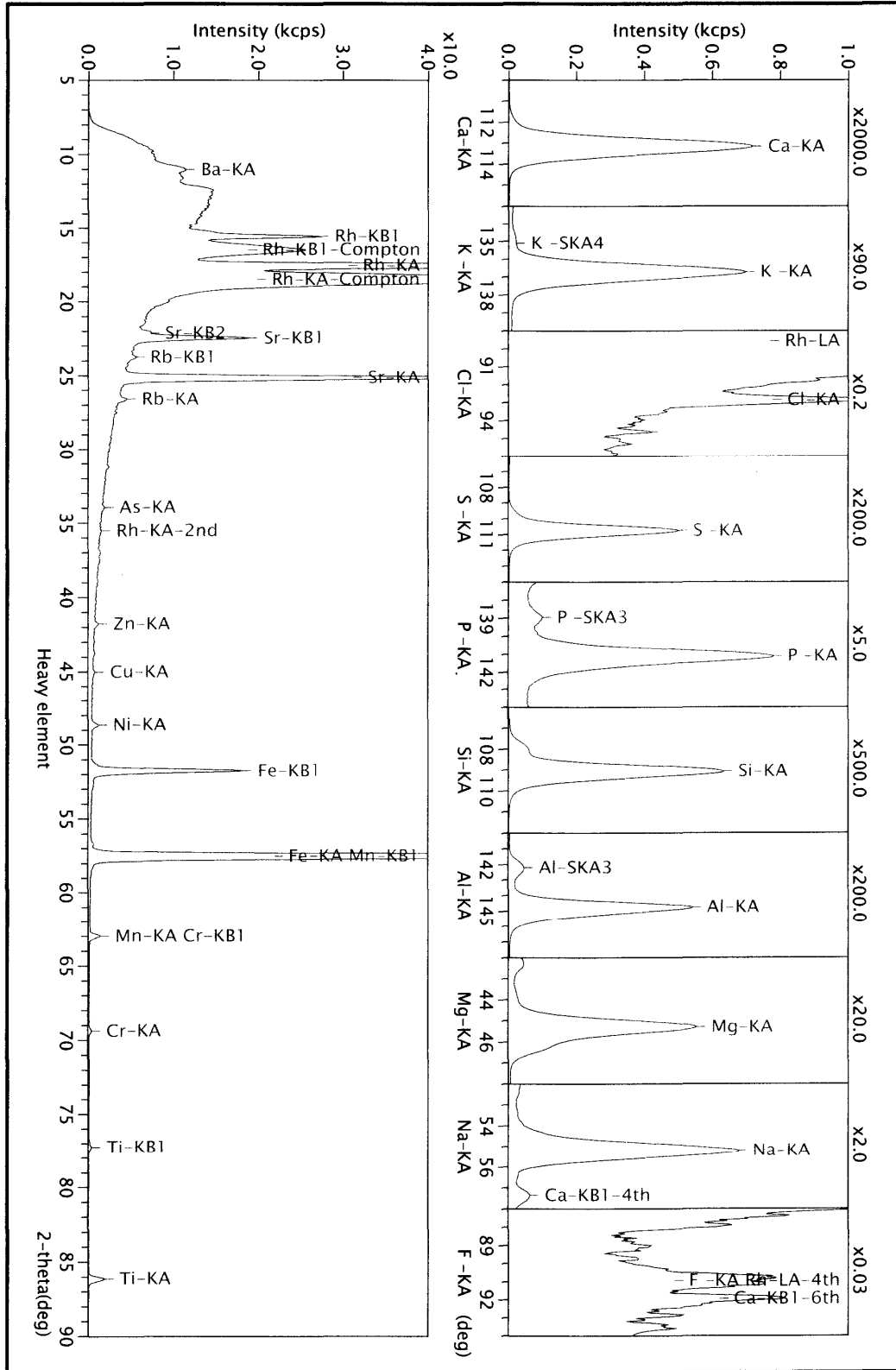
Dedektör, prensibi elektromanyetik radyasyonun parçacık özelliği ile açıklanabilen bir cihazdır. Bu, sayılan (dedekte edilen) fotonun dalgaboyu cinsinden değil de enerji cinsinden ifade edilmesinin sebebidir. Dalgaboyu-ayırımı (WD) sistemle enerji ayırımı (ED) XRF sistemi arasında başka farklar da vardır:

1. WD sisteminde şiddet çok düşük olup, kayıpların önemli bir kısmından kristal sorumludur. Bu sorunun üstesinden büyük şiddette kaynaklar kullanılarak gelinebilir.
2. WD sistemdeki kristal sadece bir dedekte edici alet olmayıp, bir dispersif alettir. Durum EDXRF'de farklıdır; burada dedektörler iki rol oynarlar: aynı zamanda hem dispersiftirler hem de dedekte edicidirler.
3. Bragg kanunu bir geometrik karakter olup, primer ve sekonder şuların kolimasyon şartları, WDXRF için EDXRF için olandan daha azdır.
4. EDXRF'in çekici (cazip) tarafı tam spektrumun aynı zamanda toplanabilirliğidir. WDXRF cihazının aksiyonu oldukça sınırlıdır. EDXRF sisteminin maksimum sayma hızı, tüm spektrum için 30 cps (count per second; saniye başına düşen sayım) olup bu toplanan sayımların toplam sayısını önemli ölçüde sınırlar ki bu da sonuçta hassasiyeti sınırlar. Simultane WD cihazları özel kristal spektrometrelerin bir serisinden oluşur; ki bunlar aynı anda işletilirler; fakat, bunlar da kanal sayısını sınırlar (herbir spektrometre bir kanal gibi).

## 2.5. Uygulama İmkânları ve Alanları

Günümüzdeki X-ışınları flöresans spektrometreleri berilyum-uranyum aralığındaki elementlerin hızlı ve doğru olarak nitel ve nicel analizlerinin yapılmasına imkân sağlamaktadırlar. Kullanılan yöntemin duyarlılığı oldukça yüksektir. Genellikle ppm büyüklüğünde olan duyarlılık, küçük atom numaralı elementlerde biraz daha düşüktür. X-ışınları flöresans analizinden alınan sonuçların yenilenebilirlikleri çok iyidir. Kullanılan işlemler oldukça yaygındır ve sonuca çabuk ulaşılır. Elde edilen sonuçlardaki yanlgılar elemente, numunenin yapısına ve numune hazırlama yöntemine göre değişir. İyi çalışıldığında % 1 kadar bağıl hata elverişsiz koşullarda %3-4 değerlerine ulaşır. Aygıtsal yanlgının payı oldukça düşüktür. Asıl yanlgı payı numune hazırlanmasından ileri gelir. Bu nedenle numune hazırlanmasına büyük özen gösterilmesi gerekir. Numune hazırlama ve analiz yönteminin seçimi de yanlgılar

yönünden büyük önem taşır. Burada anlatılan dalgaboyu ayırmalı X-ışınları flöresans spektrometresi, daha çok nicel analizlerde yararlıdır. Yeni gelişen enerji dağılımlı spektrometrelerde nitel analizler de kolaylıkla yapılabilmektedir. X-ışınları flöresans spektrometresi özellikle çok sayıda benzer numunelerin analizi gerektiğinde çok yararlı olmaktadır. WDXRF sistemi ile alınan örnek bir spektrum Şekil 2.23'de verilmiştir.



Şekil 2.23. Çimento numunesinden alınan bir WDXRS ile tipik X-ışınları floresans spektrumu (Fizik Böl. WDXRF Lab. 2005, Erzurum).

## 2.6. Dedeksiyon limiti

Hem içerik belirleme çalışmalarında, hem de istatistiksel çalışmalarda dedeksiyon limitinin çok önemli olduğundan bahsetmiştik. Bunun yanında son zamanlarda oldukça popüler olan ve bizim çalışmamızın da esasını oluşturan gıda güvenirliliği, organik tarım, çevresel kirlenme gibi bilimsel çalışmalarda da mikro seviyede element analizi büyük önem arz etmektedir. Bu tip alanlarda kullanılan numuneler için dedeksiyon limiti, çalışmanın hassasiyeti açısından belirleyici bir faktördür.

Dedeksiyon limitini ölçmenin birçok yolu vardır. En genel bulma yolu, temel sayım eşdeğer konsantrasyonunun (BEC) bir sayıya bölünmesidir. Bu sayı genelde 30 ya da 50 olarak seçilir. Bu sayının seçimi, kullanılan sistemin tipik gürültü seviyesine bağlıdır. BEC, aynı zamanda kalibrasyon eğrisini kesen bir doğru olarak da tanımlanabilir. Dedeksiyon limitini belirlemenenin bir yolu da BEC'in belirsizliğini belirlemektir. Diğer bir metot da sinyal gürültü oranı (SNR) olarak tanımlanır. Bu metot için:

$$DL = \frac{0.03 \times RSDB}{X_A / C_o} \quad (2.29)$$

ifadesiyle verilir. Burada:

$RSDB$  : Temel saymanın görel standart sapması olup, yüzde olarak ifade edilir.

$X_A$  : Net analit sinyalidir.

$C_o$  : Numune içinde elementin kompozisyonudur. Kullanılan bu metotta dedeksiyon limitini, büyük oranda temel sayım sinyali belirlemektedir. Temel sayım sinyalinin genişliği ve gürültü seviyesi  $RSDB$  ile ifade edilirken, sistemin hassasiyeti kalibrasyon eğrisinin eğimi ile ifade edilir.

Dedeksiyon limiti  $RSDB$  ve  $SBR$  metotları ile de verilir.

$$DL = 0,03 \times RSDB \times BEC \quad (2.30)$$

$$DL = 0,003 \times RSDB \times \frac{C}{SBR} \quad (2.31)$$

olarak tanımlanır. Burada;



$C$  : Numune içinde ölçülmekte olan elementin yüzde ağırlığı,

$BEC$  : Yüzde ağırlık,

$SBR$  : Sinyal/Temel sayma oranıdır. Yine burada temel sayma sinyali dedeksiyon limitini önemli ölçüde belirleyen faktördür.  $SBR$ , aynı zamanda tekniğin hassasiyetini ifade eder.

Spektroskopik uygulamalarda, bir analiz yöntemiyle kabul edilebilir bir kesinlikle dedekte edilebilen en küçük miktar olan  $X_L$  den,  $C_L$  dedeksiyon limit konsantrasyonu türetilir:

$$X_L = X_{bi} + ks_{bi} \quad (2.32)$$

şeklinde ifade edilir.

$X_{bi}$  : Standart boşluk ölçümüdür.

$ks_{bi}$  : Boşluk ölçümünün standart sapmasıdır.

$k$  : İstenilen güvenlik seviyesine göre seçilen bir sayısal faktördür.

IUPAC tarafından  $k = 3$  olarak belirlenmiştir. Ayrıca %90 güvenle  $k = 3\sigma$  olarak alınabilir.  $X_L$  ölçüm değerini  $C_L$ , konsantrasyon değerine dönüştürmek için kalibrasyon eğrisinin eğimi ile ifade edilen hassasiyet değerinden yararlanır. Hassasiyet;

$$S = \frac{\Delta_{konsantrasyon}}{\Delta_{şid}} \quad (2.33)$$

şeklinde tanımlanır. Buradan hareketle dönüşüm formülü

$$C_L = C_{bi} + ks_{bi}S \quad (2.34)$$

şeklinde verilebilir. Boşluğun konsantrasyonu sıfır olduğundan  $C_{bi} = 0$  alınır. Bu durumda

$$C_L = ks_{bi}S \quad (2.35)$$

olacaktır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Ölçüm Sistemi

WDXRF sistemi dedektör, yükseltici diskriminatör sayıcı ve yazıcı birimlerden oluşur. Dedektör, üzerine düşen X-ışınlarını ölçülebilir pulsa çevirir. X-ışınları spektrometrelerinde şu üç dedektör kullanılmaktadır: orantılı (proportional), gaz akışlı (gaz flow) ve ışıdamalı (sintilasyon) detektörler. En çok kullanılan son ikisidir. Diskirminatör, dedektörden gelen pulsları süzer ve belirli yükseklikteki pulsların geçmesine izin verir. Diskirminatörden gelen pulslar ya bir sayıcı birimde belirli süreler için sayılır ya da yazıcı birimde kaydedilir. İstenildiğinde puls sayıları (şiddet) dalgaboyu ve yansıma açısına karşı grafiği çizilerek spektrum elde edilir. Özellikle hafif elementlerin özgün X-ışınları havanın oksijeni tarafından soğurulduğu için, spektrometreler genellikle vakumla çalışabilecek şekilde yapılmışlardır.

Bizim çalıştığımız sistem ve temel özellikleri hakkında şu bilgiler verilebilir:



Şekil 3. 1. Bu çalışmada kullanılan ZSX 1000e WDXRF cihazı.

Bu çalışmada kullanılan ZSX 1000e WDXRF cihazı dört ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar Şekil 3. 2’de şematik olarak verilmiştir.



**Şekil 3.2.** WDXRF sisteminin ana şeması.

### **Ana Ünite**

Sistemin bu ünitesi, numune değiştirici, numune odası ve analiz odasından oluşur. Numune değiştirme kısmında numuneleri peş peşe analiz etmek için 12 tane numune tutucu bulunmaktadır. Kontrol ünitesi bu numunelerden istenilen sıradakini çağırma imkânı vermektedir.

Numune odası, numune hazırlama odası ve analiz odası olmak üzere iki kısımdan oluşur. Hazırlama odasında analiz için vakumlama yapılır. Numune uygun vakumlamadan sonra analiz odasına aktarılır. Analiz odasına gelen numune, analiz için uygun X-ışını ölçüm konumuna taşınır. Bu oda vakumludur.

Sistemde floresans X-ışını sayma ve analiz etme işlemini spektroskopik oda gerçekleştirir. Analizi yapan optik sistem; birincil filtre, diyafram, yarık (slit), azaltıcı (attenuator), kristal ve sayaktan oluşur.

Primer (birincil) X-ışını filtresinin konumu X-ışını tüpü ve numune arasında olup tüpten gelen sürekli ve karakteristik X-ışınlarının süzülmesine yarar, temel saymayı azaltır. Zr, Cu, Ti, Al filtreler yapılan çalışmaların özelliğine göre tercih edilir.

**Çizelge 3.1.** Bazı filtrelerin özellikleri.

Filtre	Özellikleri
<b>Zr</b>	Rh hedef kullanıldığında, Rh'un K çizgilerini soğurur. Rh, Ru, Pd, Ag, Cd gibi elementlerin K çizgilerinin soğurulmasında etkindir.
<b>Cu</b>	Pb, As gibi eser element analizlerinde düşük temel sayma sağlar.
<b>Ti</b>	Cr hedef kullanıldığında, Cr'un K çizgilerini soğurur. Cr, Mn gibi elementlerin K çizgilerinde etkindir.
<b>Al</b>	Rh hedef kullanıldığında, Rh'un L çizgilerini soğurur. İnce numunelerde Cd-L $\alpha$ 'nın analizleri için kullanılmıştır.

**Diyafram:** Bu mekanizma ise sayımda sadece numuneden gelen X-ışınlarının olmasını sağlamak amacıyla kullanılır. Numune tutucu veya diğer aksamlardan gelen X-ışınlarının dedekte edilmesini engeller. Farklı şekilleri mevcuttur.

**Kolimatör:** Numuneden gelen ikincil X-ışınlarını paralel ışın demetleri haline getirir. Kolimatör tipi açısal rezolüsyona etki eder.

**Çizelge 3.2.** Bazı kolimatör türleri.

Kolimatör	Özellik
<b>Standart</b>	Standart kolimatör.
<b>İnce</b>	X-ışını şiddeti düşük fakat yüksek rezolüsyon elde edilir.
<b>Ultra</b>	Rezolüsyon düşük fakat yüksek X-ışını şiddetleri elde edilir.

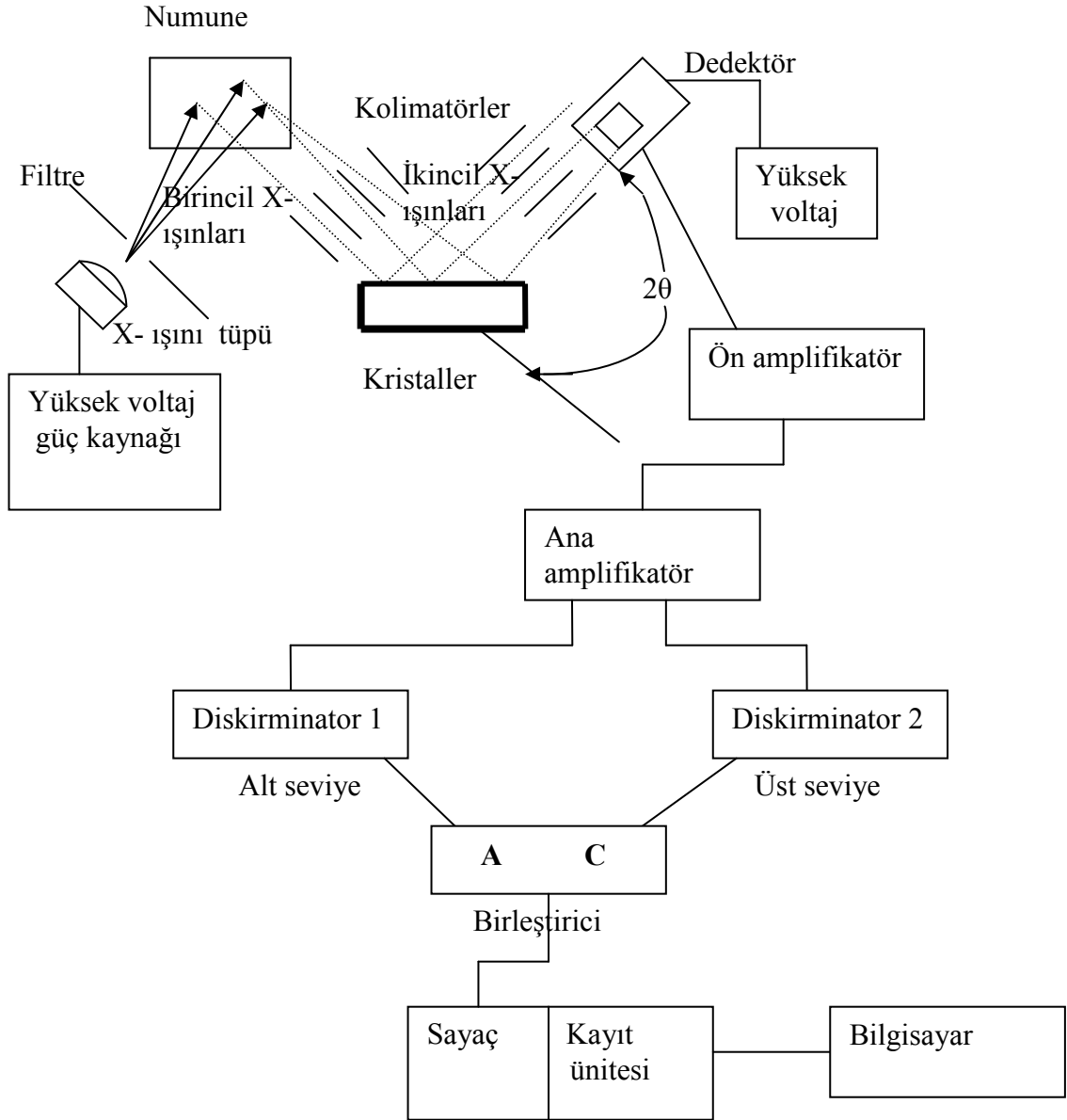
**Azaltıcı (Attenuator):** Bu parçalar sayaçta sayılan X-ışınlarını azaltmak için kullanılırlar. Uyarma şartlarını değiştirmezler. Dedeksiyon yüksek sayımlı olduğu zaman elde edilen çizgiler, gerçek X-ışını çizgileri ile orantılı olmazlar. Bu da sayma kayıplarına neden olur.

**Kristaller:** Burada kullanılan kristaller analizleyici kristaller olup, sistemimizde sayaç ile numune arasına yerleştirilmişlerdir. Kristal ve sayma sistemimiz, Bragg formülü

esasinda çalışır. Ağır elementten yapılan tabaka bir yansıtıcı gibi davranırken, hafif elementten yapılan tabaka ise bir spacer (aralayıcı) gibi davranır. Bu tip kristallere suni çok tabakalılar adı verilir. Gerçektende bir analiz kristali gibi davranırlar. Bu tip kristaller, tek kristalle Bragg kırınımının sağlanamadığı durumlarda analiz bileşeni olarak kullanılır ve uzun dalgaboyu aralığında analizi sağlarlar.

**Çizelge 3.3.** Bazı kristaller ve özellikleri.

Kristal	Materyal	2d (nm)	Dalgaboyu (nm)	Sayılabilir X-ışınları			Verim
				<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	
<b>LiF (420)</b>	Lityumflorit	0,180		Ni-U	–	–	Yüksek
<b>LiF (220)</b>	Lityumflorit	0,285	<0,244	V-Ta	Ce-U	–	Yüksek
<b>LiF (200)</b>	Lityumflorit	0,402	<0,345	K-La	Cs-U	–	Yüksek
<b>Ge (111)</b>	Germanyum	0,653	<0,628	Ca-P			Orta
<b>PET(002)</b>	Pentaerythrite	0,874	<0,842	Si-Mn	Sr-Tb	Ta-U	
<b>TAP(100)</b>	Tartaric acid phtalate	2,575	<2,47	F-Na	Mn-Nb	La-Hg	Yüksek
<b>RX35</b>	Multilayer	–	<5,28	Mg-O	–	–	–
<b>RX40</b>	Multilayer	–	<7,69	N	–	–	–
<b>RX60</b>	Multilayer	–	<15,3	C	–	–	–
<b>RX70</b>	Multilayer	–	<15,3	Be	–	–	–
<b>RX80</b>	Multilayer	–	<19,2	B	–	–	–
<b>RX90</b>	Multilayer	–	<15,3	B	–	–	–



**Şekil 3.3.** WDXRF sisteminin şematik gösterimi (Demir 2004).

Bu sistem, 0,1–5,9 keV enerji aralığında analiz yeteneğine sahip olup bu aralıkta Be'dan U'a kadar olan tüm elementler analizlenebilir. Sistem sabit sıcaklıkta çalışır. Ayırıcı olarak kristal ve çoklu tabakaları kullanır. Sinyal üreticisi yükselticidir. 10–4000 s sayma zamanında her element için  $500 \times 10^3 \text{ s}^{-1}$  sayma hızına sahiptir. 1000's deki dedeksiyon limiti (ng, mg,  $\text{g}^{-1}$ ) \* mertebesindedir.

ng: nano gram, mg: mili gram,  $\text{g}^{-1}$  :1/g ( 1gramdaki aranan madde miktarı)

### 3.2. Numune Hazırlama Metotları

İncelenecek numunenin hazırlanma tekniği ölçüm sonuçlarını etkileyeceğinden önem arz etmektedir. Analiz edilecek numuneye göre hazırlama tekniği değişmektedir. Yedi ayrı numune tipi sözkonusudur (Bertin 1975);

1. Katılar: Mineraller, demir, tahta parçası, tekstil ürünleri, lastik, kauçuk, levha, metal, seramik, cam, plastik, transistor bileşikleri,...
2. Küçük yapılar: tel, somun, çark, dişli,...
3. Tozlar
4. Briketler
5. Erimiş ürünler: potasyumprosülfat veya cam formlarının değişimi ile lityum veya sodyumtetraborat...
6. Yağlar ve çözeltiler
7. Katılaştırılmış numuneler: Filtre kâğıdında veya üzerinde, ince filmler, bitkiler (Demir 2004).

En yaygın kullanılan numune hazırlama metodu tablet numune hazırlama metodudur. Tablet numune çok iyi öğütülmüş, elekten geçirilmiş toz numunelerin yüksek basınç altında baskılanması sonucunda elde edilen numunedir. Dayanıklı bir tablet numune elde etmek için selüloz, tutucu madde olarak kullanılabilir. Preslemeye geçmeden önce numunenin belli bir süre selülozla karıştırıcıda karıştırılması gerekir. Tozun elenmesi de parçacık büyüklüğünün homojenliği bakımından önem arz eden bir husustur. Elemenin temiz yapılması her zaman için analiz sonuçlarını olumlu etkiler. Aynı parçacık büyüklüğüne sahip toz numunelerin saçılma etkilerinin daha az olduğu gözlemlenmiştir (Demir 2004).

### **3.3. Numunelerin Hazırlanması ve İncelenmesi**

Bu aşamada sertifikalı organik tarım üretimi yapan Rapunzel Organik Tarım Ürünleri ve Gıda Tic. Ltd. Şti. ile bağlantı kurularak elde edilen organik tarım ürünleri ile aynı iklim şartlarında geleneksel tarım rejimine göre üretilmiş ürünler temin edilmiştir. Temin edilen ürünler kuru ürünler olup, ideal şartlarda muhafaza edilmişlerdir. Ürünlere aynı işlemler uygulanarak incelemeye hazırlanmıştır. Kurutma süreleri, tuzlanan numunelerin tuzlama miktarları, ambalajlama ve depolama şartları öğütme ve hazırlama işlemleri her organik ve geleneksel numune çifti için aynıdır. Miktar olarak çok olan kuru domates ve fındıkta, elementel analizin yanı sıra sistemin sayma istatistiğini için 10'ar organik 10'ar geleneksel kuru domates ve fındık numuneleri incelenmiştir.

#### **3.3.a. Kuru domates**

Bu örnek için elementel analiz, sayma istatistiği, parçacık büyüklüğünün ölçüm sonuçlarına etkisi çalışmaları yapılmıştır. Önce kuru domates dövme makinesi ile dövülerek un haline getirilmiştir. Ardından 1–150 µm'lik elekten geçirilerek bu aralıkta parçacık büyüklüğüne sahip olanlar, 35°C'de kurutulmuş, 20 ton basınç altında preslenmek suretiyle 2'g lık 10 tane pellet hazırlanarak analiz edilmiştir. 150–400 µm parçacık büyüklüğüne sahip taneciklerden de aynı şartlarda 10 pellet numune hazırlanmış ve analiz edilmiştir. Bu işlemler geleneksel domates için de yapılmıştır.

#### **3.3.b. Fındık**

Eldeki fındıklar akik havanda dövülüp karıştırılarak küçük parçacıklar haline getirilmiştir. Fındık yağlı olduğundan pellet yerine mylar film tekniği ile incelenmiştir. 770 mg'lık 10 organik, 10 geleneksel numune analiz edilmiş ve organik ve geleneksel fındıklar arasında elementel farklılıklar gözlenmiştir. Numuneler 60°C'de, 35 dakikalık sürelerle kurutulmuştur.



### **3.3.c. ay**

Organik ve geleneksel çaylar da aynı Şartlar altında 60°C’de kurutularak, 1,5 g’lık pellet numuneler 20 ton basınç altında hazırlanmıştır. Bunlardan 4 organik 4 geleneksel çay numunesi olmak üzere 8 tanesi incelenmiştir.

### **3.3.d. İncir**

İncir numunesi için de 2 g’lık organik ve geleneksel incir numunelerinden 10 ar tane hazırlanarak mylar film tekniği ile analizler yapılmıştır.

### **3.3.e. Patlıcan**

Organik ve geleneksel patlıcanlar da aynı Şartlarda Ğütölerek, 60°C’de kurutularak, 1.5 g’lık pelletler 20 ton basınç altında hazırlanmış ve analiz yapılmıştır.

Bu Şekilde elde edilen sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Değerlendirilmede kullanılan istatistik metot t-testidir.

## **3. 4. t-testi**

Bu test iki örneklem gurubu arasında ortalamalar açısından fark olup olmadığını araŐtırmak için kullanılır. Bir guruptaki ortalamanın diğer guruptaki ortalamadan önemli derecede farklı olup olmadığını kontrol eder. t- testinde kritik nokta ikidir. Bu test her zaman iki farklı ortalamayı ya da değeri karşılaştırır. Örneklem büyüklüğünün çok fazla olmadığı, örneklem alındığı ana kütlenin standart sapmasının bilinmediği ve ana kütlenin hipotez testinde kullanılmadığı durumlarda tercih edilir.

t- testi analizlerinde guruplar arası farklılıkların anlamlılık düzeyi incelenirken anlamlılık düzeyleri tek-kuyruklu yönlü (one-tailed) veya çift kuyruklu (two-tailed) olmaları söz konusudur. Çift-kuyruk (two-tailed) testinde, bir gurubun ortalamasının diğer gurubun ortalamasından farkının pozitif veya negatif yönde olması önemsenmez.

Ancak tek-kuyruk testinde, birinci gurupla ikinci gurubun ortalamalarının belli bir yönde (+ veya -) farklı olması beklenir. Örneğin bir reklam kampanyasının başarılı olup olmadığı satışlardaki artışla (+) ilişkilendirilebilir. Bu yüzden tek-kuyruk testi uygulanmalıdır. Amaca bağlı olarak çift-kuyruk testi de uygulanabilir.

Çift-kuyruk testi yaptıktan sonra elde edilen 2-tailed sig değeri (p değeri) 2'ye bölünerek tek-kuyruk değeri hesaplanabilir.

SPSS programı t- testi için üç ayrı test seçeneği sunar.

1- Independent-Samples t test (Bağımsız iki örnek t- testi).

2-Paired-Samples t test (Bağımlı iki örnek t- testi –eşleştirilmiş.)

3-One-Sample t- test (Tek örnek t- testi)

Analizlerimizde bağımsız iki örnek t-testini kullanılmıştır.

### **3. 4. a. Bağımsız İki Örnek t-Testi**

Farklı iki örnek gurubunun ortalamalarını karşılaştırır. Guruplar arasında kesinlikle iki ortak üye olmamalıdır. Örnek olarak 5'li likert ölçeği kullanılarak (5=tamamen katılıyorum; 4=katılıyorum; 3=kısmen katılıyorum; 2=katılmıyorum; 1=hiç katılmıyorum) bir anket çalışmasında katılımcılardan çalıştıkları kurumun kendileri için bir prestij kaynağı olup olmadığını belirtmeleri istenmiştir. Katılımcılar erkek ve bayan olarak iki guruba ayrılarak bu soru ile ilgili yaptıkları yorumlar karşılaştırılmıştır. Burada bağımsız iki değişken için t- testi kullanılabilir.

Erkeklerin ortalaması: 2,8571

Bayanların ortalaması: 4,1875

Bu iki gurup arasında önemli farklar vardır. Sig (2 tailed)=p=0,000 olup bu iki gurup arasında anlamlı ve önemli bir fark olduğunu gösterir. Bu durumda bayanlar lehine bir fark olduğu gözlemlenir. Dağılımlar önemli derecede fark göstermiyorsa (equal variances assumed) sütunundaki veriler kullanılır. Dağılımın farklılık gösterip göstermediği Sig değerinden anlaşılır: 0,05 e yakın ve küçükse dağılım anlamlı fark içermektedir. Bu durumda 2. sütün kullanılır.

## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI**

### **4. 1. Ölçüm Sonuçlarının İstatistiksel Analizleri**

Yapmış olduğumuz tüm analizlerde karşılaştığımız her ürün için elde edilen sonuçların istatistiksel dağılımları her ürün ve her element için ayrı ayrı yapılarak değerlendirilmiştir. Bu sonuçların istatistik açısından değerlendirilmesi iki bağımsız değişken karşılaştırılarak yapılmıştır. Pratik olması açısından elde edilen sonuçların bir kısmı ayrı, diğerleri ise ortak bir tablo halinde sunulacaktır.

#### **4.1.a. Domates için istatistiksel sonuçlar**

Bu üründe organik ve geleneksel örnekler için elementel analiz yapılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca parçacık büyüklüğünün ölçüm sonuçlarına etkisi incelenmiş ve 1–150 µm aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan örnek numunedeki elementel analiz sonuçları ile 150–400 µm aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan numunedeki elementel analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Hem tarım rejiminin, hem de parçacık büyüklüğünün numune içerisindeki elementel değişime, element konsantrasyonuna, element çizgisinin şiddetine ve numune içerisindeki dedeksiyon limitine etkisi incelenmiştir.

#### **4.1.b. Domateste tarım rejimlerinin farkı**

Organik ve geleneksel tarım rejimine göre üretilmiş olan domates numuneleri 10'arlı gruplar halinde incelenmiştir. İyi bir istatistik sonuç elde etmek için her tarım rejiminde üretilen ürünlerden ayrı ayrı 10 tane aynı gramajda aynı şartlarda pellet hazırlanmış ve bu pelletler bir birinden bağımsız olarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki gibidir

**Çizelge 4.1.** Domates örneğinde, tarım rejimlerine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.

<b>Domates</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mn</b>	
<b>1. Numune</b>	50,2180	39,2350	2,6103	0,2547	0,0141	0,0364	0,3010	1,4612	0,7595	3,8357	0,1821	0,0016	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	50,0170	39,4270	2,6391	0,2569	0,0139	0,0370	0,3034	1,4551	0,7831	3,6095	0,1709	0,0016	
<b>3. Numune</b>	50,9900	38,4310	2,6026	0,2575	0,0133	0,0380	0,3014	1,4526	0,7819	3,5442	0,1728	0,0014	
<b>4. Numune</b>	51,3370	38,4220	2,5325	0,2484	0,0218	0,0336	0,2931	1,4197	0,7587	3,5995	0,1611	0,0016	
<b>5. Numune</b>	50,2740	39,1420	2,6373	0,2553	0,0150	0,0381	0,3058	1,4672	0,7724	4,6070	0,1745	0,0018	
<b>6. Numune</b>	51,0230	38,5760	2,5741	0,2557	0,0123	0,0342	0,3018	1,4197	0,7702	4,4126	0,1691	0,0018	
<b>7. Numune</b>	51,4680	38,2800	2,5482	0,2518	0,0140	0,0371	0,2960	1,4172	0,7524	3,8130	0,1683	0,0015	
<b>8. Numune</b>	50,8900	38,7280	2,5805	0,2533	0,0130	0,0356	0,2993	1,4330	0,7627	3,8576	0,1661	0,0015	
<b>9. Numune</b>	50,0120	39,1500	2,7654	0,2435	0,0152	0,0365	0,3021	1,4410	0,8012	3,6543	0,1765	0,0017	
<b>10. Numune</b>	50,3300	39,6760	2,6078	0,2501	0,0146	0,0345	0,3035	1,4765	0,7865	3,4676	0,1667	0,0015	
<b>1. Numune</b>	45,0390	27,9510	9,8183	0,3377	0,0716	0,1539	0,3748	0,2266	11,8967	4,9052	0,2310	0,0051	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	44,6390	28,7950	10,0734	0,3250	0,0618	0,1340	0,3498	0,2121	11,5404	4,8755	0,2097	0,0020	
<b>3. Numune</b>	44,5000	29,1640	10,0420	0,3223	0,0615	0,1283	0,3515	0,2117	11,4192	4,9386	0,2050	0,0018	
<b>4. Numune</b>	44,5850	28,9790	9,9986	0,3373	0,0626	0,1367	0,3594	0,2158	11,4656	4,7607	0,2118	0,0017	
<b>5. Numune</b>	44,0150	25,4390	10,5764	0,3609	0,0648	0,1392	0,4184	0,2510	13,7764	4,8944	0,2730	0,0046	
<b>6. Numune</b>	44,8080	24,2700	11,1604	0,3701	0,0744	0,1622	0,4169	0,2389	13,7595	4,8449	0,2556	0,0026	
<b>7. Numune</b>	43,5120	29,1650	10,1401	0,3418	0,0618	0,1400	0,3760	0,2251	11,9458	4,7480	0,2202	0,0018	
<b>8. Numune</b>	43,0780	28,9880	10,4409	0,3391	0,0598	0,1348	0,3692	0,2268	12,2018	4,8198	0,2264	0,0032	
<b>9. Numune</b>	42,5620	28,5920	10,5643	0,4000	0,0765	0,1435	0,400	0,2321	13,2434	4,8365	0,2341	0,0045	
<b>10. Numune</b>	44,5060	27,5780	10,9876	0,3675	0,0787	0,1498	0,4321	0,2112	13,6547	4,7654	0,2432	0,0039	

Çizelge 4.1. (devam)

Domates	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Dy	Sr	Ti	Ba	La	
1. Numune	0,0124	0,0012	0,0017	0,0022	0,0006	0,0020		0,0020				GELENEKSEL
2. Numune	0,0077	0,0011	0,0015	0,0026	0,0005	0,0025	0,0027	0,0018				
3. Numune	0,0104	0,0011	0,0015	0,0016	0,0007	0,0025		0,0017				
4. Numune	0,0087	0,0009	0,0014	0,0017	0,0007	0,0026		0,0017				
5. Numune	0,0126	0,0015	0,0015	0,0021	0,0006	0,0026		0,0023				
6. Numune	0,0085	0,0013	0,0013	0,0027	0,0007	0,0028		0,0021				
7. Numune	0,0094	0,0012	0,0014	0,0018	0,0005	0,0024		0,0019				
8. Numune	0,0088	0,0012	0,0014	0,0022	0,0005	0,0023		0,0019				
9. Numune	0,0091	0,0013	0,0013	0,0020	0,0005	0,0028						
10. Numune	0,0089	0,0015	0,0014	0,0026	0,0006	0,0027						
1. Numune	0,0436	0,0009	0,0013	0,0035	0,0028	0,0022			0,0036			ORGANİK
2. Numune	0,0336	0,0007	0,0011	0,0038	0,0027	0,0022			0,0036			
3. Numune	0,0339	0,0007	0,0013	0,0037	0,0027	0,0025			0,0031			
4. Numune	0,0326	0,0010	0,0012	0,0037	0,0027	0,0021			0,0045			
5. Numune	0,0457	0,0009	0,0016	0,0037	0,0037	0,0026		0,0005	0,0043			
6. Numune	0,0424	0,0009	0,0016	0,0034	0,0034	0,0030		0,0005	0,0046	0,0081		
7. Numune	0,0350	0,0008	0,0010	0,0036	0,0030	0,0027			0,0041	0,0062		
8. Numune	0,0368	0,0007	0,0016	0,0034	0,0029	0,0021			0,0043		0,0114	
9. Numune	0,0453	0,0009	0,0015	0,0035	0,0030	0,0022						
10. Numune	0,0345	0,0008	0,0017	0,0036	0,0031	0,0027						

**Çizelge 4.2.** Domates örneğinde tarım rejimlerine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin pik şiddeti değerleri.

<b>Domates</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	
<b>1. Numune</b>	54,9721	9,6670	9,8615	2,7568	0,8620	2,4390	58,4938	218,8204	20,6203	447,9812	23,5410	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	55,9583	9,9868	10,2069	2,8450	0,8691	2,5344	60,2960	222,8351	21,7415	449,7135	22,9613	
<b>3. Numune</b>	56,3081	9,3930	9,9212	2,8125	0,8221	2,5645	59,0884	219,4897	21,4098	451,6594	23,0024	
<b>4. Numune</b>	57,5715	9,5025	9,7886	2,7555	0,8063	2,3078	58,4573	218,3634	21,1831	449,4529	23,2417	
<b>5. Numune</b>	56,4054	9,8812	9,7886	2,7555	0,8063	2,3078	58,4573	218,3634	21,1831	457,3167	23,2525	
<b>6. Numune</b>	56,8900	9,5327	9,9007	2,8198	0,7680	2,3302	59,7971	216,8449	21,3534	468,9771	23,4672	
<b>7. Numune</b>	57,9778	9,4865	9,8977	2,8054	0,8806	2,5605	59,2742	218,8774	21,0986	452,5859	22,8512	
<b>8. Numune</b>	57,3618	9,7089	10,0366	2,8248	0,8211	2,5157	59,9535	221,2978	21,3704	452,0442	23,2032	
<b>9. Numune</b>	56,4671	9,4532	10,0965	2,7865	0,8341	2,5263	59,7865	220,9876	21,0987	450,0878	23,4531	
<b>10. Numune</b>	57,3423	9,6781	9,9870	2,8654	0,8453	2,4565	59,3121	221,0102	21,3423	467,6751	23,6540	
<b>1. Numune</b>	36,4631	6,5970	40,2748	3,3156	3,9241	9,0861	63,0667	29,0201	252,0378	1020,8400	28,2136	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	37,9853	7,2425	43,328	3,3298	3,5353	8,2736	61,6303	28,4990	257,9187	1037,1901	27,1360	
<b>3. Numune</b>	38,5687	7,4982	43,8571	3,3575	3,5774	8,0543	63,0049	28,9489	260,1233	1034,3365	26,8728	
<b>4. Numune</b>	37,9649	7,2975	42,9264	3,4570	3,5797	8,4383	63,3042	28,9804	256,3221	1020,2821	25,8412	
<b>5. Numune</b>	31,8439	5,4414	40,5400	3,2455	3,2449	7,4936	64,0104	29,0980	258,5146	1020,2821	25,8412	
<b>6. Numune</b>	34,5997	5,5095	46,3810	3,5533	3,9747	9,3137	67,9947	29,5377	275,6909	1029,4119	26,7874	
<b>7. Numune</b>	35,6789	7,2008	42,2752	3,3928	3,4226	8,3564	64,0013	29,1718	256,4061	1022,3649	27,1339	
<b>8. Numune</b>	35,0446	7,1748	43,5856	3,3472	3,2941	7,9991	62,4531	29,2123	259,6796	1035,9435	26,6602	
<b>9. Numune</b>	33,6443	6,9760	44,3450	3,5645	3,3124	9,5647	64,5767	29,4323	260,6756	1035,4531	27,1465	
<b>10. Numune</b>	35,8563	6,5654	41,3465	3,4326	3,2564	9,7634	64,9876	29,7865	259,7865	1043,2113	27,8765	

Çizelge 4.2.( devam)

Domates	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Dy	Sr	Ti	Ba	La	
<b>1. Numune</b>	0,2468	0,5883	0,4078	1,0243	1,1072	1,3020	1,1202		3,6245				<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,2631	0,3752	0,3210	0,9272	1,4305	1,1013	1,4753	0,2432	3,6080				
<b>3. Numune</b>	0,2134	0,4931	0,3057	0,8985	0,9228	1,4424	1,4043		3,5208				
<b>4. Numune</b>	0,2550	0,4279	0,4746	0,9136	0,9272	1,4093	1,4991		3,4132				
<b>5. Numune</b>	0,2550	0,4279	0,4746	0,9136	0,9031	1,4093	1,4991		3,5581				
<b>6. Numune</b>	0,2936	0,4111	0,4182	0,8201	1,2183	1,4522	1,6186		3,5285				
<b>7. Numune</b>	0,2382	0,4643	0,3808	0,9015	0,9437	1,1032	1,4298		3,4946				
<b>8. Numune</b>	0,2432	0,4318	0,3508	0,8932	1,1176	1,0498	1,3358		3,4778				
<b>9. Numune</b>	0,2341	0,4378	0,3745	0,8976	1,1234	1,0567	1,3425						
<b>10. Numune</b>	0,2454	0,4654	0,4765	0,9032	1,3214	1,4653	1,4996						
<b>1. Numune</b>	0,4981	1,2856	0,3553	0,4835	2,9299	3,4483	3,8381			0,9520			<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,2070	1,0692	0,3507	0,4358	3,2285	3,6757	0,8310			0,1028			
<b>3. Numune</b>	0,1931	1,1051	0,3522	0,5322	3,0893	3,7067	0,9631			0,0915			
<b>4. Numune</b>	0,1810	1,0392	0,2742	0,4845	3,2229	3,6309	0,7940			0,1283			
<b>5. Numune</b>	0,3739	1,1141	0,3661	0,5014	3,2229	3,7853	0,7642		1,3939	0,0949			
<b>6. Numune</b>	0,2310	1,1161	0,3208	0,5329	2,8674	3,7327	0,9591		1,4614	0,1084	1,1629		
<b>7. Numune</b>	0,1789	1,0525	0,3623	0,3766	3,1031	3,7708	0,9927			0,1114	0,9897		
<b>8. Numune</b>	0,3167	1,0894	0,3476	0,4534	2,9175	3,6567	0,7359			0,1149		1,4107	
<b>9. Numune</b>	0,3214	1,0987	0,3345	0,5647	3,8657	3,7891	0,9765						
<b>10. Numune</b>	0,3321	1,3215	0,3456	0,5434	3,9134	3,8000	0,8769						



**Çizelge 4.3.** Domates örneğinde tarım rejimlerine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin dedeksiyon limitleri.

<b>Domates</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mn</b>	
<b>1. Numune</b>	0,0321	0,1161	0,0031	0,0011	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0007	0,0004	0,0004	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0316	0,1128	0,0032	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0010	0,0004	0,0004	
<b>3. Numune</b>	0,0321	0,1154	0,0034	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0011	0,0004	0,0004	
<b>4. Numune</b>	0,0319	0,1142	0,0029	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0004	0,0020	0,0010	0,0004	0,0004	
<b>5. Numune</b>	0,0318	0,1144	0,0030	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0007	0,0004	0,0004	
<b>6. Numune</b>	0,0320	0,1156	0,0030	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0007	0,0004	0,0004	
<b>7. Numune</b>	0,0318	0,1131	0,0029	0,0011	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0010	0,0004	0,0004	
<b>8. Numune</b>	0,0316	0,1126	0,0030	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0010	0,0004	0,0004	
<b>9. Numune</b>	0,0317	0,1225	0,0029	0,0011	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0010	0,0004	0,0004	
<b>10. Numune</b>	0,0315	0,1143	0,0030	0,0012	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005	0,0020	0,0010	0,0004	0,0004	
<b>1. Numune</b>	0,0398	0,1063	0,0054	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0078	0,0013	0,0005	0,0005	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0392	0,1041	0,0052	0,0015	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0074	0,0012	0,0004	0,0005	
<b>3. Numune</b>	0,0387	0,1019	0,0051	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0074	0,0012	0,0004	0,0005	
<b>4. Numune</b>	0,0393	0,1030	0,0051	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0075	0,0012	0,0004	0,0005	
<b>5. Numune</b>	0,0416	0,1042	0,0056	0,0018	0,0007	0,0005	0,0004	0,0004	0,0089	0,0015	0,0006	0,0006	
<b>6. Numune</b>	0,0421	0,1045	0,0550	0,0017	0,0006	0,0004	0,0003	0,0004	0,0086	0,0009	0,0005	0,0005	
<b>7. Numune</b>	0,0399	0,1022	0,0053	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0078	0,0012	0,0005	0,0005	
<b>8. Numune</b>	0,0401	0,1027	0,0053	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0004	0,0079	0,0013	0,0005	0,0005	
<b>9. Numune</b>	0,0410	0,1031	0,0053	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0078	0,0012	0,0005	0,0005	
<b>10. Numune</b>	0,0397	0,1037	0,0053	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0004	0,0079	0,0013	0,0005	0,0005	

Çizelge 4.3.( devam)

Domates	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Dy	Sr	Ti	Ba	La	
<b>1. Numune</b>	0,0021	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0007						<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0021	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007	0,0011					
<b>3. Numune</b>	0,0021	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007						
<b>4. Numune</b>	0,0020	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007						
<b>5. Numune</b>	0,0021	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007		0,0001				
<b>6. Numune</b>	0,0021	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007		0,0001				
<b>7. Numune</b>	0,0020	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007						
<b>8. Numune</b>	0,0021	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007						
<b>9. Numune</b>	0,0020	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007						
<b>10. Numune</b>	0,0021	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0007						
<b>1. Numune</b>	0,0026	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002		0,0002	0,0009			<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0025	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008		0,0001	0,0008			
<b>3. Numune</b>	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008		0,0001	0,0008			
<b>4. Numune</b>	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008		0,0001	0,0008			
<b>5. Numune</b>	0,0032	0,0004	0,0003	0,0003	0,0002	0,0011		0,0002	0,0011			
<b>6. Numune</b>	0,0029	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0010		0,0002	0,0010	0,0020		
<b>7. Numune</b>	0,0027	0,0003	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002		0,0002	0,0009	0,0018		
<b>8. Numune</b>	0,0026	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0009		0,0002	0,0009		0,0023	
<b>9. Numune</b>	0,0027	0,0003	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002						
<b>10. Numune</b>	0,0026	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0009						

Yukarıdaki verilerin istatistiksel dağılımı bağımsız değişken mantığıyla incelenmiş ve domateste sodyum elementi için şu sonuçlar elde edilmiştir  
**Bağımsız İki Değişken Testi**

Domateste Na		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
KONSANTRASYON	Equal variances assumed	20,280	0,000	-54,657	18	0,000	-7,770420	0,1421661	-8,0690998	-7,4717402
	Equal variances not assumed			-54,657	9,382	0,000	-7,770420	0,1421661	-8,0900386	-7,4508014
DEDEKSİYON LİMİTİ	Equal variances assumed	4,931	0,039	-1,452	18	0,164	-0,007220	0,0049716	-0,0176649	,0032249
	Equal variances not assumed			-1,452	9,002	0,180	-0,007220	0,0049716	-0,0184661	,0040261
SİDDET	Equal variances assumed	14,300	0,001	-55,941	18	0,000	-32,937430	0,5887900	-34,1744319	-31,7004281
	Equal variances not assumed			-55,941	9,094	0,000	-32,937430	0,5887900	-34,2672680	-31,6075920

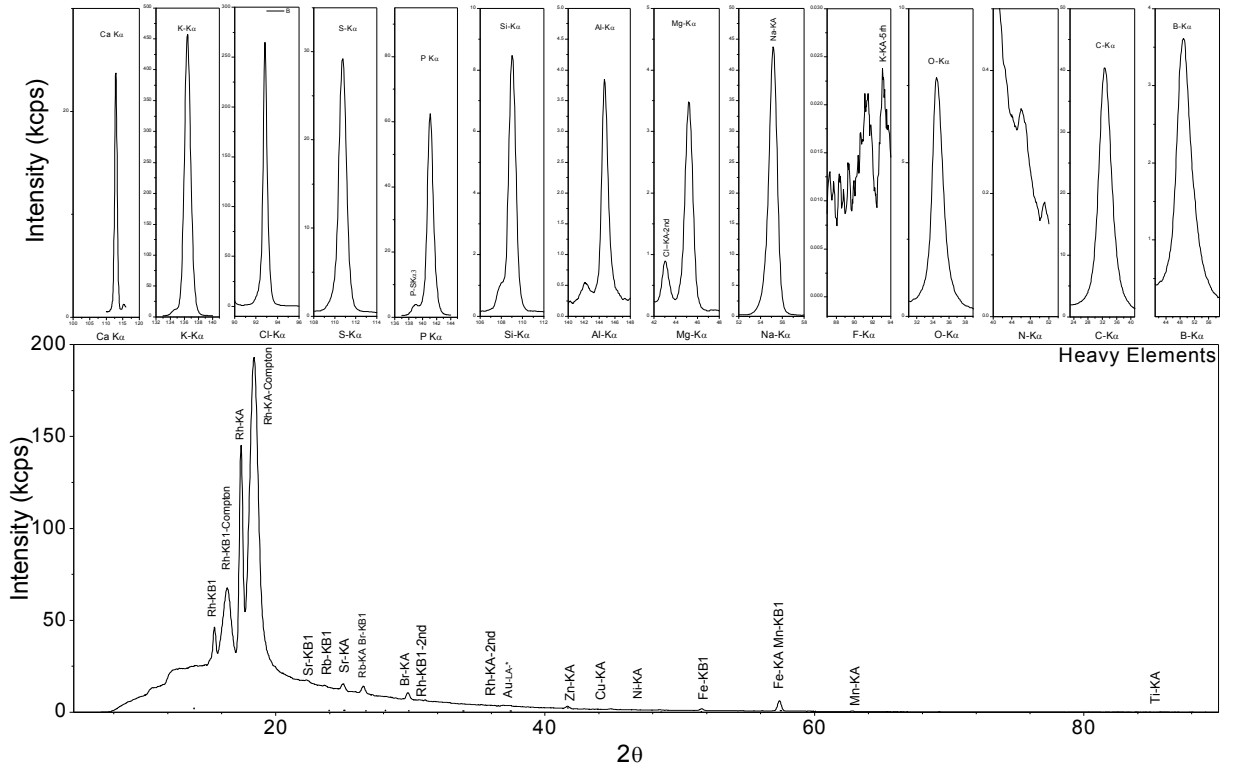
## Grup İstatistiği

Domates Na	GRUPLAR	N	Ortalama	Std. sapma	Ortalama hata	t	sdf	p tailed)	Sig(2
KONSANTRASYON	GELENEK SEL	10	2,609780	0,0647946	0,0204898	-54,657	9,382	0,000	
	ORGANİK	10	10,380200	0,4448748	0,1406818				
DEDEKSIYON LİMİTİ	GELENEK SEL	10	0,003040	0,0001578	0,0000499	-1,452	9,002	0,180	
	ORGANİK	10	0,010260	0,0157207	0,0049713				
ŞİDDET	GELENEK SEL	10	9,948530	0,1342610	0,0424571	-55,941	9,094	0,000	
	ORGANİK	10	42,885960	1,8570704	0,5872572				

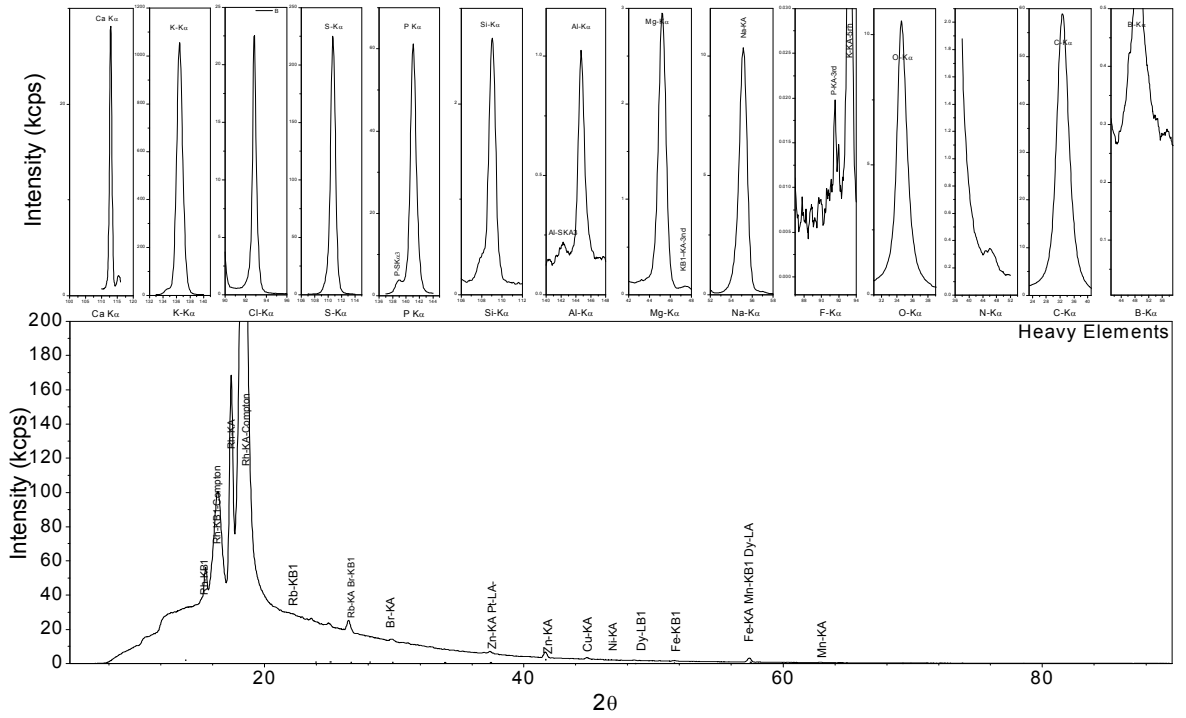
**Çizelge 4.4.** Tarım rejimine göre domatestede var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.

ELEMENT	KONSANTRASYON		PİK ŞİDDETİ		DEDEKSİYON LİMİTİ	
	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel
Karbon (C)	44,124400	50,655900	35,764970	56,725440	0,0401400	0,03181
Oksijen (O)	27,892100	38,906700	6,750310	9,6289900	0,1035700	0,11510
Aluminyum (Al)	0,0673500	0,0147200	3,512160	0,8314900	0,0006100	0,00040
Kalsiyum (Ca)	0,2310000	0,1708100	26,950930	23,2627600	0,0004800	0,00040
Bakır (Cu)	0,0013900	0,0014400	0,490840	0,9092800	0,0002500	0,00020
Demir (Fe)	0,0383400	0,0096500	1,129140	0,4522800	0,0026600	0,00207
Lantan (La)	0,0114000		1,410700		0,0023000	
Mangan (Mn)	0,0031200	0,0016000	0,248780	0,2833200	0,0005100	0,00040
Nikel (Ni)	0,0012300	0,0008300	0,3984500	0,340930	0,0003100	0,00020
Fosfor (P)	0,3848100	0,3007400	63,902990	59,2916200	0,0003100	0,00030
Sülfür (S)	0,2251300	1,4443200	29,168700	219,6889900	0,0003400	0,00049
Stronsiyum (Sr)	0,0005000	0,0019250	1,427650	3,5281875	0,0001625	0,00010
Çinko (Zn)	0,0035900	0,0021500	3,236060	1,1015200	0,0002200	0,00020
Brom (Br)	0,0030000	0,0005900	3,699620	1,2791500	0,0003400	0,00011
Klor (Cl)	12,490350	0,7728600	259,715520	21,2401200	0,0079000	0,00200
Disprosyum (Dy)		0,0027000		0,2432000		0,00110
Potasyum (K)	4,8389000	3,8401000	1029,931500	454,7493800	0,0012300	0,00092
Mag.yum (Mg)	0,3501700	0,2527200	3,399580	2,802720	0,0016200	0,00117
Sodyum (Na)	10,380200	2,6097800	42,885960	9,948530	0,0030400	0,01026
Baryum (Ba)	0,0071500		1,076300		0,0019000	
Rubidyum (Rb)	0,0021870	0,0025200	1,173150	1,422430	0,0006900	0,00070
Silikon (Si)	0,1422400	0,0361000	8,634320	2,454270	0,0004100	0,00030
Talyum (Ti)	0,0040125		0,213025		0,0009000	

Çizelge 4.4'e bakıldığında iki grup arasında elementlerin dedeksiyon limitleri açısından önemli farklılıkların olmadığı görülmektedir. Element konsantrasyonu ve pik şiddetleri arasında ise önemli farklılıklar vardır. Al, Ca, Fe, Mn, P, Zn, Br, Cl, P, Mg, Na, Ni, Si elementlerinin konsantrasyonlarının ve pik şiddetlerinin organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş domates numunelerinde daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Cu, S, Sr ve Rb elementlerinin konsantrasyonlarının ve pik şiddetlerinin ise geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş domates numunelerinde yüksek çıktığı görülmektedir. Ti, sadece 8 organik numunede, Dy, 1 geleneksel numunede, Ba, 2 organik numunede, La ise 1 organik numunede dedekte edilmiştir. Seyrek olarak dedekte edilen bu elementler dış ortamdan kontamine olmuş olabilirler. Kuru madde olarak adlandırılan bu elementlerin teşkil ettiği toplam konsantrasyonun dışında kalan C ve O miktarlarında ise C ve O'nin konsantrasyonunun ve pik şiddet değerlerinin geleneksel tarım ürünü olan domates örneklerinde daha yüksek olduğu görülmüştür. Buradan kuru madde miktarının organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş olan domates örneklerinde daha yüksek olduğunu gözlemliyoruz. Bu da besin değeri açısından önemli bir bulgu olarak beslenmeciler tarafından vurgulanmaktadır. İki tarım rejimine göre de yetiştirilmiş domates numunelerin incelenmesi sonucu elde edilen spektrumlar aşağıda verilmiştir. Bu çizimlerde ağır elementler tek bir spektrumda gösterilmiş, hafif elementler için ise ayrı ayrı spektrumlarda gösterilmiştir.



**Şekil 4.1.** Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş domates numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş spektrum.



**Şekil 4.2.** Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş domates numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş spektrum.

**4.1.c. Domateste parçacık büyüklüğünün farkı**

Parçacık büyüklüğünün ölçüm sonuçlarına etkisi incelenmiş ve 1–150  $\mu\text{m}$  aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan örnek numunelerdeki elementel analiz sonuçları ile 150–400  $\mu\text{m}$  aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan numunelerdeki elementel analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelgeler halinde verilmiştir



**Çizelge 4.5.** Domates örneğinde, parçacık büyüklüğüne göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.

<b>Domates Parçacık Büyüküğü</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mn</b>	
<b>1. Numune</b>	45,0390	27,9510	7,6335	0,2944	0,0267	0,0549	0,3397	0,2219	8,6785	3,8179	0,1880	0,0019	<b>KÜÇÜK DOMATES</b>
<b>2. Numune</b>	44,6390	28,7950	7,4171	0,2563	0,0242	0,0446	0,3232	0,2117	8,3656	3,7438	0,1788	0,0022	
<b>3. Numune</b>	44,5000	29,1640	8,0132	0,3069	0,0292	0,0646	0,3528	0,2314	9,1992	3,9565	0,1978	0,0017	
<b>4. Numune</b>	44,5850	28,9790	6,7549	0,2724	0,0244	0,0486	0,3284	0,2204	7,8809	3,7778	0,1879	0,0016	
<b>5. Numune</b>	44,0150	25,4390	7,6484	0,2808	0,0222	0,0455	0,3245	0,2150	8,5480	3,7488	0,1886	0,0020	
<b>6. Numune</b>	44,8080	24,2700	7,4870	0,2909	0,0233	0,0528	0,3520	0,2380	9,1458	4,2772	0,2220	0,0017	
<b>7. Numune</b>	43,5120	29,1650	7,8006	0,2790	0,0263	0,0536	0,3409	0,2235	8,8471	3,8978	0,1965	0,0018	
<b>8. Numune</b>	43,0780	28,9880	6,8975	0,2555	0,0226	0,0450	0,3142	0,2126	8,0175	3,6372	0,1854	0,0017	
<b>9. Numune</b>	42,5620	28,5920	7,6545	0,3021	0,0234	0,0546	0,3124	0,2314	8,0321	3,6547	0,1865	0,0023	
<b>10. Numune</b>	44,5060	27,5780	6,8956	0,2861	0,0275	0,0431	0,3541	0,2165	9,1532	4,7765	0,1798	0,0017	
<b>1. Numune</b>	49,1937	29,5139	9,8183	0,3377	0,0716	0,1539	0,3748	0,2266	11,8967	3,8357	0,2310	0,0051	<b>BÜYÜK DOMATES</b>
<b>2. Numune</b>	48,3715	29,2160	10,0734	0,325	0,0618	0,134	0,3498	0,2121	11,5404	3,6095	0,2097	0,0020	
<b>3. Numune</b>	48,0010	29,6069	10,0420	0,3223	0,0615	0,1283	0,3515	0,2117	11,4192	3,5442	0,2050	0,0018	
<b>4. Numune</b>	50,6085	29,8679	9,9986	0,3373	0,0626	0,1367	0,3594	0,2158	11,4656	3,5995	0,2118	0,0017	
<b>5. Numune</b>	49,7632	29,1780	10,5764	0,3609	0,0648	0,1392	0,4184	0,2510	13,7764	4,6070	0,2730	0,0046	
<b>6. Numune</b>	49,8602	28,0176	11,1604	0,3701	0,0744	0,1622	0,4169	0,2389	13,7595	4,4126	0,2556	0,0026	
<b>7. Numune</b>	48,7674	29,5272	10,1401	0,3418	0,0618	0,1400	0,376	0,2251	11,9458	3,8130	0,2202	0,0018	
<b>8. Numune</b>	51,1495	29,2264	10,4409	0,3391	0,0598	0,1348	0,3692	0,2268	12,2018	3,8576	0,2264	0,0032	
<b>9. Numune</b>	48,9751	29,4546	11,5432	0,4000	0,0765	0,1435	0,400	0,2321	13,2434	3,6543	0,2341	0,0045	
<b>10. Numune</b>	49,4327	29,6560	10,3213	0,3675	0,0787	0,1498	0,4321	0,2112	13,6547	3,4676	0,2432	0,0039	

Çizelge 4.5. (devam)

Domates Paçaçık Büyüklüğü	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Au	Ba	
1.Numune	0,0140	0,0013	0,0013	0,0022	0,0028	0,0021	0,0020			KÜÇÜK DOMATES
2.Numune	0,0132	0,0010	0,0011	0,0026	0,0027	0,0027	0,0018			
3.Numune	0,0188	0,0014	0,0013	0,0016	0,0027	0,0030	0,0017			
4.Numune	0,0141	0,0009	0,0012	0,0017	0,0027	0,0024	0,0017			
5.Numune	0,0152	0,0011	0,0016	0,0021	0,0037	0,0017	0,0023			
6.Numune	0,0172	0,0010	0,0016	0,0027	0,0034	0,0028	0,0021		0,0081	
7.Numune	0,0144	0,0007	0,0010	0,0018	0,0030	0,0028	0,0019		0,0062	
8.Numune	0,0137	0,0008	0,0012	0,0022	0,0029	0,0025	0,0019			
9.Numune	0,0134	0,0008	0,0012	0,0024	0,0028	0,0028	0,0020			
10.Numune	0,0145	0,0011	0,0016	0,0017	0,0027	0,0018	0,0019			
1.Numune	0,0436	0,0012	0,0014	0,0019	0,0038	0,0022	0,0021		0,0085	BÜYÜK DOMATES
2.Numune	0,0336	0,0011	0,0014	0,0016	0,0035	0,0022	0,0020			
3.Numune	0,0339	0,0011	0,0015	0,0018	0,0035	0,0025	0,0020		0,0067	
4.Numune	0,0326	0,0009	0,0013	0,0018	0,0037	0,0021	0,0021			
5.Numune	0,0457	0,0015	0,0011	0,0021	0,0036	0,0026	0,0020	0,0012	0,0070	
6.Numune	0,0424	0,0013	0,0018	0,0019	0,0044	0,0030	0,0025			
7.Numune	0,0350	0,0012	0,0014	0,0061	0,0038	0,0027	0,0022		0,0068	
8.Numune	0,0368	0,0012	0,0013	0,0017	0,0035	0,0021	0,0020	0,0017	0,0074	
9.Numune	0,0453	0,0013	0,0014	0,0018	0,0036	0,0022	0,0024			
10.Numune	0,0345	0,0015	0,0016	0,0021	0,0038	0,0027	0,0025			

**Çizelge 4.6.** Domates örneğinde, parçacık büyüklüğüne göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin pik şiddeti değerleri.

<b>Domates Parçacık Büyüklüğü</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	
<b>1. Numune</b>	36,4631	6,5970	30,5427	2,9707	1,5161	3,3692	59,9230	29,0201	200,5082	447,9812	<b>KÜÇÜK DOMATES</b>
<b>2. Numune</b>	37,9853	7,2425	30,2931	2,6555	1,4108	2,8185	58,7639	28,4990	200,2790	449,7135	
<b>3. Numune</b>	38,5687	7,4982	32,0178	3,0656	1,6379	3,9174	61,3966	28,9489	208,1963	451,6594	
<b>4. Numune</b>	37,9649	7,2975	26,9417	2,7989	1,4134	3,0494	59,2842	28,9804	188,2525	449,4529	
<b>5. Numune</b>	31,8439	5,4414	31,1434	2,8810	1,2819	2,8455	58,3214	29,0980	201,6726	457,3167	
<b>6. Numune</b>	34,5997	5,5095	27,7971	2,7294	1,2326	3,0100	57,6311	29,5377	194,1416	468,9771	
<b>7. Numune</b>	35,6789	7,2008	31,4339	2,8244	1,4972	3,3031	60,3102	29,1718	204,5616	452,5859	
<b>8. Numune</b>	35,0446	7,1748	27,6590	2,6283	1,3138	2,8276	56,8208	29,2123	191,5353	452,0442	
<b>9. Numune</b>	33,6443	6,9760	28,9876	2,8076	1,4532	3,8976	58,5643	28,7986	192,6540	456,7654	
<b>10. Numune</b>	35,8563	6,5654	31,2345	2,9531	1,3321	3,0786	57,6112	28,6541	195,3450	453,6521	
<b>1. Numune</b>	43,0980	6,7554	40,2748	3,3156	3,9241	9,0861	63,0667	29,9648	252,0378	518,4008	<b>BÜYÜK DOMATES</b>
<b>2. Numune</b>	43,7411	6,7249	43,3280	3,3298	3,5353	8,2736	61,6303	29,5034	257,9187	530,8721	
<b>3. Numune</b>	41,3179	6,8295	43,8571	3,3575	3,5774	8,0543	63,0049	30,7931	260,1233	520,1963	
<b>4. Numune</b>	45,7084	6,7817	42,9264	3,4570	3,5797	8,4383	63,3042	30,5122	256,3221	539,545	
<b>5. Numune</b>	44,4414	6,7396	40,5400	3,2455	3,2449	7,4936	64,0104	29,6088	258,5146	521,3025	
<b>6. Numune</b>	40,3299	5,7907	46,3810	3,5533	3,9747	9,3137	67,9947	29,7812	275,6909	523,5355	
<b>7. Numune</b>	42,8052	6,8269	42,2752	3,3928	3,4226	8,3564	64,0013	30,2631	256,4061	527,4893	
<b>8. Numune</b>	46,1248	6,5898	43,5856	3,3472	3,2941	7,9991	62,4531	29,4978	259,6796	517,7133	
<b>9. Numune</b>	46,3456	6,1234	44,3543	3,3546	3,6754	9,3421	67,5843	30,7689	258,7654	518,7546	
<b>10. Numune</b>	45,7634	6,3324	43,4567	3,4532	3,7658	8,7659	64,2435	30,3245	259,7654	520,5671	

Çizelge 4.6.( devam)

Domates Paçacık Büyüklüğü	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Au	Ba	
	<b>1. Numune</b>	21,7773	0,2102	0,4760	0,4428	0,4835	1,1072	3,4483	0,8552	3,6245		
<b>2. Numune</b>	21,6446	0,2568	0,4690	0,3409	0,4358	1,4305	3,6757	1,1495	3,608			
<b>3. Numune</b>	22,1662	0,1818	0,6178	0,4406	0,5322	0,9228	3,7067	1,1933	3,5208			
<b>4. Numune</b>	22,7497	0,1941	0,5037	0,2961	0,4845	0,9272	3,6309	1,0136	3,4132			
<b>5. Numune</b>	22,4036	0,2350	0,5298	0,3885	0,5014	0,9031	3,7853	0,6949	3,5581			
<b>6. Numune</b>	22,7953	0,1648	0,5156	0,2831	0,5329	1,2183	3,7327	1,0132	3,5285		1,1629	
<b>7. Numune</b>	22,6483	0,2024	0,4849	0,2315	0,3766	0,9437	3,7708	1,1431	3,4946		0,9897	
<b>8. Numune</b>	22,5329	0,2051	0,489	0,2794	0,4534	1,1176	3,6567	1,0681	3,4778			
<b>9. Numune</b>	22,6543	0,2063	0,4971	0,2989	0,4533	1,1185	3,5436	1,1543	3,4567			
<b>10. Numune</b>	22,4536	0,2043	0,4865	0,3341	0,5432	1,2167	3,4567	1,0876	3,5765			
<b>1. Numune</b>	23,5410	0,4981	1,2856	0,3553	0,6192	1,1022	5,4023	3,8381	4,5256		1,4473	<b>BÜYÜK DOMATES</b>
<b>2. Numune</b>	22,9613	0,2070	1,0692	0,3507	0,6270	1,0066	5,3478	0,8310	4,5015			
<b>3. Numune</b>	23,0024	0,1931	1,1051	0,3522	0,6299	1,0405	4,7911	0,9631	4,1140		1,1224	
<b>4. Numune</b>	23,2417	0,1810	1,0392	0,2742	0,6250	1,0954	5,6378	0,7940	4,6646			
<b>5. Numune</b>	23,2525	0,3739	1,1141	0,3661	0,5205	1,2629	5,2923	0,7642	4,3316	0,0012	1,2266	
<b>6. Numune</b>	23,4672	0,2310	1,1161	0,3208	0,6872	1,0026	5,5516	0,9591	4,6400			
<b>7. Numune</b>	22,8512	0,1789	1,0525	0,3623	0,5930	3,6215	5,4755	0,9927	4,6474		1,1545	
<b>8. Numune</b>	23,2032	0,3167	1,0894	0,3476	0,6246	1,0527	5,3496	0,7359	4,5815	0,0017	1,3048	
<b>9. Numune</b>	23,4503	0,3765	1,6753	0,3215	0,5342	1,0563	5,6123	0,9876	4,6547			
<b>10. Numune</b>	23,6754	0,2087	1,0987	0,3546	0,6013	1,2654	5,6743	0,8769	4,8765			

**Çizelge 4.7.** Domates örneğinde parçacık büyüklüğüne göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin dedeksiyon limitleri.

<b>Domates Parçacık Büyüklüğü</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	
<b>1. Numune</b>	0,0398	0,1063	0,0048	0,0014	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0063	0,0012	<b>KÜÇÜK DOMATES</b>
<b>2. Numune</b>	0,0392	0,1041	0,0046	0,0014	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0061	0,0007	
<b>3. Numune</b>	0,0387	0,1019	0,0049	0,0015	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0066	0,0012	
<b>4. Numune</b>	0,0393	0,1030	0,0045	0,0015	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0060	0,0011	
<b>5. Numune</b>	0,0416	0,1042	0,0048	0,0015	0,0005	0,0003	0,0003	0,0003	0,0062	0,0011	
<b>6. Numune</b>	0,0421	0,1045	0,0049	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0068	0,0009	
<b>7. Numune</b>	0,0399	0,1022	0,0048	0,0014	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0064	0,0008	
<b>8. Numune</b>	0,0401	0,1027	0,0044	0,0014	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0060	0,0011	
<b>9. Numune</b>	0,0410	0,1031	0,0047	0,0015	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0064	0,0008	
<b>10. Numune</b>	0,0397	0,1037	0,0045	0,0014	0,0005	0,0004	0,0003	0,0003	0,0060	0,0011	
<b>1. Numune</b>	0,0387	0,1111	0,0054	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0078	0,0013	<b>BÜYÜK DOMATES</b>
<b>2. Numune</b>	0,0377	0,1095	0,0052	0,0015	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0074	0,0012	
<b>3. Numune</b>	0,0391	0,1103	0,0051	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0074	0,0012	
<b>4. Numune</b>	0,0378	0,1106	0,0051	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0075	0,0012	
<b>5. Numune</b>	0,0384	0,1093	0,0056	0,0018	0,0007	0,0005	0,0004	0,0004	0,0089	0,0015	
<b>6. Numune</b>	0,0398	0,1114	0,0550	0,0017	0,0006	0,0004	0,0003	0,0004	0,0086	0,0009	
<b>7. Numune</b>	0,0386	0,1089	0,0053	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0078	0,0012	
<b>8. Numune</b>	0,0382	0,1120	0,0053	0,0016	0,0006	0,0004	0,0003	0,0004	0,0079	0,0013	
<b>9. Numune</b>	0,0378	0,1103	0,0054	0,0018	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,0078	0,0012	
<b>10. Numune</b>	0,0376	0,1123	0,0057	0,0018	0,0006	0,0004	0,0003	0,0004	0,0079	0,0013	

Çizelge 4.7. (devam)

Domates Paçacık Büyüklüğü											
	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Au	Ba
<b>1. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0025	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>2. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>3. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0025	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002		
<b>4. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>5. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>6. Numune</b>	0,0005	0,0006	0,0028	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0010	0,0002		0,0020
<b>7. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0025	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		0,0018
<b>8. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>9. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0025	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>10. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>1. Numune</b>	0,0005	0,0005	0,0026	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002		0,0017
<b>2. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0025	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>3. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		0,0018
<b>4. Numune</b>	0,0004	0,0005	0,0024	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0001		
<b>5. Numune</b>	0,0006	0,0006	0,0032	0,0004	0,0003	0,0003	0,0002	0,0011	0,0002	0,0006	0,0017
<b>6. Numune</b>	0,0005	0,0005	0,0029	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0010	0,0002		
<b>7. Numune</b>	0,0005	0,0005	0,0027	0,0003	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002	0,0002		0,0017
<b>8. Numune</b>	0,0005	0,0005	0,0026	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002	0,0006	0,0017
<b>9. Numune</b>	0,0005	0,0005	0,0027	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002		
<b>10. Numune</b>	0,0005	0,0005	0,0026	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002		

KÜÇÜK DOMATES

BÜYÜK DOMATES

## Bağımsız İki Değişken Testi

Parçacık Büyüklüğü Domateste Al		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
KONSANTRASYON	Equal varianc es assume d	23,182	0,000	-17,239	18	0,000	-0,042520	0,0024666	-0,0477021	-0,0373379
	Equal varianc es not assume d			-17,239	10,734	0,000	-0,042520	0,0024666	-0,0479654	-0,0370746
DEDEKSİYON LİMİTİ	Equal varianc es assume d	0,000	1,000	-7,071	18	0,000	-0,000100	0,0000141	-0,0001297	-0,0000703
	Equal varianc es not assume d			-7,071	18,000	0,000	-0,000100	0,0000141	-0,0001297	-0,0000703
ŞİDDET	Equal varianc es assume d	3,490	0,078	-25,374	18	0,000	-2,190500	0,0863283	-2,3718690	-2,0091310
	Equal varianc es not assume d			-25,374	13,295	0,000	-2,190500	0,0863283	-2,3765807	-2,0044193

**Gurup İstatistiği**

<b>Parçacık Büyüklüğü İçin AI</b>	<b>GRUPLAR</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>Std. Error Mean</b>
<b>KONSANTRASYON</b>	KÜÇÜK	10	0,024980	0,0023218	0,0007342
	BÜYÜK	10	0,067500	0,0074464	0,0023548
<b>DEDEKSİYON LİMİTİ</b>	KÜÇÜK	10	0,000510	0,0000316	0,0000100
	BÜYÜK	10	0,000610	0,0000316	0,0000100
<b>ŞİDDET</b>	KÜÇÜK	10	1,408900	0,1228681	0,0388543
	BÜYÜK	10	3,599400	0,2437810	0,0770903

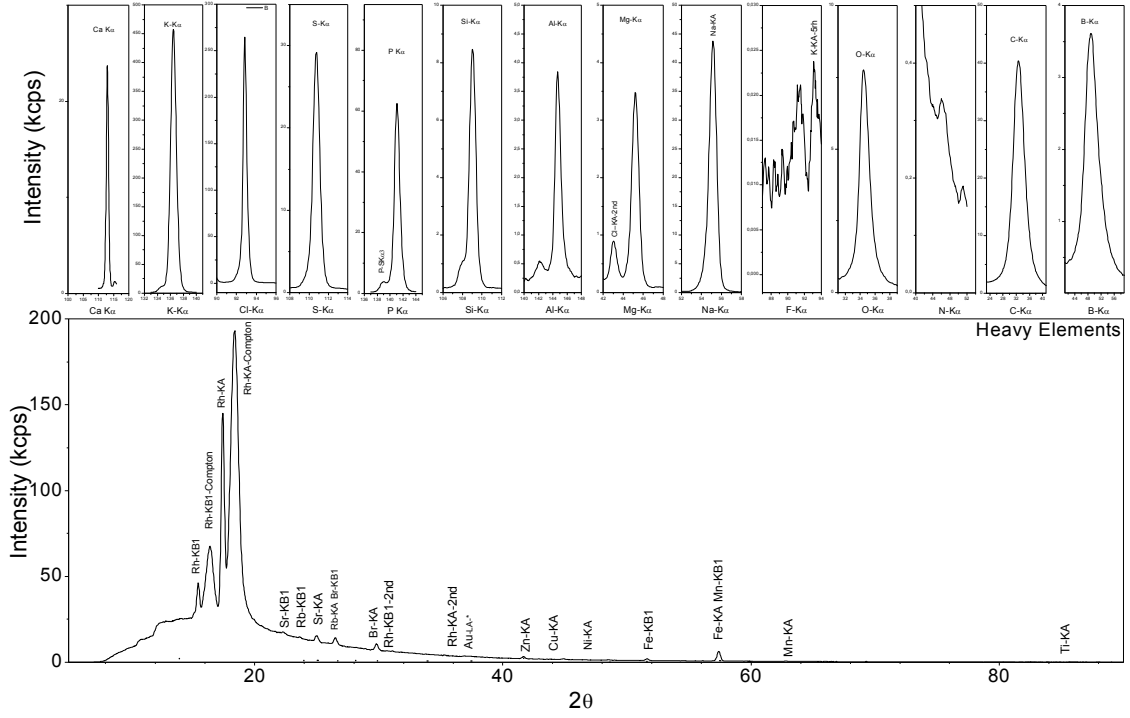
Yukarıda verilen istatistiksel işlem parçacık büyüklüğü farklı iki guruptaki domates numunelerinde mevcut olan tüm elementler için yapılmış olup toplu sonuçlar Çizelge 4,8'de verilmiştir.



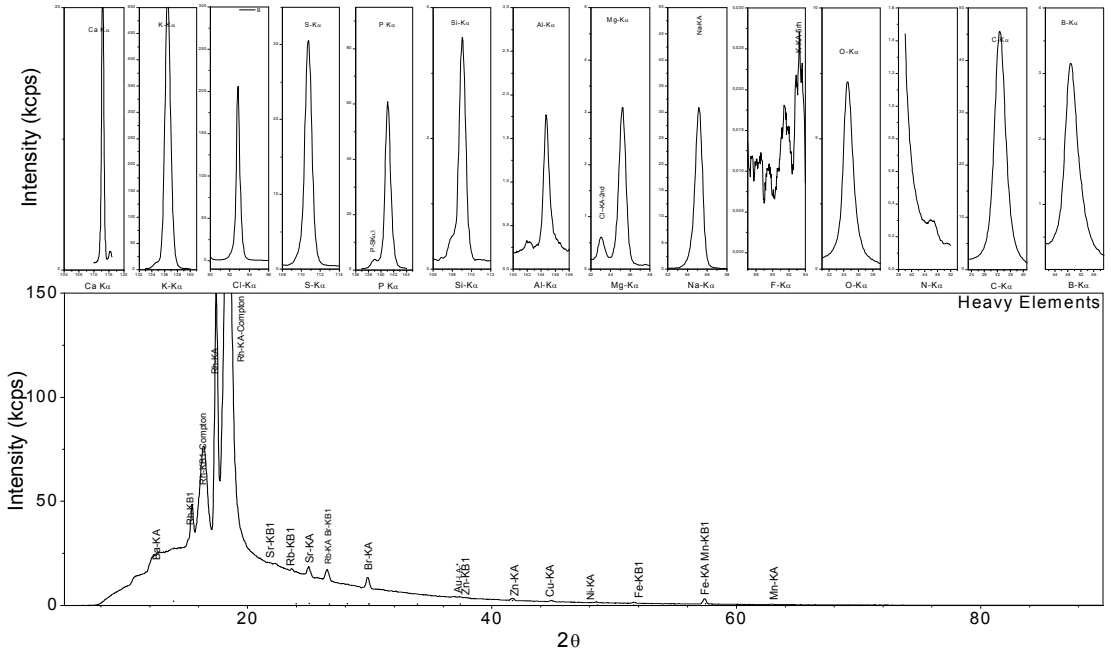
**Çizelge 4.8.** Parçacık büyüklüğüne göre domatestede var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.

ELEMENT	KONSANTRASYON		PİK ŞİDDETİ		DEDEKSİYON LİMİTİ	
	Büyük (150–400 µm)	Küçük (1–150 µm)	Büyük (150–400 µm)	Küçük (1–150 µm)	Büyük (150–400 µm)	Küçük (1–150 µm)
Karbon (C)	49,41220	44,12440	43,96750	35,76490	0,04010	0,03830
Oksijen (O)	29,32650	27,89210	6,75031	6,54940	0,11050	0,10350
Alüminiyim (Al)	0,06750	0,02498	3,59940	1,40890	0,00061	0,00051
Kalsiyum (Ca)	0,23295	0,19113	23,26462	22,38258	0,00048	0,00041
Bakır (Cu)	0,00142	0,00131	0,60619	0,47968	0,00025	0,00024
Demir (Fe)	0,03813	0,01485	1,16452	0,50694	0,00266	0,00248
Manganez (Mn)	0,00291	0,00186	0,27649	0,20608	0,00051	0,00051
Nikel (Ni)	0,00123	0,00101	0,34053	0,33359	0,00031	0,00030
Fosfor (P)	0,38494	0,33422	58,86267	58,58158	0,00031	0,00030
Sülfür (S)	0,22578	0,22224	30,10178	28,99209	0,00034	0,00030
Stronsiyum (Sr)	0,00218	0,00193	4,55374	3,52587	0,00017	0,00012
Çinko (Zn)	0,00228	0,00210	1,35061	1,09056	0,00022	0,00020
Brom (Br)	0,00377	0,00294	5,41346	3,64074	0,00027	0,0002
Klor (Cl)	12,31164	8,58679	259,52239	197,71461	0,00790	0,00628
Potasyum (K)	3,92882	3,89625	523,83765	454,01484	0,00123	0,00100
Magnezyum (Mg)	0,34996	0,28244	3,38065	2,83145	0,00166	0,00146
Sodyum (Na)	10,41146	7,42023	43,09791	29,80508	0,01031	0,00469
Baryum (Ba)	0,00728	0,00715	1,25112	1,07630	0,00190	0,00172
Rubidyum (Rb)	0,00247	0,00246	1,17426	1,03728	0,00083	0,00062
Silikon (Si)	0,14557	0,05073	8,51231	3,21169	0,00041	0,00039
Altın (Au)		0,00145		0,42820		0,00060

Toplu sonuçlara bakıldığı zaman 14 elementin konsantrasyon değerlerinin büyük parçacık boyutlarına sahip olan numunelerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu elementler C, O, Al, Ca, Fe, Mn, Ni, P, S, Cl, Mg, Na, Rb, Si dir. Bunun yanında Cu, Sr, Zn, Br, K, Ba, ise küçük parçacık büyüklüğüne sahip olan domates numunelerinde konsantrasyon olarak yüksek çıkmıştır. Elementlerin sahip oldukları pik yüksekliği ile konsantrasyonlar arasında genel anlamda bir uyum vardır. Konsantrasyon olarak yüksek çıkan element pik şiddeti de yüksek çıkmaktadır. Fakat P ve S elementlerinde bu uyum gözlenmemektedir. Dedeksiyon limiti açısından C hariç tüm elementlerde parçacık büyüklüğü fazla olan numunelerde dedeksiyon limitinin yüksek çıktığı görülmüştür. Parçacık büyüklüğünün artmasının sistemin dedeksiyon limitini olumsuz yönde etkilediği sonucu çıkmaktadır. Elementlerin dedeksiyon limitlerin yükselmesi ile dedekte edilebilirliğinin azaldığı gözlemlenmektedir. Bu, besin analizleri için dikkate alınması gereken bir sonuçtur. Au parçacık büyüklüğü büyük olan 2 numunede gözlemlenmiştir. Ba parçacık büyüklüğü küçük olan 2 numunede, parçacık büyüklüğü büyük olan 5 numunede gözlemlenmiştir. Parçacık büyüklüğünün artmasıyla pik şiddeti ve dedekte edilen konsantrasyon önemli ölçüde artmaktadır. Elementlerin dedekte edilebilirliği ise parçacık büyüklüğünün artmasıyla kötüleşmektedir. Dedeksiyon limiti besin analizlerinde parçacık büyüklüğü küçük olan elementler tercih edilmelidir.



Şekil 4.3. 1–150 μm aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan domates numunelerinden birine ait şiddet-açı grafiği.



Şekil 4.4. 150-400 μm aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan domates numunelerinden birine ait şiddet-açı grafiği.

**4.1.2. ay için istatistiksel sonuçlar**

Organik ve geleneksel çaylar için 4 organik 4 geleneksel çay numunesi hazırlanarak inceleme yapılmıştır elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Çay numunesinde, tarım rejimine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.

Çay	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ka	Ca	Mn	
<b>1. Numune</b>	66,8994	30,0492	0,0057	0,2060	0,1379	0,0601	0,2028	0,2330	0,0945	1,5791	0,3698	0,1212	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	65,8794	30,5432	0,0042	0,2050	0,1432	0,0621	0,2105	0,2300	0,0990	1,5663	0,3750	0,1223	
<b>3. Numune</b>	66,3421	29,9876	0,0022	0,2000	0,1345	0,066	0,2023	0,2190	0,0878	1,5873	0,3654	0,1210	
<b>4. Numune</b>	67,1221	30,5696	0,0028	0,2130	0,1231	0,0612	0,2012	0,2245	0,0954	1,6031	0,3612	0,1230	
<b>1. Numune</b>	68,3739	28,4321	0,0034	0,2639	0,1554	0,0283	0,1848	0,2348	0,0720	1,6605	0,3818	0,1438	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	68,3889	28,3433	0,0032	0,2630	0,1604	0,0324	0,1896	0,2364	0,0753	1,7305	0,3981	0,1454	
<b>3. Numune</b>	68,3666	28,4366	0,0075	0,2592	0,1540	0,0285	0,1883	0,2320	0,0713	1,6745	0,4007	0,1454	
<b>4. Numune</b>	68,9231	27,4603	0,0028	0,2621	0,1541	0,0277	0,1845	0,2348	0,0703	1,6784	0,3881	0,1425	

Çizelge 4.9.(devam)

Çay	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Ti	
<b>1. Numune</b>	0,0228	0,0009	0,0012	0,0114	0,0003	0,0017	0,0012	0,0019	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0300	0,0009	0,0011	0,0123	0,0003	0,0018	0,0013		
<b>3. Numune</b>	0,02200	0,0008	0,0013	0,0115	0,0002	0,0017	0,0012		
<b>4. Numune</b>	0,0210	0,0008	0,0012	0,0112	0,0003	0,0017	0,0011		
<b>1. Numune</b>	0,0147	0,0011	0,0010	0,0153	0,0002	0,0011	0,0012	<b>ORGANİK</b>	
<b>2. Numune</b>	0,0160	0,0011	0,0010	0,0129	0,0002	0,0010	0,0013		
<b>3. Numune</b>	0,0151	0,0010	0,0009	0,0157	0,0003	0,0013	0,0012		
<b>4. Numune</b>	0,0148	0,0010	0,0011	0,0144	0,0002	0,0012	0,0013		

**Çizelge 4.10.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen çay numunelerindeki elementlerin pik şiddet değerleri.

Çay	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ka	
<b>1. Numune</b>	95,3638	7,0721	0,0300	2,8757	10,9822	5,2750	52,1935	47,0943	3,7193	521,7547	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	96,0312	7,0322	0,0310	2,8651	10,9831	5,2231	52,2345	47,0981	3,7232	520,5641	
<b>3. Numune</b>	95,4411	7,0665	0,0330	2,8721	10,0970	5,1233	51,4412	47,0033	3,6574	521,3454	
<b>4. Numune</b>	95,3456	7,0878	0,0200	2,6623	10,4561	5,1660	52,4532	48,0410	3,7741	521,3421	
<b>1. Numune</b>	98,3615	6,5363	0,0156	3,7276	12,4963	2,5059	48,1058	48,0450	2,8670	555,2464	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	98,6750	6,5224	0,0164	3,7120	12,8894	2,8683	49,2914	48,3053	2,9947	576,3722	
<b>3. Numune</b>	98,6624	6,5604	0,0335	3,6479	12,3411	2,5140	48,8366	47,3067	2,8311	557,7957	
<b>4. Numune</b>	99,4807	6,2024	0,0099	3,7019	12,3980	2,4508	48,0611	48,0780	2,8024	561,2757	

Çizelge 4.10.(devam)

Çay	Ca	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Ti	
<b>1. Numune</b>	107,3121	35,9214	10,5342	0,7803	1,3468	17,8672	1,0464	1,7520	6,4365	0,1438	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	107,8654	35,4631	10,6543	0,7865	1,3224	17,6541	1,0435	1,7681	6,3456		
<b>3. Numune</b>	107,3210	35,4421	10,3212	0,7834	1,3345	17,2312	1,0544	1,7732	6,4545		
<b>4. Numune</b>	107,9876	35,4331	10,3256	0,7731	1,3446	17,3212	1,0412	1,755	6,4137		
<b>1. Numune</b>	110,9977	42,5761	6,8217	0,9310	1,1416	23,9253	0,7687	1,1789	6,6018		<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	114,5390	42,4616	7,2775	0,9438	1,1439	19,8187	0,7643	1,0446	6,8048		
<b>3. Numune</b>	115,8539	42,6938	6,9484	0,8599	1,0771	24,3437	1,0393	1,3682	6,6983		
<b>4. Numune</b>	112,5029	42,0151	6,8122	0,9010	1,2226	22,3189	0,8886	1,2576	7,0146		



**Çizelge 4.11.** Çay numunesinde tarım rejimlerine göre ayrı ayrı analiz edilen numunelerdeki elementlerin dedeksiyon limitleri.

Çay	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ka	Ca	Mn	
<b>1. Numune</b>	0,0299	0,1132	0,0010	0,0009	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,001	0,0005	0,0003	0,0003	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0300	0,1122	0,0020	0,0009	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,001	0,0005	0,0002	0,0003	
<b>3. Numune</b>	0,0297	0,1112	0,0023	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	
<b>4. Numune</b>	0,0300	0,1143	0,0012	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,001	0,0005	0,003	0,0003	
<b>1. Numune</b>	0,0299	0,1127	0,0013	0,0009	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,001	0,0005	0,0002	0,0003	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0300	0,1139	0,0011	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	
<b>3. Numune</b>	0,0300	0,1138	0,0012	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,001	0,0005	0,0003	0,0003	
<b>4. Numune</b>	0,0299	0,1131	0,0016	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0009	0,0003	0,0002	0,0003	

Çizelge 4.11.'(devam)

Çay	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Ti	
<b>1. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0004	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001		
<b>3. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001		
<b>4. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001		
<b>1. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	<b>ORGANİK</b>	
<b>2. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001		
<b>3. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001		
<b>4. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001		

Çay için elde edilen bu sonuçlar yine istatistiksel açıdan çaydaki her element için karşılaştırılmıştır. Örnek olarak çayda Mn için yapılan istatistiksel test sonuçları aşağıda verilmiştir.

### Bağımsız İki Değişken Testi

Çayda Mn		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
KONSANTRASYON	Equal variances assumed	1,324	0,294	-26,499	6	0,000	-0,022400	0,0008453	-0,0244684	-0,0203316
	Equal variances not assumed			-26,499	5,250	0,000	-0,022400	0,0008453	-0,0245422	-0,0202578
ŞİDDET	Equal variances assumed	0,098	0,764	-36,142	6	0,000	-6,871725	0,1901328	-7,3369633	-6,4064867
	Equal variances not assumed			-36,142	5,731	0,000	-6,871725	0,1901328	-7,3423092	-6,4011408

**Grup İstatistiği**

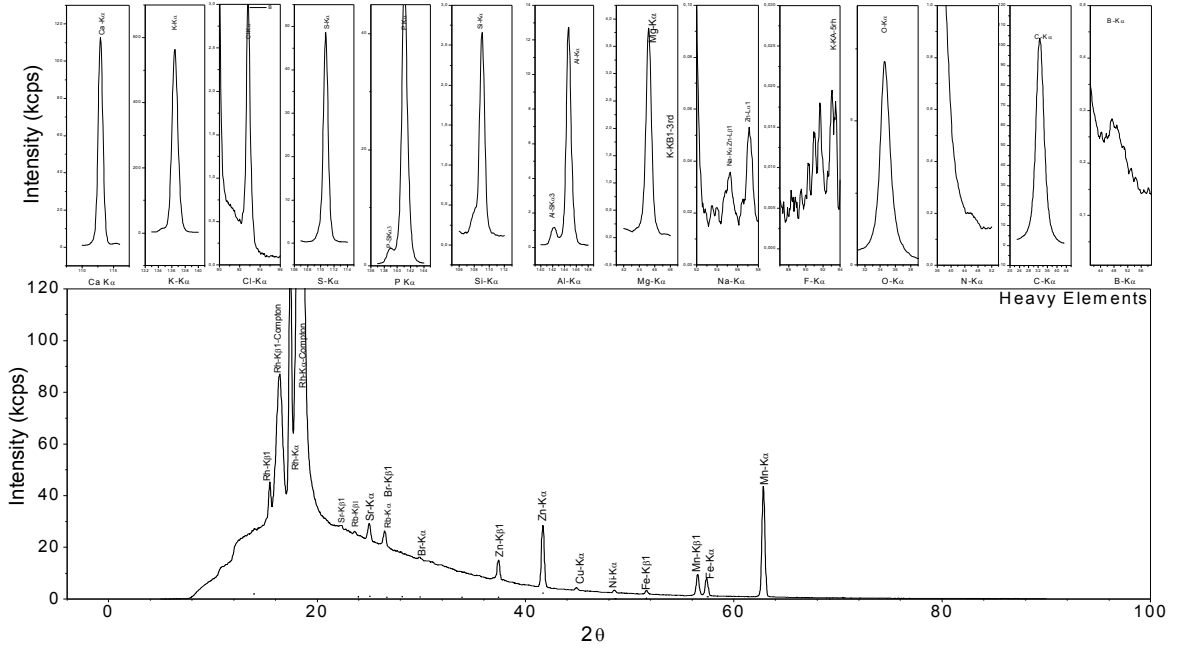
<b>Çayda Mn</b>	<b>GRUPLAR</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>Std. Error Mean</b>
<b>KONSANTRASYON</b>	GELENEKSEL	4	0,121875	0,0009430	0,0004715
	ORGANİK	4	0,144275	0,0014033	0,0007016
<b>DEDEKSİYON LİMİTİ</b>	GELENEKSEL	4	0,000300	0,0000000(a)	0,0000000
	ORGANİK	4	0,000300	0,0000000(a)	0,0000000
<b>ŞİDDET</b>	GELENEKSEL	4	35,564925	0,2379822	0,1189911
	ORGANİK	4	42,436650	0,2965914	0,1482957

(a) İki grubun da standart sapması 0 olduğu için t değeri hesaplanamamıştır.

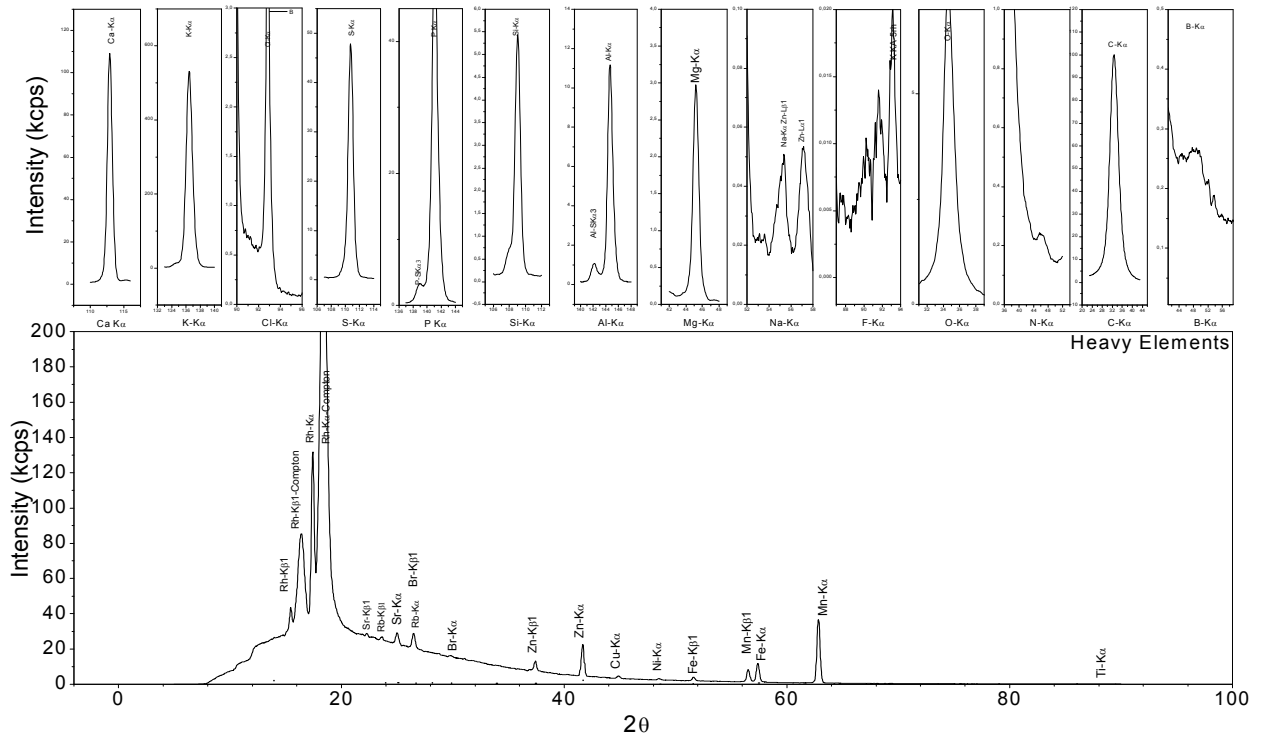
Bu testlere göre alınmış olan toplu sonuçlar aşağıdaki çizelge 4.12'te verilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Tarım rejimine göre çayda var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.

ELEMENT	KONSANTRASYON		PIK ŞİDDETİ		DEDEKSİYON LİMİTİ	
	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel
Karbon (C)	68,513125	66,560750	98,794900	95,545425	0,029950	0,029900
Oksijen (O)	28,168075	30,287400	6,455375	7,064650	0,113375	0,112725
Alüminyum (Al)	0,155975	0,134675	12,531200	10,629600	0,000300	0,000300
Kalsiyum (Ca)	0,392175	0,367850	113,473375	107,621525	0,000250	0,000950
Bakır (Cu)	0,001000	0,001200	1,146300	1,337075	0,000100	0,000100
Demir (Fe)	0,015150	0,023950	6,964950	10,458825	0,000200	0,000200
Mangan (Mn)	0,144275	0,121875	42,43665	35,564925	0,000300	0,000300
Nikel (Ni)	0,001050	0,000850	0,908925	0,780825	0,000200	0,000200
Fosfor (P)	0,186800	0,204200	48,573725	52,080600	0,000200	0,000200
Sülfür (S)	0,234500	0,226625	48,573725	52,080600	0,000200	0,000200
Stronsiyum (Sr)	0,001250	0,001200	6,779875	6,412575	0,000100	0,000100
Çinko (Zn)	0,014575	0,011605	22,601650	17,518425	0,000100	0,000100
Brom (Br)	0,000225	0,000275	0,865225	1,046375	0,000100	0,000100
Klor (Cl)	0,072225	0,094175	2,873800	3,718500	0,000975	0,001000
Potasyum (K)	1,685975	1,583950	562,672500	521,251575	0,000400	0,000450
Magnezyum (Mg)	0,262050	0,206000	3,697350	2,818800	0,000900	0,000900
Sodyum (Na)	0,004225	0,003725	0,018850	0,028500	0,001300	0,001625
Rubidyum (Rb)	0,001150	0,001725	1,212325	1,762075	0,000400	0,000400
Silikon (Si)	0,029225	0,062350	2,584750	5,196850	0,000225	0,000250
Titanyum (Ti)		0,001900		0,143800		0,000400



Şekil 4.5. Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş çay numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.



Şekil 4.6. Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş çay numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet- açı grafiği.

**4.1.e. İncir için istatistiksel sonuçlar**

Organik ve geleneksel tarım rejimlerine göre üretilmiş incirlerden 10'ar numune grubu olmak üzere toplam 20 pellet numune hazırlanarak incelenmiş ve elde edilen sonuçlar çizelgeler halinde verilmiştir.

**Çizelge 4.13.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen incir numunelerindeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.

İncir	C	O	Na	Mg	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	
<b>1. Numune</b>	47,5159	50,9226	0,0428	0,0794	0,0068	0,0441	0,0366	0,0460	1,0193	0,2698	0,0011	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	46,5294	52,1460	0,0110	0,0628	0,0049	0,035	0,0267	0,0441	1,0153	0,1150		
<b>3. Numune</b>	47,0201	51,6027	0,0310	0,0710	0,0098	0,0444	0,0378	0,0464	1,0040	0,1218	0,0012	
<b>4. Numune</b>	47,9713	50,3888	0,0098	0,0710	0,0065	0,0392	0,0330	0,0540	1,2747	0,1390		
<b>5. Numune</b>	47,6543	51,2312	0,0443	0,0795	0,0069	0,0442	0,0340	0,0431	1,0123	0,2612		
<b>6. Numune</b>	47,6787	52,4567	0,0120	0,0633	0,0050	0,0360	0,0245	0,0460	1,0212	0,1230		
<b>7. Numune</b>	47,6671	52,8798	0,0340	0,0720	0,0099	0,4300	0,0222	0,0455	1,2871	0,1312		
<b>8. Numune</b>	46,5673	50,4321	0,0098	0,0701	0,0064	0,4012	0,0431	0,0412	1,0112	0,2541		
<b>9. Numune</b>	47,6897	50,4435	0,0450	0,0645	0,0051	0,0360	0,0230	0,0501	1,0212	0,2432		
<b>10. Numune</b>	47,5645	51,6754	0,0307	0,0791	0,0062	0,0450	0,2670	0,0550	1,0121	0,1445		
<b>1. Numune</b>	50,7893	46,9600	0,1171	0,0770	0,0055	0,0432	0,0219	0,1899	1,1363	0,2327	0,0022	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	47,4948	50,6610	0,1352	0,0614	0,0061	0,0452	0,0347	0,2452	1,1578	0,1486		
<b>3. Numune</b>	49,1264	48,7713	0,156	0,0738	0,0090	0,0506	0,0395	0,2527	1,2954	0,1992	0,0012	
<b>4. Numune</b>	44,9718	52,9059	0,1233	0,0649	0,0054	0,0667	0,0255	0,2470	1,2593	0,2978	0,0013	
<b>5. Numune</b>	50,1223	46,5678	0,1245	0,0652	0,0090	0,7089	0,0450	0,2021	1,1546	0,3098		
<b>6. Numune</b>	47,4356	50,3421	0,1132	0,0678	0,0054	0,6787	0,0478	0,1986	1,2321	0,2756		
<b>7. Numune</b>	49,6512	52,3456	0,1341	0,0614	0,0061	0,6602	0,0431	0,3645	1,3420	0,2213		
<b>8. Numune</b>	45,6543	52,9098	0,1555	0,0781	0,0066	0,7801	0,0463	0,4341	1,4542	0,3555		
<b>9. Numune</b>	44,6754	48,7654	0,1442	0,0707	0,0055	0,7755	0,0441	0,4671	1,4325	0,3122		
<b>10. Numune</b>	47,6787	46,7543	0,1333	0,0731	0,0091	0,9012	0,0455	0,4561	1,4466	0,3345		



Çizelge 4.13.(devam)

İncir	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Au	Ba	Al	
<b>1. Numune</b>	0,0039	0,0014	0,0013	0,0020	0,0005	0,0010	0,0016				<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0021	0,0017	0,0009	0,0027	0,0006	0,0006	0,0009				
<b>3. Numune</b>	0,0025	0,0011	0,0012	0,0014	0,0006	0,0009	0,0015				
<b>4. Numune</b>	0,0030	0,0020	0,0013	0,0030	0,0007	0,0009	0,0013				
<b>5. Numune</b>	0,0040	0,0015	0,0013	0,0030	0,0005	0,0009					
<b>6. Numune</b>	0,0021	0,0016	0,0014	0,0021	0,0006	0,0006					
<b>7. Numune</b>	0,0026	0,0021	0,0012	0,0040	0,0006	0,0009					
<b>8. Numune</b>	0,0030	0,0014	0,0013	0,0012	0,0007	0,0010					
<b>9. Numune</b>	0,0030	0,0012	0,0013	0,0013	0,0006	0,0009				0,0002 0,0006 0,0005	
<b>10. Numune</b>	0,0027	0,0011	0,0012	0,0011	0,0005	0,0007					
<b>1. Numune</b>	0,0043	0,0013	0,0008	0,0017	0,0014	0,0015		0,0024	0,2100		<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0027	0,0010	0,0010	0,0035	0,0008	0,0006					
<b>3. Numune</b>	0,0046	0,0016	0,0012	0,0020	0,0015	0,0010			0,0124		
<b>4. Numune</b>	0,0042	0,0016	0,0012	0,0020	0,0015	0,0012	0,0012		0,0182		
<b>5. Numune</b>	0,0050	0,0017	0,0010	0,0018	0,0016	0,0016					
<b>6. Numune</b>	0,0056	0,0018	0,0021	0,0045	0,0015	0,0010				0,0005 0,0006	
<b>7. Numune</b>	0,0058	0,0016	0,0013	0,0044	0,0015	0,0012					
<b>8. Numune</b>	0,0078	0,0017	0,0012	0,0041	0,0016	0,0016					
<b>9. Numune</b>	0,0062	0,0017	0,0013	0,0055	0,0015	0,0017					
<b>10. Numune</b>	0,0066	0,0016	0,0012	0,0053	0,0016	0,0018					

**Çizelge 4.14.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen incir numunelerindeki elementlerin pik şiddet değerleri.

İncir	C	O	Na	Mg	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	
<b>1. Numune</b>	49,3167	13,5354	0,1423	0,8093	0,4392	8,3518	5,4892	1,3602	258,5745	64,4096	0,2882	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	44,2115	13,0403	0,0321	0,5861	0,2869	6,0719	3,6816	1,1979	236,7576	25,3291		
<b>3. Numune</b>	51,1137	14,6009	0,1082	0,7588	0,6591	8,8042	5,9503	1,4411	267,4709	30,6734	0,3350	
<b>4. Numune</b>	36,0791	9,5693	0,0277	0,5239	0,3037	5,3691	3,5856	1,1567	233,0281	23,4232		
<b>5. Numune</b>	49,3321	13,2456	0,1551	0,8043	0,4431	5,6643	5,4567	1,3623	251,2100	24,3341		
<b>6. Numune</b>	51,1323	14,3456	0,0342	0,5876	0,2876	5,1223	5,5561	1,1556	234,3300	25,4556		
<b>7. Numune</b>	51,2345	10,9876	0,1085	0,7531	0,6675	6,7812	5,5778	1,4446	245,4400	25,4323		
<b>8. Numune</b>	45,3421	10,4532	0,0245	0,5334	0,3033	6,0123	5,663	1,2025	243,2310	22,1230		
<b>9. Numune</b>	48,7654	14,5666	0,0355	0,8112	0,4541	5,3423	5,7712	1,3775	255,6540	24,3433		
<b>10. Numune</b>	48,5643	13,4565	0,0221	0,8001	0,3133	5,4431	5,8971	1,3341	261,4320	23,3310		
<b>1. Numune</b>	59,7951	13,0500	0,2390	0,4799	0,2154	4,9853	2,0094	3,4207	173,5933	33,1915	0,3309	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	52,7736	14,4328	0,4847	0,6721	0,4225	9,1933	5,5858	7,7623	309,7215	37,0561		
<b>3. Numune</b>	45,2715	11,0422	0,4632	0,6695	0,5176	8,5092	5,2651	6,6161	285,3777	40,3375	0,2572	
<b>4. Numune</b>	34,4834	10,9682	0,3046	0,4897	0,2577	9,3196	2,8195	5,3674	230,6349	50,3957	0,2334	
<b>5. Numune</b>	46,7632	11,6753	0,4567	0,4741	0,2521	9,5678	6,1223	6,7869	290,8700	55,4510		
<b>6. Numune</b>	36,7654	10,3476	0,3042	0,6776	0,4244	9,2312	6,5566	7,4532	305,6650	40,4450		
<b>7. Numune</b>	50,8765	13,7654	0,2460	0,6622	0,5233	10,3451	6,1549	7,5673	306,4410	55,3446		
<b>8. Numune</b>	44,7865	10,7654	0,3341	0,5021	0,4995	10,5400	6,5768	7,5679	290,8760	55,6776		
<b>9. Numune</b>	59,7654	13,4432	0,3443	0,6861	0,5112	10,9665	6,7127	7,5544	307,7860	55,2327		
<b>10. Numune</b>	56,4321	13,2212	0,4541	0,4882	0,2245	9,3455	4,3545	6,9878	305,4100	55,4578		

Çizelge 4.14.(devam)

İncir	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Au	Ba	Al		
<b>1. Numune</b>	0,3029	1,0975	1,3269	2,7397	1,6322	4,6118	7,8924					<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,7901	1,2280	0,8699	3,5666	2,000	2,6415	4,2385					
<b>3. Numune</b>	1,0739	0,9492	1,3661	2,0743	2,2368	4,4800	7,8111					
<b>4. Numune</b>	0,8302	1,0737	0,9546	3,0348	1,7763	3,0748	4,6375					
<b>5. Numune</b>	0,3412	1,9812	1,3212	3,0451	1,6534	4,6512				0,0136		
<b>6. Numune</b>	0,7654	1,0923	1,3643	3,4121	1,7862	4,0873				0,0390		
<b>7. Numune</b>	0,7312	1,3412	0,9876	3,4512	1,6671	4,5612				0,0212		
<b>8. Numune</b>	0,8123	1,3431	0,7864	3,4412	1,8031	3,5412						
<b>9. Numune</b>	0,7554	1,2314	0,9112	3,0341	1,7832	2,6756						
<b>10. Numune</b>	0,7120	1,3312	0,5675	3,0454	1,8221	2,3341						
<b>1. Numune</b>	0,9981	0,5742	0,4762	1,4084	2,9248	4,8316		0,9450	3,3677			<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	1,1189	0,8276	1,0884	5,1241	2,8317	2,9429						
<b>3. Numune</b>	1,5346	1,0086	1,0688	2,353	4,1672	4,1229			2,8415	0,0333		
<b>4. Numune</b>	1,1647	0,8351	0,8936	1,9592	3,4601	3,9183	4,0908		3,4986	0,0335		
<b>5. Numune</b>	1,3454	0,9763	1,0412	1,9875	4,5671	4,5678						
<b>6. Numune</b>	1,9876	1,0034	0,0913	1,2345	4,1645	4,9878						
<b>7. Numune</b>	2,4512	1,4567	1,0546	5,4312	4,6781	4,6123						
<b>8. Numune</b>	2,0123	1,4521	1,0612	5,2313	3,7621	4,7891						
<b>9. Numune</b>	2,7543	1,4323	1,0881	4,3521	4,7898	4,6753						
<b>10. Numune</b>	1,2341	1,2554	1,1321	3,2345	4,7781	4,9812						

**Çizelge 4.15.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen incir numunelerindeki elementlerin dedeksiyon limitleri.

İncir	C	O	Na	Mg	Si	P	S	Cl	K	Ca	Mn	
<b>1. Numune</b>	0,0308	0,1193	0,0014	0,0009	0,0002	0,0001	0,0002	0,0010	0,0003	0,0003	0,0003	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,3121	0,1257	0,0013	0,0008	0,0002	0,0001	0,0002	0,0010	0,0003	0,0002		
<b>3. Numune</b>	0,0297	0,1157	0,0014	0,0008	0,0002	0,0001	0,0002	0,0009	0,0003	0,0002	0,0003	
<b>4. Numune</b>	0,0365	0,1390	0,0015	0,0011	0,0003	0,0002	0,0002	0,0012	0,0006	0,0003		
<b>5. Numune</b>	0,0309	0,1378	0,0014	0,0009	0,0002	0,0001	0,0002	0,0013	0,0003	0,0003		
<b>6. Numune</b>	0,3124	0,1267	0,0013	0,0008	0,0002	0,0001	0,0002	0,0010	0,0003	0,0002		
<b>7. Numune</b>	0,0345	0,1155	0,0014	0,0008	0,0002	0,0001	0,0002	0,0010	0,0003	0,0002		
<b>8. Numune</b>	0,0311	0,1333	0,0015	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	0,0010	0,0006	0,0003		
<b>9. Numune</b>	0,0298	0,1088	0,0014	0,0012	0,0002	0,0001	0,0002	0,0009	0,0003	0,0002		
<b>10. Numune</b>	0,0290	0,1194	0,0015	0,0011	0,0002	0,0002	0,0002	0,0009	0,0006	0,0003		
<b>1. Numune</b>	0,0295	0,1148	0,0025	0,0013	0,0002	0,0002	0,0002	0,0015	0,0004	0,0003	0,0004	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0298	0,1157	0,0013	0,0009	0,0003	0,0001	0,0002	0,0020	0,0005	0,0002		
<b>3. Numune</b>	0,0328	0,1284	0,0017	0,0010	0,0002	0,0002	0,0002	0,0013	0,0006	0,0003	0,0003	
<b>4. Numune</b>	0,0341	0,1299	0,0020	0,0010	0,0003	0,0002	0,0002	0,0015	0,0004	0,0003	0,0004	
<b>5. Numune</b>	0,0344	0,1299	0,0025	0,0010	0,0002	0,0001	0,0002	0,0015	0,0004	0,0003		
<b>6. Numune</b>	0,0294	0,1146	0,0013	0,0010	0,0002	0,0002	0,0002	0,0015	0,0005	0,0002		
<b>7. Numune</b>	0,0291	0,1121	0,0017	0,0009	0,0002	0,0001	0,0002	0,0013	0,0006	0,0003		
<b>8. Numune</b>	0,0299	0,1321	0,0020	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	0,0015	0,0004	0,0002		
<b>9. Numune</b>	0,0291	0,1294	0,0017	0,0009	0,0002	0,0001	0,0002	0,0013	0,0006	0,0003		
<b>10. Numune</b>	0,0287	0,1291	0,0020	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	0,0013	0,0004	0,0003		

Çizelge 4.15.(devam)

İncir	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Au	Ba	Al	
<b>1. Numune</b>	0,0015	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001				<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>3. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>4. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>5. Numune</b>	0,0015	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001					
<b>6. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001					
<b>7. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001					
<b>8. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001				0,0002	
<b>9. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001				0,0002	
<b>10. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001				0,0003	
<b>1. Numune</b>	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001		0,0006	0,0030		<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001					
<b>3. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001			0,0020		
<b>4. Numune</b>	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002		0,0025		
<b>5. Numune</b>	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001					
<b>6. Numune</b>	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001				0,0002	
<b>7. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001				0,0002	
<b>8. Numune</b>	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001					
<b>9. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001					
<b>10. Numune</b>	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001					

## Bağımsız İki değişken Testi

İncirde Ca		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
KONSANTRASYON	Equal variances assumed	0,352	0,560	-2,976	18	0,008	-0,088440	0,0297139	-0,1508666	-0,0260134
	Equal variances not assumed			-2,976	17,996	0,008	-0,088440	0,0297139	-0,1508676	-0,0260124
DEDEKSİYON LİMİTİ	Equal variances assumed	1,714	0,207	-0,885	18	0,388	-0,000020	0,0000226	-0,0000675	0,0000275
	Equal variances not assumed			-0,885	17,865	0,388	-0,000020	0,0000226	-0,0000675	0,0000275
ŞİDDET	Equal variances assumed	0,035	0,853	-3,850	18	0,001	-18,973490	4,9283672	-29,3276052	-8,6193748
	Equal variances not assumed			-3,850	16,271	0,001	-18,973490	4,9283672	-29,4070246	-8,5399554

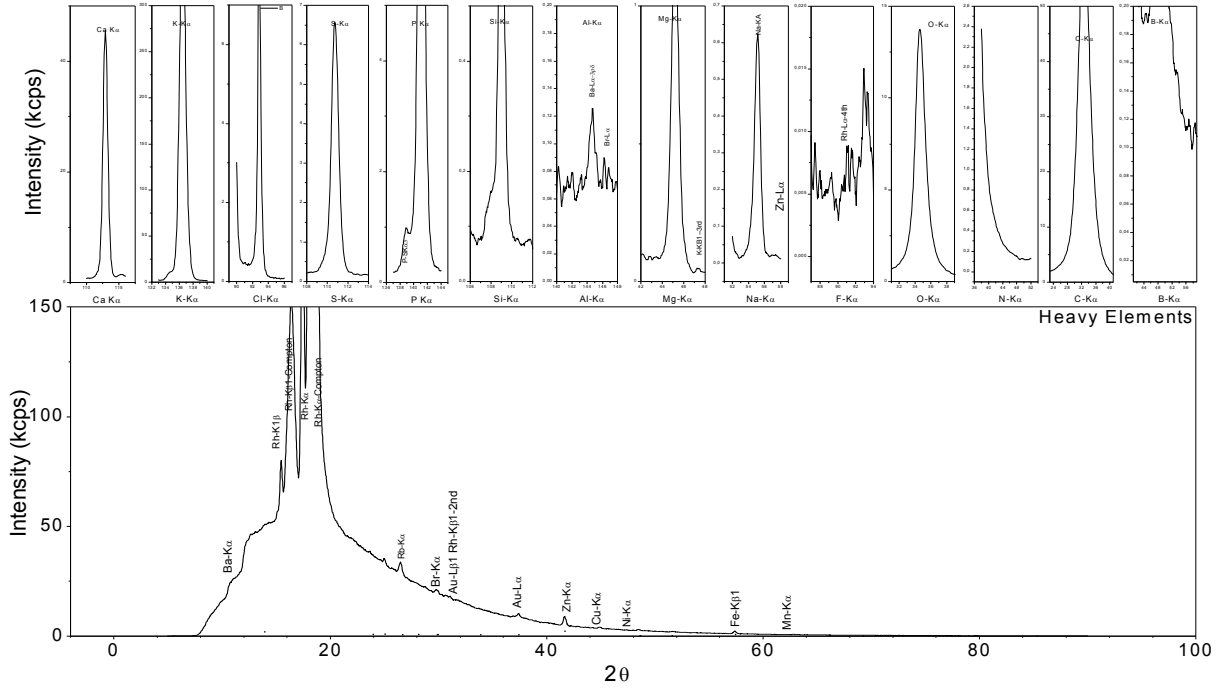
## Grup İstatistiği

<b>İncir Ca</b>	<b>VARYANSLAR</b>	<b>N</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>Std. Error Mean</b>	<b>t</b>	<b>df</b>	<b>p</b>
<b>KONSANTRASYON</b>	GELENEKSEL	10	0,180280	0,0669375	0,0211675	-2,976	18	0,008
	ORGANİK	10	0,268720	0,0659434	0,0208531			
<b>DEDEKSIYON LİMİTİ</b>	GELENEKSEL	10	0,000250	0,0000527	0,0000167	-0,885	17,865	0,388
	ORGANİK	10	0,000270	0,0000483	0,0000153			
<b>ŞİDDET</b>	GELENEKSEL	10	28,885460	12,6897267	4,0128439	-3,850	18	0,001

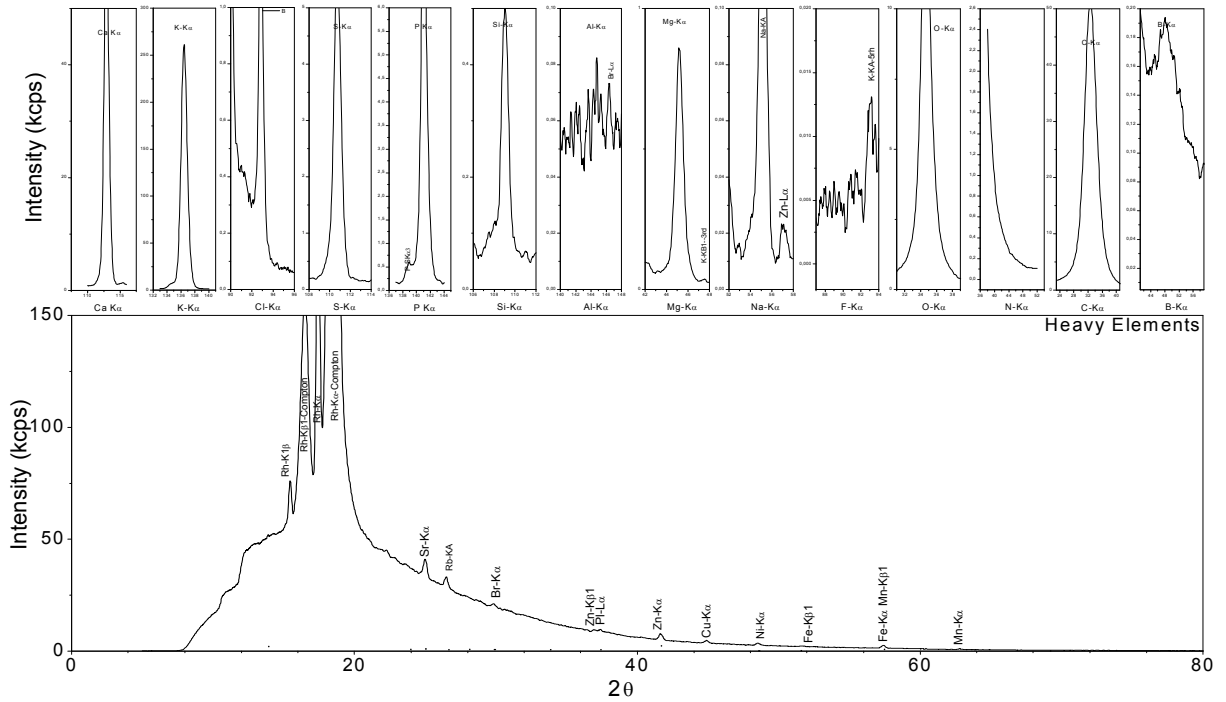
**Çizelge 4.16.** Tarım rejimine göre incir de var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.

ELEMENT	KONSANTRASYON		PIK ŞİDDETİ		DEDEKSİYON LİMİTİ	
	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel
Karbon (C)	47,786787	47,385830	48,771270	47,509170	0,030680	0,087680
Oksijen (O)	49,698320	51,417880	12,271130	12,780100	0,123600	0,036800
Alüminyum (Al)	0,000550	0,000433	0,033400	0,024600	0,000200	0,000233
Kalsiyum (Ca)	0,268720	0,180280	47,858950	28,885460	0,000270	0,000250
Bakır (Cu)	0,001230	0,001240	0,899550	1,045570	0,000190	0,000150
Demir (Fe)	0,005280	0,002890	1,660120	0,711460	0,000280	0,000490
Mangan (Mn)	0,001566	0,001150	0,273833	0,311600	0,000366	0,000300
Nikel (Ni)	0,001560	0,001510	1,082170	1,266880	0,000250	0,000200
Fosfor (P)	0,471030	0,115510	9,200350	6,296250	0,000160	0,000130
Sülfür (S)	0,039340	0,054790	5,215760	5,262860	0,000200	0,000200
Stronsiyum (Sr)	0,001200	0,001325	4,090800	6,144875	0,000200	0,000100
Çinko (Zn)	0,003480	0,002180	3,231580	3,084450	0,000180	0,000130
Klor (Cl)	0,30573	0,04714	6,7084	1,30325	0,00147	0,00102
Potasyum (K)	1,291080	1,067840	280,637540	248,712810	0,000480	0,000390
Magnezyum (Mg)	0,069340	0,071270	0,580150	0,696780	0,000980	0,000930
Sodyum (Na)	0,133640	0,027040	0,363090	0,069020	0,001870	0,001410
Baryum (Ba)	0,080200		0,002500		3,235933	
Rubidyum (Rb)	0,001320	0,000840	4,442920	3,665870	0,000100	0,000100
Silikon (Si)	0,006770	0,006750	0,384820	0,415780	0,000240	0,000220
Altın (Au)	0,002400		0,000600		0,945000	
Brom (Br)	0,001450	0,000590	4,012350	1,816040	0,000150	0,000100





**Şekil 4.7.** Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş incir numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet- açı grafiği.



**Şekil 4.8.** Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş incir numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet- açı grafiği.

**4.1.f. Fındık için istatistiksel sonuçlar**

Organik ve geleneksel tarım rejimine göre üretilmiş fındıklardan hazırlanan toplam 20 pellet numune incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen fındık numunelerindeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.

<b>Fındık</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mn</b>	
<b>1. Numune</b>	63,0906	36,0143		0,0106	0,0003	0,0012	0,1079	0,0674	0,0045	0,4739	0,1230	0,0083	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	63,7500	35,3783	0,0082	0,0111		0,0010	0,1096	0,0629	0,0030	0,4744	0,1345	0,0072	
<b>3. Numune</b>	63,2496	35,8745	0,0033	0,0117	0,0005	0,0011	0,1129	0,0642	0,0025	0,4973	0,1414	0,0087	
<b>4. Numune</b>	63,3677	35,7214	0,0024	0,0109	0,0003	0,0012	0,1088	0,0658	0,0049	0,4550	0,1326	0,009	
<b>5. Numune</b>	63,2156	35,9080		0,0120		0,0015	0,1118	0,0639		0,4848	0,1357	0,0085	
<b>6. Numune</b>	63,8835	35,2428		0,0115	0,0004	0,0016	0,1039	0,0635		0,4414	0,1395	0,0078	
<b>7. Numune</b>	62,9959	36,1117	0,0019	0,0110	0,0003	0,0013	0,1071	0,0649	0,0032	0,4558	0,1307	0,0065	
<b>8. Numune</b>	63,5121	35,6302		0,0114	0,0004	0,0014	0,1019	0,0641		0,4309	0,1272	0,0077	
<b>9. Numune</b>	63,4397	35,6151	0,0120	0,0115		0,0016	0,1018	0,0692	0,0074	0,4168	0,1241	0,0079	
<b>10. Numune</b>	63,1744	35,8972	0,0078	0,0107	0,0004	0,0014	0,0982	0,0680	0,0046	0,4141	0,1196	0,0089	
<b>1. Numune</b>	63,2359	35,8954	0,0104	0,0115	0,0004	0,0014	0,1104	0,0583	0,0109	0,4735	0,1353	0,0108	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	63,6771	35,3687	0,0113	0,0011	0,0002	0,0015	0,1082	0,0643	0,0126	0,4690	0,1266	0,0113	
<b>3. Numune</b>	63,3310	35,7185	0,0052	0,0123	0,0009	0,0012	0,1055	0,0682	0,0131	0,4525	0,1309	0,0112	
<b>4. Numune</b>	63,2787	35,8215	0,0069	0,0110	0,0005	0,0012	0,1074	0,0622	0,0113	0,4782	0,1302	0,0115	
<b>5. Numune</b>	63,4835	35,5842	0,0168	0,0128	0,0032	0,0016	0,1095	0,0665	0,0129	0,4702	0,1281	0,0111	
<b>6. Numune</b>	63,3623	35,7772	0,0021	0,0117		0,0012	0,1082	0,0607	0,0096	0,4632	0,1332	0,0109	
<b>7. Numune</b>	63,3240	35,7620	0,0107	0,0128		0,0014	0,1096	0,0600	0,0116	0,4712	0,1342	0,0124	
<b>8. Numune</b>	63,8269	35,3430	0,0050	0,0105	0,0003	0,0011	0,1063	0,0593	0,0107	0,4619	0,1281	0,0112	
<b>9. Numune</b>	63,9615	35,2277	0,0105	0,0111		0,0014	0,1141	0,0581	0,0108	0,4939	0,1439	0,0123	
<b>10. Numune</b>	64,2358	34,9680	0,0018	0,0099		0,0011	0,1102	0,0571	0,0097	0,4847	0,1411	0,0122	

Çizelge 4.17.(devam)

Fındık	Fe	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	La	Au	Cr	Ba	F	Se	
<b>1. Numune</b>	0,0140	0,0005	0,0010	0,0644	0,0004	0,0002				0,0006			<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0125	0,0006	0,0009	0,0556	0,0005	0,0002							
<b>3. Numune</b>	0,0169	0,0004	0,0009	0,0712	0,0005	0,0002				0,0024			
<b>4. Numune</b>	0,0140	0,0005	0,0010	0,0448	0,0006	0,0002							
<b>5. Numune</b>	0,0173	0,0006	0,0011	0,0605	0,0005	0,0002							
<b>6. Numune</b>	0,0147	0,0006	0,0011	0,0612	0,0004	0,0002	0,0029						
<b>7. Numune</b>	0,0180	0,0006	0,0010	0,0592	0,0004	0,0002	0,0029						
<b>8. Numune</b>	0,0153	0,0004	0,0010	0,0534	0,0005	0,0002							
<b>9. Numune</b>	0,0152	0,0007	0,0010	0,0584	0,0005	0,0002	0,0031						
<b>10. Numune</b>	0,0136	0,0006	0,0001	0,0598	0,0004	0,0003		0,0008		0,0021			
<b>1. Numune</b>	0,0183	0,0006	0,0011	0,0698	0,0002	0,0002				0,0023			<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0176	0,0006	0,0011	0,0725	0,0003	0,0001	0,0029		0,0009		0,0308	0,0003	
<b>3. Numune</b>	0,0172	0,0006	0,0012	0,0708	0,0003	0,0002							
<b>4. Numune</b>	0,0203	0,0006	0,0012	0,0783	0,0003	0,0002							
<b>5. Numune</b>	0,0220	0,0006	0,0011	0,0537	0,0003	0,0002							
<b>6. Numune</b>	0,0139	0,0006	0,0011	0,0655	0,0002	0,0002			0,0007	0,0021			
<b>7. Numune</b>	0,0296	0,0005	0,0011	0,0813	0,0003	0,0002							
<b>8. Numune</b>	0,0169	0,0005	0,0012	0,0527	0,0003	0,0002	0,0034		0,0013				
<b>9. Numune</b>	0,0119	0,0007	0,0010	0,0538	0,0003				0,0007				
<b>10. Numune</b>	0,0143	0,0006	0,0010	0,0593	0,0003	0,0002							

**Çizelge 4.18.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen fındık numunelerindeki elementlerin pik şiddetleri.

<b>Fındık</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mn</b>	
<b>1. Numune</b>	101,1084	10,6185	0,0453	0,1658	0,0312	0,1159	31,8756	15,7332	0,2057	190,6667	48,9110	3,6100	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	104,8806	10,5643	0,0220	0,1781		0,1056	31,5721	15,0880	0,1443	185,9090	52,0534	0,6074	
<b>3. Numune</b>	103,2504	10,7447	0,0157	0,1866	0,0417	0,1094	32,3778	15,2760	0,1175	193,8991	54,3255	3,6464	
<b>4. Numune</b>	103,3360	10,6570		0,1748	0,0275	0,1235	30,8951	15,6531	0,2301	176,0739	50,7881	3,7821	
<b>5. Numune</b>	100,6453	10,4925		0,1873		0,1477	31,9997	14,8219		188,6972	52,1167	0,7183	
<b>6. Numune</b>	101,4754	10,1297	0,0128	0,1781	0,0401	0,1593	30,2674	14,6916		175,3979	54,9389	0,6754	
<b>7. Numune</b>	99,1780	10,4814		0,1693	0,0288	0,1317	29,1062	14,8903	0,1425	168,7023	47,9027	0,5190	
<b>8. Numune</b>	104,4152	10,6854	0,0641	0,1840	0,0370	0,1409	31,9792	15,3669		184,4472	54,0197	0,7206	
<b>9. Numune</b>	98,5652	10,0994	0,0410	0,1753		0,1531	33,2710	15,6519	0,3324	185,8940	55,0163	3,8437	
<b>10. Numune</b>	98,4037	10,2660	0,0587	0,1629	0,0352	0,1406	30,9986	15,4150	0,2050	178,5124	51,2853	4,1890	
<b>1. Numune</b>	101,5582	10,5698	0,0582	0,1815	0,0321	0,1358	32,5374	13,6297	0,5036	190,0592	53,6346	0,9425	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	99,6972	10,0650	0,0309	0,1750	0,0186	0,1422	32,7554	14,6582	0,5673	193,5745	51,6209	5,0533	
<b>3. Numune</b>	98,7963	10,1934	0,0378	0,1879	0,0805	0,1194	31,6600	15,4803	0,5874	185,2244	53,0576	4,9477	
<b>4. Numune</b>	97,7487	10,1466	0,0847	0,1666	0,0422	0,1113	32,2366	13,9933	0,5020	195,4898	52,5693	5,0626	
<b>5. Numune</b>	98,7484	10,0993	0,0141	0,1950	0,2665	0,1555	32,0744	15,0761	0,5783	187,6702	50,5362	4,7646	
<b>6. Numune</b>	100,3451	10,3723	0,0524	0,1815		0,1176	31,6271	14,0034	0,4378	184,5645	52,4744	4,7007	
<b>7. Numune</b>	93,5782	9,6821	0,0310	0,1857		0,1258	31,7211	12,9153	0,4924	185,8428	52,2905	5,2603	
<b>8. Numune</b>	108,7561	10,9229	0,0617	0,1750	0,0318	0,1212	32,1636	14,7325	0,5230	190,5357	52,2586	4,9645	
<b>9. Numune</b>	113,4464	11,3073	0,0150	0,1932		0,1568	32,6003	15,0504	0,5544	191,8886	55,0978	5,1291	
<b>10. Numune</b>	110,0575	10,7792	0,0453	0,1662		0,1160	31,5781	14,2873	0,4790	188,9982	54,2602	5,1230	

Çizelge 4.18.'(devam)

Fındık	Fe	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	La	Au	Cr	Ba	F	Se	
<b>1. Numune</b>	9,4303	0,6623	1,7376	153,3608	3,0000	1,6588			0,1830				<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	8,6665	0,7581	1,6605	136,7822	3,3980	1,9034							
<b>3. Numune</b>	11,6689	0,5318	1,6748	173,1299	3,4014	1,8583				0,9575			
<b>4. Numune</b>	9,6340	0,6940	1,8610	108,9370	4,6278	1,9818							
<b>5. Numune</b>	11,6184	0,7748	1,8415	143,4888	3,2180	1,3104							
<b>6. Numune</b>	9,8438	0,7323	1,8366	144,7354	2,9763	1,8984	0,8546						
<b>7. Numune</b>	11,9394	0,7385	1,6933	138,2483	3,0473	1,8774	0,8375						
<b>8. Numune</b>	10,6002	0,5336	1,7704	131,1305	3,3767	1,8792							
<b>9. Numune</b>	9,8700	0,8898	1,6791	133,8588	3,6405	1,5902	0,8830						
<b>10. Numune</b>	8,8880	0,7107	1,7092	137,9199	3,3136	2,0271		0,864		0,8597			
<b>1. Numune</b>	12,3654	0,8585	1,9222	166,6539	1,6127	1,3642				0,9102			<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	11,5508	0,7386	1,9533	167,9953	2,3142	1,7101	0,8359		0,2492		0,0045	1,1148	
<b>3. Numune</b>	11,2110	0,7537	1,9836	162,8634	2,0041	1,3593							
<b>4. Numune</b>	13,2509	0,7228	1,9970	179,6668	1,7105	1,2403							
<b>5. Numune</b>	14,3247	0,7391	1,8790	123,4105	2,1051	1,3811							
<b>6. Numune</b>	9,3123	0,7284	1,9450	155,1079	1,5770	1,2753			0,2039	0,8063			
<b>7. Numune</b>	18,4191	0,6390	1,7147	178,0677	1,9198	1,8298							
<b>8. Numune</b>	12,1810	0,7330	2,2003	134,8917	2,0324	1,8298	1,0578		0,3397				
<b>9. Numune</b>	9,0336	1,0848	2,0466	144,4335	2,6576				0,2253				
<b>10. Numune</b>	10,5003	0,8639	1,9116	153,7770	2,0096	1,3851							

**Çizelge 4.19.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen fındık numunelerindeki elementlerin dedeksiyon limitleri.

<b>Fındık</b>	<b>C</b>	<b>O</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mn</b>	
<b>1. Numune</b>	0,0304	0,1320		0,0009	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	0,0012	0,0003	0,0002	0,0013	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0498	0,1330	0,0013	0,0009		0,0003	0,0002	0,0003	0,0012	0,0002	0,0002	0,0002	
<b>3. Numune</b>	0,0498	0,1328	0,0010	0,0009	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0,0011	0,0002	0,0002	0,0002	
<b>4. Numune</b>	0,0501	0,1315	0,0010	0,0009	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	0,0012	0,0002	0,0002	0,0002	
<b>5. Numune</b>	0,0506	0,1344		0,0008		0,0002	0,0002	0,0003		0,0002	0,0002	0,0002	
<b>6. Numune</b>	0,0510	0,1348		0,0009	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003		0,0002	0,0002	0,0002	
<b>7. Numune</b>	0,0509	0,1345	0,0010	0,0009	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	0,0012	0,0002	0,0002	0,0002	
<b>8. Numune</b>	0,0496	0,1320		0,0009	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003		0,0003	0,0002	0,0002	
<b>9. Numune</b>	0,0281	0,1085	0,0010	0,0006		0,0002	0,0002	0,0003	0,0009	0,0002	0,0002	0,0002	
<b>10. Numune</b>	0,0280	0,1071	0,0011	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0009	0,0003	0,0002	0,0002	
<b>1. Numune</b>	0,0275	0,1059	0,0008	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002	0,0002	0,0002	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0279	0,1070	0,0011	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002	0,0002	0,0013	
<b>3. Numune</b>	0,0279	0,1077	0,0009	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0010	0,0002	0,0002	0,0002	
<b>4. Numune</b>	0,0280	0,1077	0,0010	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0009	0,0002	0,0002	0,0002	
<b>5. Numune</b>	0,0280	0,1062	0,0011	0,0006	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002	0,0002	0,0013	
<b>6. Numune</b>	0,0276	0,1054	0,0008	0,0006		0,0002	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002	0,0002	0,0013	
<b>7. Numune</b>	0,0286	0,1089	0,0011	0,0006		0,0002	0,0002	0,0002	0,0009	0,0002	0,0002	0,0013	
<b>8. Numune</b>	0,0266	0,1018	0,0009	0,0005	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0008	0,0002	0,0002	0,0012	
<b>9. Numune</b>	0,0261	0,1005	0,0009	0,0005		0,0002	0,0001	0,0002	0,0008	0,0002	0,0001	0,0002	
<b>10. Numune</b>	0,0266	0,1027	0,0007	0,0005		0,0002	0,0001	0,0002	0,0008	0,0002	0,0002	0,0002	





## Bağımsız İki Değişken Testi

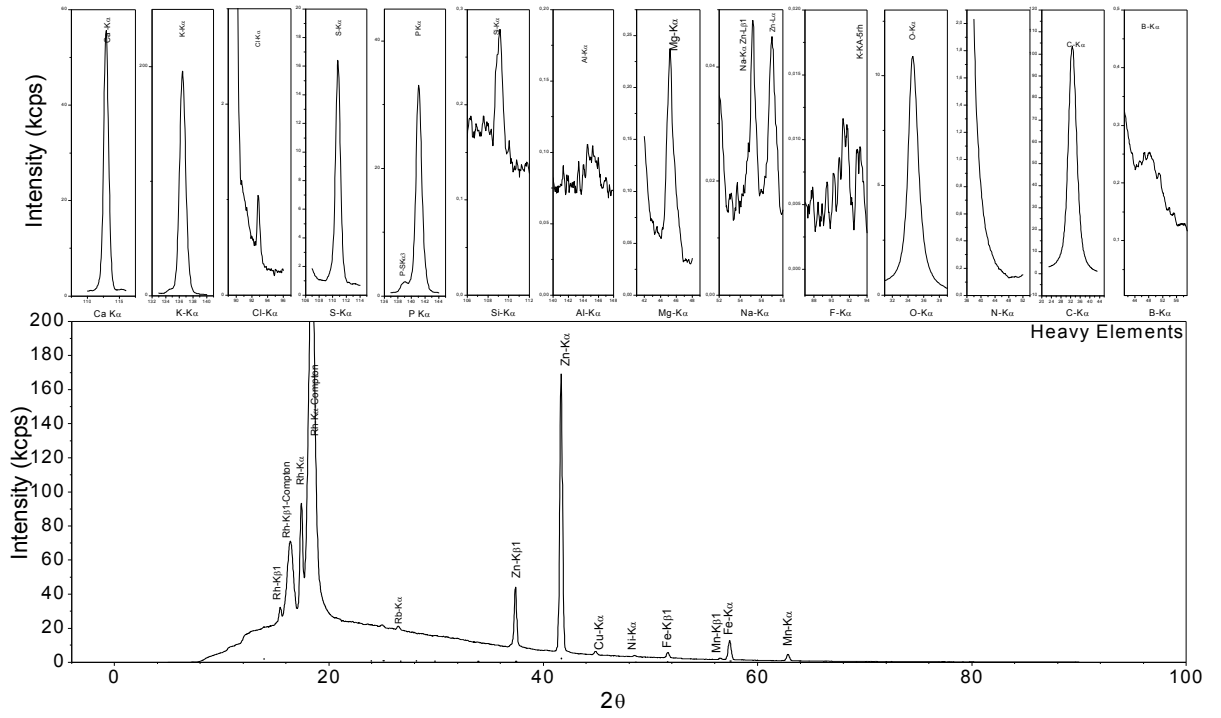
Fındıkta Mg		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
KONSANTRASYON	Equal variances assumed	3,500	0,078	0,704	18	0,491	0,000766	0,0010887	-0,0015213	0,0030533
	Equal variances not assumed			0,704	9,317	0,499	0,000766	0,0010887	-0,0016841	0,0032161
DEDEKSİYON LİMİTİ	Equal variances assumed	5,841	0,026	6,128	18	0,000	0,000260	0,0000424	0,0001709	0,0003491
	Equal variances not assumed			6,128	11,623	0,000	0,000260	0,0000424	0,0001672	0,0003528
ŞİDDET	Equal variances assumed	0,406	0,532	-1,095	18	0,288	-0,004540	0,0041469	-0,0132523	0,0041723
	Equal variances not assumed			-1,095	17,437	0,289	-0,004540	0,0041469	-0,0132725	0,0041925

## Grup İstatistiği

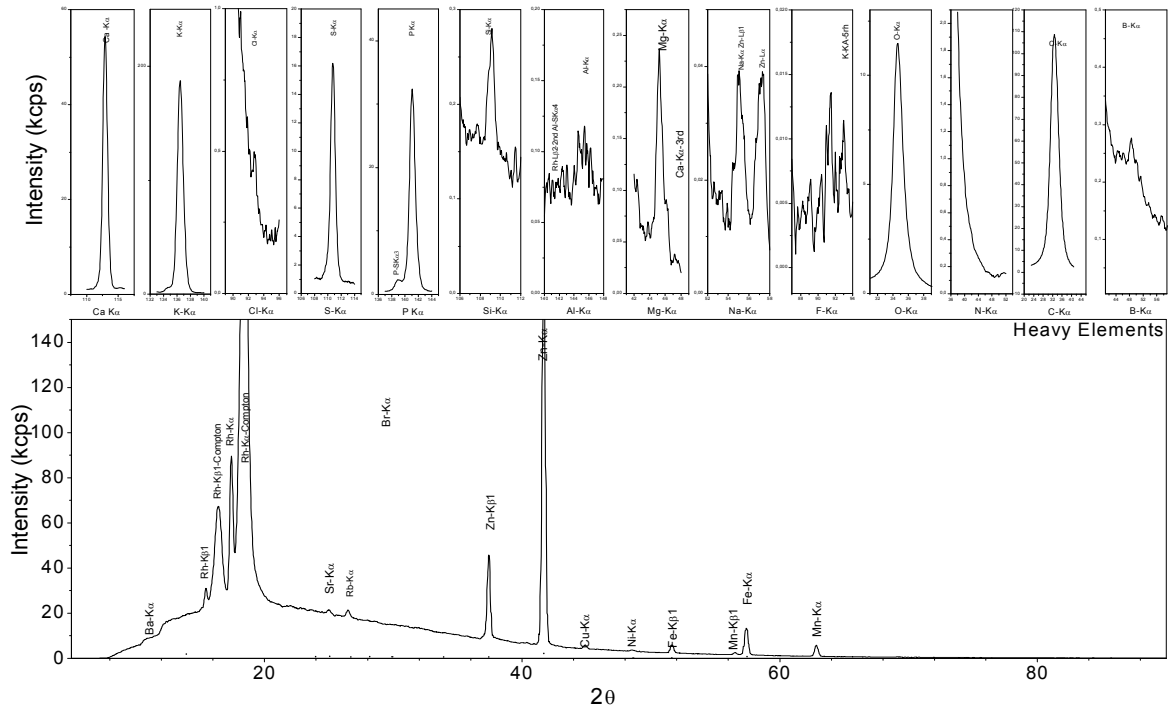
<b>Fındık Mg</b>	VARYANSLAR	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	p
<b>KONSANTRASYON</b>	GELENEKSEL	10	0,011240	0,0004526	0,0001431	0,704	18	0,491
	ORGANİK	10	0,010474	0,0034129	0,0010793			
<b>DEDEKSİYON LİMİTİ</b>	GELENEKSEL	10	0,000830	0,0001252	0,0000396	6,128	11,623	0,000
	ORGANİK	10	0,000570	0,0000483	0,0000153			
<b>ŞİDDET</b>	GELENEKSEL	10	0,176220	0,0083988	0,0026559	-1,095	17,437	0,289
		10	0,180760	0,0100712	0,0031848			

**Çizelge 4.20.** Tarım rejimine göre, fındıkta var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.

ELEMENT	KONSANTRASYON		PİK ŞİDDETİ		DEDEKSİYON LİMİTİ	
	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel
Karbon (C)	63,571670	63,367910	102,273210	101,525820	0,027480	0,043830
Oksijen (O)	35,546620	35,739350	10,413790	10,473890	0,105380	0,128060
Alüminiyim (Al)	0,002200	0,000371	0,091128	0,034500	0,000242	0,000200
Kalsiyum (Ca)	0,133160	0,130830	52,780010	52,135760	0,000190	0,000200
Bakır (Cu)	0,001110	0,000910	1,955330	1,746400	0,000100	0,000100
Demir (Fe)	0,018200	0,015150	12,214910	10,215950	0,000170	0,000190
Manganez (Mn)	0,011490	0,008050	4,594830	2,231190	0,000740	0,000310
Nikel (Ni)	0,000590	0,000550	0,786180	0,702590	0,000100	0,000100
Fosfor (P)	0,108940	0,106390	32,09540	31,434270	0,000180	0,000200
Sülfür (S)	0,061470	0,065390	0,000210	0,000280	16,053780	15,258790
Stronsiyum (Sr)	0,000188	0,000210	1,486111	1,798500	0,000000	0,000000
Çinko (Zn)	0,065770	0,058850	156,686770	140,159160	0,000100	0,000100
Klor (Cl)	0,011320	0,004300	0,522520	0,196785	0,000880	0,001100
Potasyum (K)	0,471830	0,454440	189,384790	182,819970	0,000200	0,000230
Magnezyum (Mg)	0,010474	0,011240	0,180760	0,176220	0,000570	0,000830
Sodyum (Na)	0,008070	0,005933	0,044450	0,033483	0,000930	0,001066
Baryum (Ba)	0,002200	0,002250	0,858250	0,908600	0,000600	0,000600
Rubidyum (Rb)	0,000280	0,000470	1,994300	3,399960	0,000050	0,000050
Silikon (Si)	0,001310	0,001330	0,130160	0,132770	0,000200	0,000270
Brom (Br)	0,001450	0,000590	4,012350	1,816040	0,000150	0,000100
Krom (Cr)	0,000900	0,000600	0,254525	0,183000	0,000200	0,000200
Flor (F)	0,030800		0,004500		0,016300	
Lantan (La)	0,003150	0,002966	0,946850	0,858366	0,000800	0,000800
Selenyum (Se)	0,000300		0,000100		1,114800	
Zirkon (Zr)	0,000000		0,961300		0,000000	



Şekil 4.9. Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş fındık numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.



Şekil 4.10. Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş fındık numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet- açı grafiği.

**4.1.g. Patlıcan için istatistiksel sonuçlar**

Organik ve geleneksel tarım rejimine göre üretilmiş onar patlıcan numunesinden toplam 20 pellet hazırlanarak incelenmiş ve şu sonuçlar elde edilmiştir.

**Çizelge 4.21.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen patlıcan numunelerindeki elementlerin ağırlık konsantrasyon değerleri.

Patlıcan	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Cr	
<b>1. Numune</b>	50,3613	41,7490	0,0163	0,2985	0,0107	0,0242	0,3795	0,1948	0,7984	3,6768	0,1283	0,0056	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	51,4936	41,9973	0,0183	0,296	0,0099	0,0231	0,385	0,1984	0,7942	3,7255	0,1328	0,0059	
<b>3. Numune</b>	51,3477	42,0585	0,0146	0,2992	0,0113	0,0256	0,3899	0,2032	0,8027	3,7747	0,1305	0,0061	
<b>4. Numune</b>	50,6763	41,3519	0,0135	0,2947	0,0112	0,0237	0,3787	0,1946	0,809	3,6181	0,1316	0,0048	
<b>5. Numune</b>	50,5643	41,2123	0,0123	0,2945	0,0108	0,0245	0,3978	0,1978	0,8097	3,7231	0,1308	0,0062	
<b>6. Numune</b>	50,5667	41,2333	0,0141	0,2987	0,0114	0,0253	0,387	0,2131	0,7898	3,6545	0,1317	0,005	
<b>7. Numune</b>	50,9876	42,1232	0,0100	0,2956	0,0096	0,0276	0,3456	0,2043	0,8076	3,7868	0,133	0,0063	
<b>8. Numune</b>	50,8876	42,3321	0,0147	0,2936	0,0106	0,0231	0,3541	0,1978	0,8093	3,7654	0,1306	0,0061	
<b>9. Numune</b>	50,8765	41,3327	0,0117	0,2957	0,0087	0,0287	0,3217	0,1965	0,7876	3,8761	0,1456	0,0049	
<b>10. Numune</b>	50,8777	41,3326	0,0134	0,2951	0,0123	0,03	0,3891	0,2042	0,8095	3,7878	0,1367	0,0062	
<b>1. Numune</b>	51,9254	42,3611	0,0398	0,382	0,0027	0,0066	0,452	0,2018	1,2641	3,7745	0,3862	0,0026	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	52,2236	41,9813	0,0394	0,3853	0,0026	0,0064	0,4567	0,2043	1,2768	3,8487	0,4037	0,0022	
<b>3. Numune</b>	52,2152	42,0058	0,0416	0,3879	0,0026	0,0079	0,4556	0,2018	1,2902	3,8273	0,4043	0,0028	
<b>4. Numune</b>	52,3299	41,9251	0,0373	0,3748	0,0023	0,0064	0,4533	0,2016	1,2353	3,7942	0,3831	0,0023	
<b>5. Numune</b>	52,5645	41,2365	0,0345	0,3748	0,0024	0,0065	0,4632	0,2015	1,2905	3,7908	0,4043	0,0029	
<b>6. Numune</b>	51,8764	42,9876	0,0443	0,3807	0,0024	0,0067	0,4567	0,2100	1,2445	3,8304	0,3897	0,0024	
<b>7. Numune</b>	52,6545	41,3476	0,0417	0,3876	0,0026	0,0087	0,4632	0,1987	1,2765	3,7454	0,3756	0,0029	
<b>8. Numune</b>	51,3345	41,3455	0,0375	0,3812	0,0028	0,0076	0,456	0,2321	1,2312	3,8465	0,3876	0,0025	
<b>9. Numune</b>	51,5670	42,3450	0,0398	0,3765	0,003	0,0081	0,4576	0,2043	1,2656	3,8676	0,4065	0,0028	
<b>10. Numune</b>	52,3341	41,6671	0,0421	0,3739	0,0023	0,0073	0,4651	0,2032	1,2763	3,7876	0,3987	0,0026	

Çizelge 4.21.(devam)

Patlıcan	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Ba	Au	
<b>1. Numune</b>	0,0012	0,0154	0,0006	0,0009	0,0089	0,0023	0,0007	0,001	0,0046		<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0014	0,014	0,0007	0,001	0,009	0,0025	0,0008	0,0011			
<b>3. Numune</b>	0,0014	0,016	0,0006	0,0009	0,0086	0,0025	0,0008	0,001			
<b>4. Numune</b>	0,0013	0,0152	0,0008	0,0008	0,0064	0,0022	0,0008	0,0011			
<b>5. Numune</b>	0,0015	0,0156	0,0006	0,0009	0,009	0,0023	0,0007				
<b>6. Numune</b>	0,0014	0,0154	0,0007	0,001	0,0087	0,0025	0,0008				
<b>7. Numune</b>	0,0013	0,0116	0,0006	0,0007	0,007	0,0025	0,0008				
<b>8. Numune</b>	0,0015	0,0153	0,0008	0,0008	0,0076	0,0022	0,0008				
<b>9. Numune</b>	0,0015	0,0167	0,0006	0,0006	0,0067	0,0024	0,0007				
<b>10. Numune</b>	0,0014	0,0141	0,0008	0,0008	0,0083	0,0026	0,0008				
<b>1. Numune</b>	0,0026	0,0393	0,0007	0,0013	0,0102	0,0006	0,0006				<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0029	0,0382	0,0008	0,0016	0,0134	0,0005	0,0004			0,0011	
<b>3. Numune</b>	0,0031	0,0414	0,0008	0,0014	0,0136	0,0005	0,0005				
<b>4. Numune</b>	0,0026	0,0361	0,0006	0,0013	0,0118	0,0006	0,0005	0,0002	0,0043		
<b>5. Numune</b>	0,0027	0,0415	0,0007	0,0014	0,0123	0,0006	0,0005				
<b>6. Numune</b>	0,0032	0,0345	0,0008	0,0017	0,0145	0,0005	0,0005				
<b>7. Numune</b>	0,0028	0,0365	0,0008	0,0015	0,0138	0,0005	0,0004				
<b>8. Numune</b>	0,0029	0,0387	0,0006	0,0018	0,0176	0,0006	0,0005				
<b>9. Numune</b>	0,0027	0,0457	0,0008	0,0019	0,0147	0,0005	0,0005				
<b>10. Numune</b>	0,0028	0,0431	0,0006	0,002	0,0148	0,0006	0,0004				

**Çizelge 4.22.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen patlıcan numunelerindeki elementlerin pik şiddetleri.

Patlıcan	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	
<b>1. Numune</b>	65,2798	11,7564	0,068	3,844	0,7906	1,9532	89,4078	35,6254	27,9175	971,6569	26,9004	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	65,5975	11,7542	0,0783	3,7921	0,7172	1,8293	89,0415	35,5981	27,6165	963,8854	27,5128	
<b>3. Numune</b>	64,9754	11,7164	0,0587	3,8480	0,8107	2,0115	89,5424	36,1948	28,0149	967,5736	27,1687	
<b>4. Numune</b>	66,0342	11,6178	0,0583	3,8205	0,8325	1,9233	89,7322	35,7989	28,4745	964,4613	27,6919	
<b>5. Numune</b>	65,4325	11,6643	0,0765	3,7542	0,8208	2,0223	89,7654	35,6123	27,6853	966,9870	27,7098	
<b>6. Numune</b>	66,5471	11,7643	0,0567	3,8975	0,8341	1,9987	89,7608	36,5421	28,7654	967,5768	27,6713	
<b>7. Numune</b>	66,4545	11,2131	0,0543	3,8112	0,7908	1,8545	89,0546	36,4212	28,5436	963,8897	27,5643	
<b>8. Numune</b>	65,4751	11,9876	0,0721	3,1214	0,7864	2,0978	89,0876	35,7676	28,4521	970,9876	27,6787	
<b>9. Numune</b>	65,9867	11,1323	0,0567	3,6532	0,8214	2,7654	89,4352	35,4647	28,6787	965,8098	26,9876	
<b>10. Numune</b>	65,7878	11,2122	0,0589	3,8905	0,8371	2,1654	89,7654	35,5978	28,7890	968,6754	27,7689	
<b>1. Numune</b>	68,5788	11,8591	0,1672	4,9573	0,1986	0,5265	106,2343	36,7422	44,0512	1024,3644	79,7823	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	67,8838	11,8079	0,1626	4,9113	0,1871	0,5126	106,8154	36,9887	43,6439	1037,2634	81,3691	
<b>3. Numune</b>	67,6767	11,7524	0,1691	4,9118	0,1891	0,6363	106,9243	36,6754	43,7545	1035,2821	80,5568	
<b>4. Numune</b>	67,5717	12,0112	0,1585	4,8891	0,1732	0,5219	107,2682	36,9462	43,3330	1035,0773	80,0184	
<b>5. Numune</b>	68,7654	12,3454	0,1546	4,9087	0,1756	0,6343	106,2345	36,5432	44,7865	1036,0987	80,5647	
<b>6. Numune</b>	67,8790	12,3421	0,1678	4,7687	0,1876	0,5435	107,4532	36,5787	43,9876	1037,2657	81,3765	
<b>7. Numune</b>	67,5454	12,3326	0,1456	4,8809	0,1832	0,5645	107,5643	36,5745	43,5541	1035,4556	81,9876	
<b>8. Numune</b>	67,5651	12,1256	0,1534	4,9676	0,1723	0,6187	107,2456	36,6543	44,3121	1028,7898	80,4567	
<b>9. Numune</b>	67,8875	12,3129	0,1674	4,5673	0,1831	0,6212	106,5476	36,7656	44,6751	1033,8765	80,8765	
<b>10. Numune</b>	68,7654	11,4532	0,1524	4,9878	0,1717	0,5132	107,0098	36,4121	43,5642	1035,4532	81,4547	



Çizelge 4.22.(devam)

Patlıcan	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Ba	Au	
<b>1. Numune</b>	0,7735	0,4077	1,0095	0,3596	0,7502	9,8368	6,1583	2,9086	3,7277	1,1992		<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,7921	0,4221	0,9091	0,4525	0,7831	9,6777	6,4803	3,0046	3,9863			
<b>3. Numune</b>	0,8171	0,4221	1,0423	0,3974	0,6741	9,0936	6,385	3,0013	3,7377			
<b>4. Numune</b>	0,6759	0,3933	0,9982	0,5163	0,6604	7,1793	6,0221	3,0447	4,1478			
<b>5. Numune</b>	0,7876	0,4278	0,9987	0,3654	0,7981	9,8567	6,3456	3,0567				
<b>6. Numune</b>	0,8175	0,4300	0,9087	0,4567	0,6754	9,0879	6,4561	3,0048				
<b>7. Numune</b>	0,7986	0,4265	1,0563	0,3965	0,7867	9,7658	6,4545	3,0987				
<b>8. Numune</b>	0,8075	0,3908	1,0645	0,5213	0,6876	9,1873	6,5133	3,0652				
<b>9. Numune</b>	0,8267	0,4216	0,9345	0,4753	0,8092	9,1645	6,2215	3,0777				
<b>10. Numune</b>	0,8165	0,4304	1,0754	0,5621	0,7868	9,0678	6,5671	3,0654				
<b>1. Numune</b>	0,3706	0,5347	2,4689	0,4522	1,1465	11,7177	1,6497	2,2007				<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,3187	0,5885	2,3364	0,4841	1,3366	15,287	1,4839	1,6357			0,6138	
<b>3. Numune</b>	0,3931	0,6261	2,5005	0,4788	1,1669	15,5815	1,3575	1,9326				
<b>4. Numune</b>	0,3249	0,5428	2,2986	0,3822	1,1383	13,6227	1,6154	1,7783	0,9244	1,1600		
<b>5. Numune</b>	0,3609	0,6145	2,4761	0,4876	1,1456	15,4536	1,6247	1,7864				
<b>6. Numune</b>	0,3248	0,5546	2,5541	0,3945	1,1533	14,3126	1,6543	1,8234				
<b>7. Numune</b>	0,3987	0,5432	2,3464	0,4645	1,1768	14,5678	1,3666	1,9234				
<b>8. Numune</b>	0,3346	0,5876	2,5645	0,4061	1,1324	13,7681	1,3745	1,7965				
<b>9. Numune</b>	0,3768	0,5324	2,3034	0,4763	1,1543	15,4328	1,6343	1,7556				
<b>10. Numune</b>	0,3606	0,6245	2,4765	0,4741	1,1765	14,3671	1,6221	1,7781				

**Çizelge 4.23.** Tarım rejimlerine göre ayrı ayrı hazırlanarak analiz edilen patlıcan numunelerindeki elementlerin dedeksiyon limitleri.

Patlıcan	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	
<b>1. Numune</b>	0,0292	0,1101	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0021	0,0008	0,0003	<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0297	0,1101	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0022	0,0008	0,0003	
<b>3. Numune</b>	0,0298	0,1111	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0022	0,0008	0,0003	
<b>4. Numune</b>	0,0292	0,1091	0,0016	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0021	0,0008	0,0003	
<b>5. Numune</b>	0,0295	0,1101	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0021	0,0008	0,0003	
<b>6. Numune</b>	0,0297	0,1102	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0022	0,0008	0,0003	
<b>7. Numune</b>	0,0297	0,1101	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0021	0,0008	0,0003	
<b>8. Numune</b>	0,0297	0,1101	0,0016	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0022	0,0008	0,0003	
<b>9. Numune</b>	0,0297	0,1101	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0022	0,0008	0,0003	
<b>10. Numune</b>	0,0293	0,1101	0,0016	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0021	0,0008	0,0003	
<b>1. Numune</b>	0,0294	0,1106	0,0016	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0008	0,0003	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0294	0,1131	0,0014	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0005	0,0003	
<b>3. Numune</b>	0,0294	0,1053	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0008	0,0003	
<b>4. Numune</b>	0,0293	0,1105	0,0016	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0008	0,0003	
<b>5. Numune</b>	0,0295	0,1106	0,0016	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0008	0,0003	
<b>6. Numune</b>	0,0295	0,1106	0,0014	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0005	0,0003	
<b>7. Numune</b>	0,0296	0,1106	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0008	0,0003	
<b>8. Numune</b>	0,0294	0,1054	0,0016	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0005	0,0003	
<b>9. Numune</b>	0,0294	0,1106	0,0017	0,0011	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0008	0,0003	
<b>10. Numune</b>	0,0295	0,1107	0,0016	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0018	0,0008	0,0003	

Çizelge 4.23.(devam)

Patlıcan	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Br	Rb	Sr	Ba	Au	
<b>1. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0011		<b>GELENEKSEL</b>
<b>2. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0017	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001			
<b>3. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0018	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001			
<b>4. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001			
<b>5. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>6. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0017	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>7. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>8. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0017	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>9. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0018	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001				
<b>10. Numune</b>	0,0004	0,0003	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>1. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001			0,0004	<b>ORGANİK</b>
<b>2. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>3. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>4. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,001		
<b>5. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>6. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>7. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>8. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>9. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				
<b>10. Numune</b>	0,0003	0,0002	0,0016	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001				

## Bağımsız İki Değişken Testi

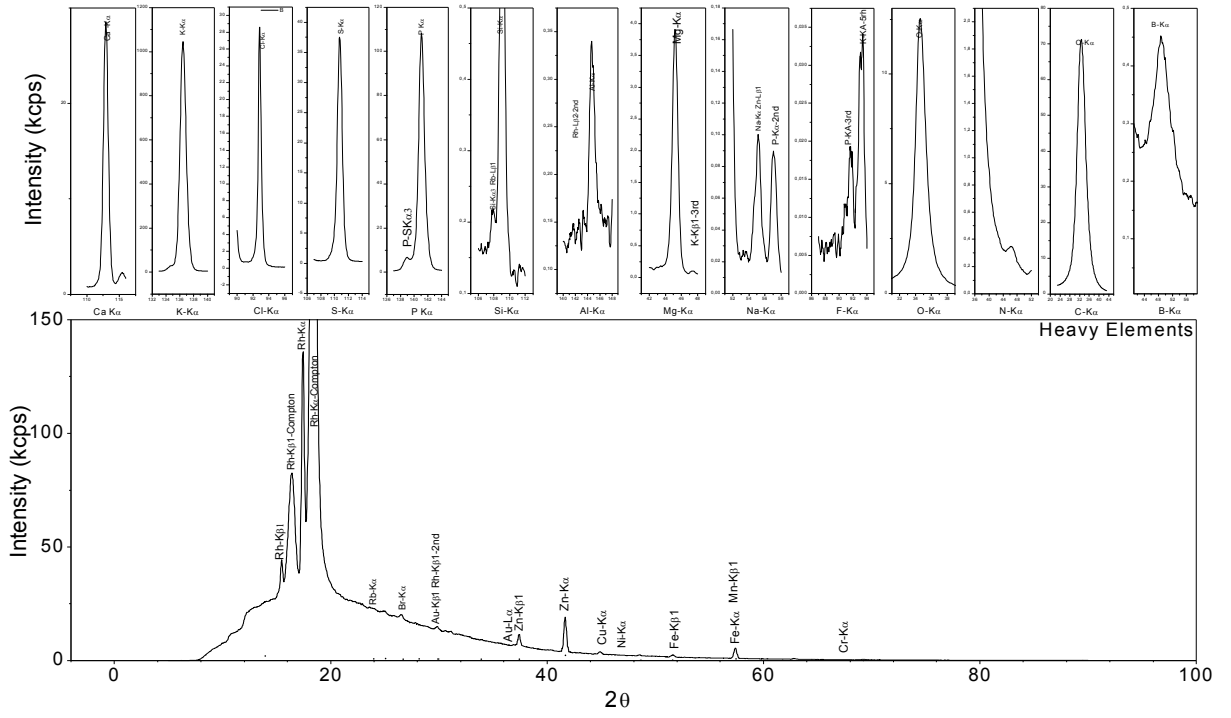
Pathcanda K		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
KONSANTRASYON	Equal variances assumed	3,322	0,085	-2,697	18	0,015	-0,072420	0,0268524	-,1288348	-,0160052
	Equal variances not assumed			-2,697	13,387	0,018	-0,072420	0,0268524	-,1302612	-,0145788
DEDEKSİYON LİMİTİ	Equal variances assumed	47,250	0,000	1,964	18	0,065	0,000090	0,0000458	-,0000063	,0001863
	Equal variances not assumed			1,964	9,000	0,081	0,000090	0,0000458	-,0000137	,0001937
ŞİDDET	Equal variances assumed	0,625	0,440	-42,620	18	0,000	-66,742320	1,5659992	-70,0323622	-63,4522778
	Equal variances not assumed			-42,620	15,695	0,000	-66,742320	1,5659992	-70,0673373	-63,4173027

## Grup İstatistiği

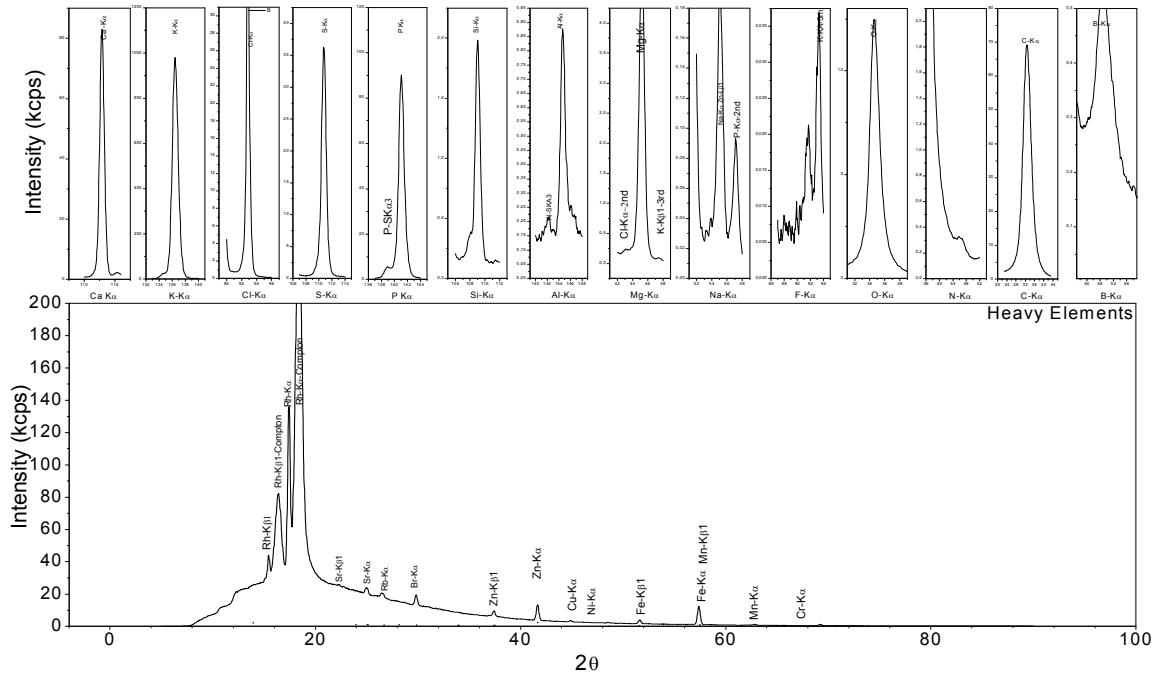
<b>Patlıcan K</b>	VARYANSLAR	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	p
<b>KONSANTRASYON</b>	GELENEKSEL	10	3,738880	0,0756417	0,0239200	-2,697	13,387	0,018
	ORGANİK	10	3,811300	0,0385857	0,0122019			
<b>DEDEKSİYON LİMİTİ</b>	GELENEKSEL	10	0,000800	0,0000000	0,0000000	1,964	9,000	0,081
	ORGANİK	10	0,000710	0,0001449	0,0000458			
<b>ŞİDDET</b>	GELENEKSEL	10	967,150350	2,7500857	0,8696535	-42,620	15,695	0,000
	ORGANİK	10	1033,892670	4,1183203	1,3023272			

**Çizelge 4.24.** Tarım rejimine göre, patlıcanda var olan elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitlerinin karşılaştırılması.

ELEMENT	KONSANTRASYON		PIK ŞİDDETİ		DEDEKSİYON LİMİTİ	
	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel	Organik	Geleneksel
Karbon (C)	52,102510	50,863930	68,011880	65,757060	0,029440	0,029550
Oksijen (O)	41,920260	41,672290	12,034240	11,581860	0,109800	0,110110
Alüminiyim (Al)	0,002570	0,010650	0,182150	0,804160	0,000300	0,000300
Kalsiyum (Ca)	0,393970	0,133160	80,844330	27,465440	0,000300	0,000300
Bakır (Cu)	0,001590	0,000840	1,172720	0,741160	0,000200	0,000200
Demir (Fe)	0,039500	0,014930	2,432540	0,999720	0,001600	0,001670
Manganez (Mn)	0,002830	0,001390	0,574890	0,417230	0,000200	0,000200
Nikel (Ni)	0,000720	0,000680	0,450310	0,450040	0,000100	0,000100
Fosfor (P)	0,457940	0,372840	106,929720	89,459290	0,000300	0,000300
Sülfür (S)	0,205930	0,200470	43,747860	35,862290	0,000200	0,000200
Stronsiyum (Sr)	0,000200	0,001050	0,924400	3,899875	0,000100	0,000100
Çinko (Zn)	0,013670	0,008020	14,411090	9,191740	0,000100	0,000120
Klor (Cl)	1,265100	0,801780	43,966220	28,293750	0,001800	0,002150
Potasyum (K)	3,811300	3,738880	1033,892670	967,150350	0,000710	0,000800
Magnezyum (Mg)	0,380470	0,296160	4,875050	3,743260	0,001050	0,001100
Sodyum (Na)	0,039800	0,013901	0,159860	0,063850	0,001590	0,001670
Baryum (Ba)	0,004300	0,004600	1,160000	1,199200	0,001000	0,001100
Rubidyum (Rb)	0,000490	0,000720	1,841070	3,032770	0,000100	0,000100
Silikon (Si)	0,007220	0,025580	0,569270	2,062140	0,000300	0,000300
Brom (Br)	0,000550	0,002400	2,812800	6,360380	0,000100	0,000100
Krom (Cr)	0,002600	0,005710	0,356370	0,791300	0,000300	0,000400
Altın (Au)	0,001100		0,613800		0,000400	



**Şekil 4.11.** Organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş patlıcan numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.



**Şekil 4.12.** Geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş patlıcan numunesinin incelenmesi sonucunda elde edilmiş şiddet-açı grafiği.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

### 5.1. Tarım Rejiminin Domateste Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri

Organik ve geleneksel tarım rejimlerine göre yetiştirilmiş domates numunelerinin incelenmesi sonucunda Çizelge 4.1-4.'deki sonuçlar elde edilmiştir. Domates numunelerinde Na elementi için yapılan istatistiksel test örnek olarak verilmiştir. Uygulanan istatistik test, domateste Na (sodyum) miktarının organik tarım ürünlerinde daha fazla olduğunu göstermektedir ( $t = -54,657$ ,  $sdf = 9,382$ ,  $p = 0,000$ ). Yine Na için pik şiddetinin organik tarım ürünlerinde daha fazla olduğu gözlemlenmiştir ( $t = -55,941$ ,  $sdf = 9,094$ ,  $p = 0,000$ ). Dedeksiyon limitinde iki grup arasındaki ortalamaların karşılaştırılması sonucu elde edilen  $p$  değeri  $p = 0,180$  dir. Buradan, numunede tarım rejiminin dedeksiyon limitine etkisinin olduğu fakat bu etkinin, konsantrasyon miktarına ve pik şiddetine olan etkiye göre daha düşük olduğu söylenebilir. Belli bir hata payı ile tarım rejiminin dedeksiyon limitini de etkilediği, çok az farkla da olsa organik tarım ile üretilen domateste dedeksiyon limitinin daha iyi olduğu saptanmıştır ( $t = -1,452$ ,  $sdf = 9,002$ ,  $p = 0,180$ ).

Tarım rejimine göre elementlerin pik şiddetleri, ağırlık konsantrasyonları ve dedeksiyon limitleri arasındaki farkların anlamlı olup olmadıkları, iki grup arasında yapılan istatistiksel testlerin sonuçlarına göre söylenebilmektedir.

Burada  $p$ , test istatistiğinin ötesine düşen alan olup 0 ve 0'a yakın değerlerde olması halinde iki grup arasında önemli fark vardır demektir.  $p$  değeri 0,05'e yaklaşıyorsa iki grup arasındaki fark anlamını kayıp eder ve 0,05 değerinde ise iki grup değerleri arasında fark yoktur denir. Yine aynı şekilde  $df$  serbestlik derecesini gösterir. Grup içinde 10 değişken varsa 9'u bağımsız 1'i ise bağımlı değişkendir denir.  $t$ , test istatistiğidir. Bu şekilde istatistiksel inceleme her iki grupta da var olan tüm elementler için yapılmış olup toplu sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.4'e bakıldığında, iki grup arasında elementlerin dedeksiyon limitleri açısından önemli farklılıkların olmadığı görülmektedir. Element konsantrasyonu ve pik şiddetleri arasında ise önemli farklılıklar vardır. Al, Ca, Fe, Mn, Zn, Br, Cl, K, P, Mg, Na, Ni, Si,



elementlerinin konsantrasyonlarının ve pik şiddetlerinin organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş domates numunelerinde daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Bu elementlerin konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitinin diğer guruba göre farklarının anlamlı olup olmadığı yukarıda sözü edilen istatistiksel parametrelere göre söylenebilir. Bu parametrelerin en önemlisi yukarıda da bahis edildiği gibi  $p$  değeridir. Toplu olarak  $p$  değerlerine bakmak yararlı olacaktır.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
Al	0,000	0,000	0,000
Ca	0,000	0,000	0,003
Fe	0,000	0,000	0,000
Mn	0.005	0.000	0.328
P	0,000	0,343	0,000
Zn	0,000	0,000	0,151
Br	0,000	0,000	0,036
Cl	0,000	0,000	0,000
K	0,000	0,000	0,000
Mg	0,000	0,000	0,000
Na	0,000	0,000	0,180
Ni	0,000	0,021	0,000
Si	0,000	0,000	0,000

Elementlerin sahip oldukları üç kıstas için de  $p$  değerlerine bakıldığı zaman, organik tarım numunelerinde Al, Ca, Fe, Zn, Br, Cl, K, Mg, Na, Si, elementlerinin, ağırlık konsantrasyon değerlerinin ve pik şiddetlerinin, anlamlı derecede geleneksel numunelere göre yüksek oldukları görülmektedir. Mn'nin pik şiddet değerinin organik numunede yüksekliği anlamlıdır; fakat, konsantrasyon değerinin farkı önemsenmeyecek değerdedir. Konsantrasyon için  $p$ 'nin organik numunedeki yüksekliği dikkate değerdir. Pik şiddet yüksekliği için ise  $p=0,343$  anlamlılıkla geleneksel numunedeki pik şiddetine göre daha fazladır. Ni elementinin pik şiddeti için  $p=0,021$  anlamlılıkla geleneksel numunelerdeki Ni'nin pik şiddet değerinden yüksektir. Tablodaki tüm elementlerin

dedeksiyon limitleri organik numunelerde daha yüksektir.  $p$  değeri 0,000 ve bu değere yakın olanların yüksekliği daha anlamlıdır.  $p$  0,05'e yaklaştıkça bu anlamlılık azalmaktadır.

S, Cu, Sr ve Rb elementlerinin konsantrasyonlarının ve pik şiddetlerinin ise geleneksel tarım rejimine göre yetiştirilmiş domates numunelerinde yüksek çıktığı görülmektedir. Bu yüksekliğin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına bakmak için yine  $p$  değerleri incelenmiştir.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
S	0,000	0,000	0,000
Cu	0,564	0,000	0,015
Rb	0,192	0,418	0,930
Sr	0.000	0.000	0.011

Bu sonuçlara bakıldığı zaman geleneksel numunelerde S elementinin söz konusu değerleri organik numunelerden anlamlı derecede yüksektir. Cu elementinin pik şiddeti ve dedeksiyon limiti geleneksel numunelerde önemli derecede yüksek olup, konsantrasyon değerinin yüksekliği çok anlamlı değildir. Rb elementinin söz konusu değerlerinin geleneksel numunelerde yüksekliği oldukça anlamsız kalmaktadır. Öyleki, Rb özelinde iki grup arasında hiçbir fark yokmuş gibi yorum yapılabilir.

Ti sadece 8 organik numunede, Dy 1 geleneksel numunede, Ba 2 organik numunede, La ise 1 organik numunede tayin edilmiştir. Kuru madde olarak adlandırılan bu elementlerin teşkil ettiği toplam konsantrasyonun dışında kalan C ve O miktarlarında ise C ve O'nin konsantrasyonunun ve pik şiddet değerlerinin geleneksel tarım ürünü domates örneklerinde daha yüksek olduğu görülmüştür. Buradan kuru madde miktarının organik tarım rejimine göre yetiştirilmiş olan domates örneklerinde daha yüksek olduğunu gözlemliyoruz. Bunun besin değeri açısından önemli bir bulgu olduğu söylenebilir.

## **5.2. Parçacık Büyüklüğünün Domateste Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri**

Parçacık büyüklüğünün, WDXRF sisteminde analiz sonuçlarına etkisinin ölçülmesi için, 1–150  $\mu\text{m}$  aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan domates numuneleri ile 150–400  $\mu\text{m}$  aralığında parçacık büyüklüğüne sahip olan domates numuneleri analiz edilmiştir. Elementel, konsantrasyon, pik şiddeti ve dedeksiyon limitleri açısından karşılaştırılmışlardır.

Çizelge 4.5-8.'deki sonuçlar toplu olarak incelendiğinde şu sonuçlar gözlemlenmektedir. Parçacık büyüklüğü, 150–400  $\mu\text{m}$  aralığında (büyük parçacıklı) olan domates numunelerinde tüm elementlerin konsantrasyonları, pik şiddetleri ve dedeksiyon limitleri değerleri, parçacık büyüklüğü 1–150  $\mu\text{m}$  (küçük parçacık büyüklüğüne sahip) olan domates numunelerindekilere göre daha yüksektir. İstatistiksel açıdan bu yüksekliğin anlamlılığına bakmak için  $p$  değerleri aşağıda verilmiştir.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
Al	0,000	0,000	0,000
Ca	0,000	0,000	0,006
Cu	0,242	0,000	0,673
Fe	0,000	0,000	0,500
Mn	0,022	0,063	1,000
Ni	0,027	0,778	0,343
P	0,000	0,960	0,331
S	0,463	0,000	0,037
Sr	0,011	0,000	0,024
Zn	0,694	0,330	0,168
Br	0,000	0,000	0,343
Cl	0,000	0,000	0,000
K	0,837	0,000	0,006
Mg	0,000	0,000	0,000
Na	0,000	0,000	0,287
Ba	0,868	0,166	0,314
Rb	0,954	0,655	0,112
Si	0,000	0,000	0,174

Yukarıda verilen  $p$  değerlerine bakıldığı zaman büyük parçacık büyüklüğüne sahip olan domateslerde, tüm elementlerin konsantrasyon değerleri, pik şiddet değerleri ve dedeksiyon limitleri, küçük parçacık büyüklüğüne sahip olan domateslerdeki elementlerin bu değerlerinden yüksek çıkmıştır. Al, Ca, Fe, Br, Cl, Mg, Na, Si elementlerinin konsantrasyonları ve pik şiddetleri büyük parçacık büyüklüğüne sahip domateslerde anlamlı derecede yüksek çıkmıştır. Cu, S, Sr, K elementlerinin pik şiddetleri diğer gruptaki bu elementlerin pik şiddetlerinden önemli derecede yüksektir. P elementinin konsantrasyon değeri küçük parçacık büyüklüğüne sahip domateslere göre oldukça yüksektir. Cu, Mn, Ni, Sr elementlerinin konsantrasyonlarındaki  $p$

değerleri 0,05 den küçük olduğundan bu gruptaki yükseklikleri anlamlıdır. S, Zn, K, Ba, Rb elementlerinin konsantrasyonlarındaki  $p$  değerleri 0,05 den büyük olduklarından diğer guruba göre farkları önemli değildir. Mn, Ni, P, Zn, Ba, Rb, elementlerinin pik şiddet değerlerinin yüksekliği,  $p$  değerleri 0,05 den büyük olduğundan dolayı önemsizdir.

Dedeksiyon limitlerine bakıldığında ise, Al, Cl, Mg elementlerinin parçacık büyüklüğü büyük olan domates numunelerinde dedeksiyon limitlerinin yüksekliği istatistiksel açıdan oldukça anlamlıdır. Yani önemli derecede yüksektir. Ca, S, Sr, K elementlerinin dedeksiyon limitlerinin yüksekliği de anlamlıdır. Çünkü bu elementler için  $p$  değeri 0,05 den küçüktür. Fakat Cu, Fe, Zn, Br, Na, Ba, Rb, Si elementleri için dedeksiyon limitlerinin büyük parçacıklı gruptaki yüksekliği çok anlamlı değildir. Çünkü  $p$  değerleri 0,05 den büyüktür. Mn elementi için dedeksiyon limitleri açısından iki grup arasında hiçbir fark yoktur; çünkü,  $p$  değeri 1,000 dir.

Parçacık büyüklüğünün artmasının sistemin dedeksiyon limitini olumsuz yönde etkilediği sonucu çıkmaktadır. Elementlerin dedeksiyon limitlerin yükselmesi ile dedekte edilebilirliğinin azaldığı gözlemlenmektedir. Bu, besin analizleri için dikkate alınması gereken bir sonuçtur. Au parçacık büyüklüğü büyük olan 2 numunede gözlemlenmiştir. Ba parçacık büyüklüğü küçük olan 2 numunede, parçacık büyüklüğü büyük olan 5 numunede gözlemlenmiştir. Parçacık büyüklüğünün artmasıyla pik şiddeti ve dedekte edilen konsantrasyon önemli ölçüde artmaktadır. Elementlerin dedekte edilebilirliği ise parçacık büyüklüğünün artmasıyla kötüleşmektedir.

### 5.3. Tarım Rejiminin Çayda Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri

Çay için yapmış olduğumuz analizler 4 organik, 4 geleneksel çay numunesinde yapılan incelemelere dayanmaktadır. Çizelge 4.9-12.'deki sonuçlar bu numunelerden elde edilmiştir. Çizelgelere bakıldığı zaman çay numunelerinde tarım rejiminin dedeksiyon limitine etkisinin hiç olmadığı, iki rejimde de dedeksiyon limitlerinin 12 elementte de aynı çıkmasından anlaşılmaktadır. Organik numunelerde sadece C ( $p=0,789$ ), O ( $p=0,567$ ) ve Ba ( $p=0,879$ ) elementlerinin dedeksiyon limitleri yüksek çıkmış, buna karşılık geleneksel numunelerde Ca ( $p=0,381$ ), Cl ( $p=0,391$ ), K ( $p=0,537$ ), Na ( $p=0,387$ ), Si elementlerinin dedeksiyon limitleri yüksek çıkmıştır. Her iki grupta da dedeksiyon limitleri yüksek çıkan bu elementlerin  $p$  değerlerine baktığımızda bu yüksekliğin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmektedir.  $p$  değerlerinin hepsi 0,05'den büyüktür.

Elementsel konsantrasyon olarak baktığımızda; C, Al, Ca, Mn, Ni, S, Sr, Zn, K, Mg, Na konsantrasyonları organik çayda, O, Cu, Fe, P, Br, Cl, Rb, Si elementlerinin konsantrasyonları geleneksel çay numunelerinde yüksek çıkmıştır. Bu yüksekliklerin  $p$  değerlerine bakarak farkların anlamlılıklarını tespit edebiliriz.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)
Al	0,003	0,000
Ca	0,005	0,011
Mn	0,000	0,000
Ni	0,003	0,006
S	0,080	0,000
Sr	0,360	0,022
Zn	0,004	0,015
K	0,001	0,003
Mg	0,000	0,000
Na	0,723	0,151

Organik çayda konsantrasyonu yüksek çıkan elementlerin  $p$  değerlerine bakıldığı zaman, Al, Ca, Mn, Ni, S, K, Mg, Zn elementlerinin konsantrasyon ve pik şiddetlerinin

( $p$  değerleri 0,05'den küçük olduğundan) yüksek olması anlamlıdır. Na elementinin bu iki değerinin yüksekliği  $p$  değeri 0,05'den büyük olduğundan anlamlı değildir. Sr'nin konsantrasyon olarak yüksekliği önemsiz olup pik şiddeti olarak yüksekliği önemlidir.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)
Cu	0,013	0,001
Fe	0,022	0,000
P	0,001	0,000
Br	0,207	0,068
Cl	0,001	0,000
Rb	0,001	0,004
Si	0,000	0,000

Si, Rb, Cl, P, Fe, Cu elementlerinin konsantrasyon ve pik şiddet değerlerinin geleneksel numunelerdeki yüksekliği anlamlıdır. Br elementinin bu iki değerinin yüksekliği önemsizdir.

#### **5.4. Tarım Rejiminin İncirde Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri**

İki tarım rejimine göre yetiştirilmiş incir numunelerinin incelenmesi sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.25-28.'de verilmiştir. Ayrıca Ca elementinin istatistiksel analiz sonuçları örnek olarak araştırma ve bulgular kısmında verilmiştir. Tüm elementler için bu istatistiksel analizler yapılmıştır. Organik incir numunelerinde yüksek çıkan elementler ve  $p$  değerleri aşağıdaki gibidir.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
Al	0,518	0,432	0,495
Ca	0,008	0,001	0,388
Fe	0,000	0,001	0,246
Mn	0,387	0,432	0,219
Ni	0,711	0,178	0,008
P	0,012	0,000	0,196
Zn	0,033	0,790	0,024
Cl	0,000	0,000	0,000
K	0,001	0,052	0,115
Na	0,000	0,000	0,007
Rb	0,003	0,041	1,000
Si	0,979	0,626	0,355
Br	0,000	0,000	0,015

Yukarıdaki sonuçlara bakıldığında zaman  $p$  değerleri 0,05'den küçük olduğundan Ca, Fe, P, Zn, Cl, K, Na, Rb, Br elementlerinin organik numunelerdeki konsantrasyon ve pik şiddetinin yüksekliği dikkate değerdir. Al, Mn, Si elementleri için ise  $p$  değerleri 0.05'den büyük olduğundan bu iki kıstasın belli bir hata payıyla önemli derecede yüksek çıktığı söylenebilir.

Geleneksel incir numunelerinde ise 4 elementte bu iki değer yüksek çıkmıştır. Bu elementlerin  $p$  değerleri şöyledir.



Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
Cu	0,933	0,312	0,120
S	0,525	0,937	1,000
Sr	0,742	0,421	1,000
Mg	0,502	0,031	0,425

Geleneksel numunelerde konsantrasyon ve pik şiddeti yüksek çıkan elementlerin bu yükseklikleri  $p$  değerlerine bakıldığı zaman istatistiksel olarak anlamsızdır. Yani organik numunelerdeki bu elementlerin sahip olduğu değerlerle çok da farklı olmadığı gözlemlenmektedir. Bu, diğer çizelgelerden de görülebilir bir durumdur.

Dedeksiyon limiti açısından incelendiğinde, incir numulerinde tarım rejiminin diğer numuneler göre dedeksiyon limitlerine etki ettiği görülmektedir. Şöyle ki sadece 3 numunede dedeksiyon limitleri aynı olup, Ca, Cu, Mn, Ni, P, Sr, Zn, Cl, K, Mg, Na, Si, Br elementlerinin dedeksiyon limitleri organik numunelerde yüksek çıkmıştır. Cl, Br, Na elementlerinde bu kıstasın organik incirde yüksek çıkması  $p$  değerine bakıldığında dikkate değerdir.

Al ve Fe elementlerinin geleneksel numunelerde dedeksiyon limiti yüksek çıkmıştır. Ba 3, Au 1 geleneksel incir numunesinde tayin edilmiştir.

### 5.5. Tarım Rejiminin Fındıkta Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri

Fındık için yapılan incelemelerin sonucunda, Çizelge 4.29-32.'de verilen değerler elde edilmiştir. Mg elementi özelinde yapılan istatistiksel analizler örnek olarak araştırma bulgular kısmında sunulmuştur. Bu istatistik test her element için söz konusu üç kıstası içine alacak şekilde yapılmıştır. Organik tarım ile üretilmiş fındık numunelerinde aşağıdaki elementler için verilen  $p$  değerleri konsantrasyon ve pik şiddeti için yüksek çıkmıştır.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
Al	0,222	0,156	0,356
Ca	0,435	0,343	0,480
Fe	0,086	0,048	0,290
Mn	0,000	0,003	0,060
Ni	0,279	0,125	1,000
P	0,156	0,122	0,168
Zn	0,098	0,047	1,000
Cl	0,000	0,000	0,005
K	0,100	0,033	0,081
Na	0,371	0,000	0,070
Cr	0,413	0,363	1,000
La	0,438	0,571	1,000

$p$  değerlerine bakıldığı zaman Mn, Cl, K elementleri organik fındık numunelerinde pik şiddeti ve konsantrasyon için önemli derecede yüksektir. Cl, 10 organik, 7 geleneksel numunede dedekte edilmiştir. Diğer elementlerin bu iki kıstas açısından organik numunelerde yüksekliği ise bu üç elemente göre daha az önemlidir. Bu önem  $p$  değerinin olan 0,05'den yukarı doğru artmasıyla azalmaktadır. Fındık numuneleri özelinde her element incelen her pellette dedekte edilememiştir. Bu dedekte edilme sayısı fındıkta diğer numuneler göre daha fazla sapma (farklılık) göstermektedir. Al 6

organik, 7 geleneksel pellette; Na 10 organik, 6 geleneksel pellette; Cr 4 organik, 1 geleneksel pellette; La 2 organik, 3 geleneksel pellette dedekte edilmiştir.

Dedeksiyon limitleri incelendiği zaman, organik fındıkta yüksek çıkan elementlerden Cr, La, Zn, Ni'nin dedeksiyon limitlerinin diğer gurupla aynı olduğu ( $p=1,000$ ), Cl elementi için  $p=0,005$  değeri ile önemli derece yüksek olduğu, Al, Ca, Fe, Mn, P, K, Na elementlerinin dedeksiyon limitlerin organik fındıkta yüksek çıktığı görülmektedir. Bu yüksekliğin önemi daha öncede değinildiği gibi  $p$  değeri 0,05'e yaklaştıkça ve bu değerden daha büyük oldukça azalmaktadır.

Geleneksel fındık numunelerinde ise 7 element aşağıdaki  $p$  değerleri ile yüksek çıkmıştır.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
S	0,010	0,642	0,001
Sr	0,175	0,008	1,000
Mg	0,491	0,288	0,000
Ba	0,808	0,553	1,000
Rb	0,000	0,000	1,000
Si	0,817	0,744	0,001
Cu	0,500	0,000	1,000

S, Rb, elementlerinin konsantrasyonu geleneksel fındıkta önemli derecede yüksek çıkmıştır. Sr, Mg, Ba, Si, Cu elementlerinin konsantrasyonlarının yüksekliği ise bu iki elementinkiler kadar önemli değildir. Mg, Si, S elementlerinin dedeksiyon limiti geleneksel fındıkta oldukça yüksektir. Buna karşılık Sr, Ba, Rb, Cu elementlerinin geleneksel fındıktaki dedeksiyon limiti ile organik fındık numunelerindeki dedeksiyon limitleri aynı çıkmıştır.  $p=1,000$  değeri bunu göstergesidir. Rb, Cu, Sr elementlerinin pik şiddetlerinin yüksekliği istatistiksel olarak  $p$  değerleri sırasıyla  $p=0,000$  ve  $p=0,008$  olduğundan anlamlıdır. S, Mg, Ba, Si elementlerinin pik şiddetlerinin yüksekliği  $p$

değerleri 0,05 den büyük olduğu için Rb ve Si elementlerinin pik şiddetlerinin yüksekliği kadar anlamlı değildir. F 1, Se 1 organik fındık numunesinde görülmüştür.

### 5.6. Tarım Rejiminin Patlıcanda Elementsel Konsantrasyon, Pik Şiddeti ve Dedeksiyon Limiti Üzerine Etkileri

Patlıcan numuneleri için elde edilen veriler Çizelge 4.33-36.'da toplu olarak verilmiştir. Organik numunede konsantrasyonu ve pik şiddeti yüksek çıkan elementler ve  $p$  değerleri aşağıdaki gibidir.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
Ca	0,000	0,000	1,000
Fe	0,000	0,000	0,025
Mn	0,000	0,000	1,000
Ni	0,343	0,992	1,000
P	0,000	0,000	1,000
S	0,142	0,277	1,000
Zn	0,000	0,000	0,168
Cl	0,000	0,000	0,000
K	0,015	0,000	0,065
Mg	0,000	0,000	0,015
Na	0,000	0,000	0,050

Organik patlıcan numunelerinde Ca, Fe, Mn, P, Zn, Cl, K, Mg, Na elementlerinin konsantrasyon ve pik şiddet değerleri ile ilgili  $p$  değerleri 0,000 ve bu değere çok yakın olduğundan dolayı istatistiksel olarak oldukça anlamlıdır. Ni ve S elementlerinin bu iki kıstas açısından önemi bu elementlerinki kadar değildir. Dedeksiyon limiti olarak çoğu elementin dedeksiyon limitinin geleneksel numunelerdeki dedeksiyon limitleri ile eşit değerlere sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu da patlıcanda tarım rejiminin dedeksiyon limiti üzerinde etkisinin önemsiz olduğunu, hatta olmadığını gösterir. Bire bir aynı olmayan dedeksiyon limitlerinde de organik numunelerde yüksekliği,  $p$  değerleri 0,05'e yakın veya yüksek olduğundan istatistiksel olarak önemsizdir.

Geleneksel numunelerde konsantrasyon ve pik şiddeti olarak yüksek çıkan elementler ve  $p$  değerleri aşağıda verilmiştir.

Element	$p$ (Konsantrasyon)	$p$ (Pik şiddeti)	$p$ (Dedeksiyon limiti)
Al	0,000	0,000	1,000
Rb	0,000	0,000	1,000
Si	0,000	0,000	1,000
Br	0,000	0,022	1,000
Cr	0,000	0,000	1,000
Cu	0,000	0,000	1,000

Yukarıdaki tüm elementlerin konsantrasyon ve pik şiddetlerinin geleneksel numunelerde yüksek değerde çıkmaları,  $p$  değerleri 0,000 ve buna yakın değerlerde olduğu için önemlidir. Dedeksiyon limiti açısından bakıldığında  $p$  değeri hepsinde 1,000 olduğundan organik numunelerle eşit dedeksiyon limitine sahip oldukları gözlemlenmektedir.

Patlıcanda Sr 3 geleneksel, 1 organik; Ba 1 geleneksel bir organik; Au 1 organik numunede dedekte edilmiştir. Patlıcan numuneleri 10 geleneksel 10 organik numune olarak incelenmiştir.

## 5.7. Genel Değerlendirme

Sekiz tarım ürünüde yapılan inceleme sonuçları yukarıda ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Günümüzde sürdürülebilir tarım, sağlıklı yaşam, doğal beslenme ve doğaya geri dönüş kavramları oldukça ilgi görmektedir. Bilim dünyasına da bu ilgi yansımış ve söz konusu kavramlar üzerine, ilgili disiplinlerde ve disiplinler arası ortak projeler vasıtasıyla yoğun çalışmalar yapılmış ve yapılmaktadır.

Tarım yöntemleri gıda kalitesini değiştirmektedir. Organik gıdalar kimyasal içerik ve üretim prosedürü nedeniyle geleneksel ürünlerden farklıdır. Ancak iki gıda grubu arasındaki farklılıkları ortaya koyabilecek somut veriler ve kapsamlı araştırmalar henüz yetersiz durumdadır. Gıdalar üzerinde yürütülen vitamin, mineral, protein ve antioksidan araştırmaları son 40 yılda gıda kalitesinin düştüğünü göstermiştir (Meyer 1997; Davis et al. 2004).

Meyve ve sebzelerde yapılan araştırmalarda ele alınan 15 farklı kriterden 13'ünde organik ürünler geleneksel ürünlerden daha yüksek antioksidan ve fenolik madde içerdiği, bir çok araştırma sonucunda belirli vitamin, flavonid ve antioksidan içeriğinin organik gıdalarda geleneksel gıdalara kıyasla 2 veya 3 kat fazla olduğu bildirilmiştir. Organik tarım sistemlerinde oransal olarak yüksek mikrobiyal farklılık ve aktivite, kompleks bitki-mikrobiyal interaksiyon, yüksek besin devri ve bitki metabolizma ve biyokimyasındaki değişim polifenol bileşikler ve antioksidan düzeyini etkilemektedir (Reganold 1988; Letourneau et al. 1996; Reganold et al. 2001).

ABD Gıda Kolejinin 2004 yılı raporunda, 1950-1999 yılları arasında 43 bahçe bitkisinde 13 gıda bileşeninin 6'sında önemli azalmalar olduğu belirtilmiştir. Kalsiyum, fosfor, demir ve askorbik asit azalan bileşenler arasındadır. (<http://www.mofga.org>).

İngiltere ve ABD istatistiklerine göre 1949-1991 yılları arasında meyve ve sebzelerdeki iz minerallerin düzeyi en az %76 azalmıştır (Bergner 1997).

Kimyasal gübrelerin kullanıldığı geleneksel yetiştiricilikte yüksek azotun bitkilerde hızlı gelişmeye neden olduğu; fakat polifenol ve bazı vitaminleri azalttığı saptanmıştır (Davis et al. 2004; Benbrook 2005).

Gıda kalitesi; besin değeri, görünüş, renk, tekstür ve tat gibi duyuşal özellikler ile fonksiyonel özellikleri de kapsar. Kalite, gıdaların kompleks bir özelliğidir; zira, gıdanın değeri veya kabul edilebilirliği tüketicilerin objektif olmasına bağlıdır ve kalite genellikle sübjektiftir. Organik gıdaların daha besleyici ve daha güvenli olduğu, sentetik gübre, pestisit, herbisit, hormon, ilaç karıştırılmış yem, antibiyotik veya gıda işlemede kullanılan kimyasalları içermediğinden de genellikle daha lezzetli olduğu kabul edilmektedir (Çakmakçı ve Çakmakçı, 2008).

Ancak özellikle geleneksel gıdalarda her geçen gün azalan mineral madde içeriğinin organik yetiştiricilikle ne derece önlendiğı ve organik tarım ürünlerinde mineral madde içeriklerinin nasıl etkilendiğine dair yeterli araştırma bulunmamaktadır. Bu anlamda 8 farklı bitki üzerinde yürütmüş olduğumuz araştırma sonuçları oldukça önemlidir. Nitekim bu araştırma sonuçlarına göre insan beslenmesinde önemli gıda bileşenlerinden olan Mn, Zn, Ca, Mg ve K miktarının organik olarak yetiştirilen domates, çay, antep fıstığı, nohut, fasulye, incir ve patlıcanda geleneksel yetiştiriciliğe kıyasla arttığı belirlenmiştir. Organik tarım yöntemiyle yetiştirilen çay dışında kalan diğer ürünlerde Fe minerali artmış ve bu artışlar istatistikî bakımdan önemli bulunmuştur. Geleneksel yetiştiriciliğe kıyasla, organik domateste Fe, Zn, Ca, Mg, K, Cl, Al ve Na, organik antep fıstığında Fe, Zn, Mg, K, P, Cl, Al, Na ve S, organik nohutta Fe, Ca, Mg, K, P, Cl ve Na, organik fasulyede ise Fe ve Mn elementlerinin konsantrasyonundaki ve pik şiddeti değerlerindeki artışlar istatistikî bakımdan önemli bulunmuştur. Organik olarak yetiştirilen fındıkta Mn, K ve Cl miktarları önemli olarak artarken, organik tarım sistemlerine göre yetiştirilmiş incirde Fe, Mn, Zn, Ca, K, P, Cl, Al ve Na konsantrasyonunun arttığı ve bu artışın pik şiddeti ile birlikte istatistikî bakımdan önemli olduğu ortaya konulmuştur. Benzer olarak, organik tarımla patlıcan yetiştiriciliğinde Fe, Mn, Zn, Ca, Mg, K, P, Cl ve Na konsantrasyonunun önemli düzeyde arttığı

görülmüştür. Pik şiddeti değerlerindeki önemlilikle de teyit edilen bu sonuçlar organik tarım sisteminin meyve, sebze, baklagil ve çay ürünlerinde insan beslenmesinde önemli olan besin elementlerini önemli düzeyde artırdığını göstermiştir. Gıdaların mineral kapsamının arttırılması ve insan beslenmesi bakımından organik tarımın geleneksel tarıma kıyasla, önemli bir potansiyel olduğu ortaya çıkmıştır. Bu araştırmada domates başta olmak üzere kuru madde miktarının organik tarım sistemine göre yetiştirilmiş olan ürünlerde yüksek olması, gıdaların besin değeri açısından önemli bir bulgudur.

Organik gıdalarda toksin, ağır metal, tarım kimyasalı ve nitrat içeriği düşüktür. Ulaştığımız bulgularda da ağır metal olan Cu, Sr, elementlerinin geleneksel numunelerde yüksek çıktığı gözlemlenmektedir. Yine Dy, Au, Ti, La elementleri 1 kez ve çok düşük düzeyde olsa bile geleneksel numunelerde dedekte edilmiştir.

Benzer olarak, organik olarak yetiştirilen sebzelerde kuru madde miktarının arttığı vurgulanmıştır (Woese et al. 1997).

Gıdaların mineral içeriği ile ilgili çalışmalar yetersiz olmakla birlikte benzer araştırma bulguları bulunmaktadır. Nitekim mineral ve vitamin içeriği ile ilgili araştırmalarda, organik gıdaların daha yüksek düzeyde C vitamini ile Ca, Mg, Cr ve Fe içerdiği saptanmıştır (Soil Association 2001).

Benzer olarak, organik elma, patates, armut, buğday ve tatlı mısırın Ca, Mg, Fe, Mo, P, K ve Zn düzeyinin geleneksel ürünlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Smith 1993).

Organik gıdalar özellikle C vitamini, demir, magnezyum ve fosfor başta olmak üzere besin ve mineral yönünden zengindir ve bu gıdalarda yapılan araştırmalarda protein miktarı düşük bulunurken protein kalitesi yüksek çıkmaktadır (Worthington 2001).



Yüksek antioksidan içeren erik, organik olarak yetiştirildiğinde geleneksel yetiştiriciliğe kıyasla, Zn ve Mg başta olmak üzere mineral içeriğinin arttığı (Lombardi-Boccia et al. 2004) belirlenmiştir:

ABD’de organik olarak üretilen gıdalarda birçok vitamin ve mineraller yüksek, kimyasal gübrelerin neden olduğu nitratların ise düşük olduğu bulunmuştur. Nitekim ABD’de yürütülmüş 1240 mukayeseli 41 çalışma sonuçlarına göre organik olarak üretilen sebzelerde, geleneksel olarak üretilen sebzelere oranla, magnezyum (% 29 yüksek), vitamin C (%27 yüksek) ve demir (%21 yüksek) yüksek bulunurken, nitrat (%15 düşük) ve toksin ağır metaller düşük bulunmuştur (Anon 1998).

Bu araştırmalarda organik tarımın, ürünlerdeki mineral besin elementi miktarını artırdığı sonucuna varılmamıştır.

Son yıllarda azot başta olmak üzere aşırı kimyasal uygulamalar sonucu, gıdalarda giderek azaldığı endişesi duyulan iz elementlerin (Bergner 1997), organik tarımla birlikte belli oranda arttığı söylenebilir.

Günümüz modern tarımında kullanılan 400’den fazla pestisit ve kalıntıları geleneksel gıdalara karışabilirken; organik süt ve ürünleri, meyve ve sebzeler ve bebek gıdalarının bu maddeler bakımından daha güvenli olduğu vurgulanmıştır (Çakmakçı 2005).

Bu araştırma sonuçlarına göre ise organik olarak yetiştirilen domates, çay, antep fıstığı, nohut, fasulye, incir, fındık ve patlıcan gibi ürünlerde insan beslenmesinde büyük önemi olan mineral ve element miktarının geleneksel tarım ürünlerinden daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

Yapılan organik tarım uygulamalarının besin guruplarına yansımaları elementel düzeyde olmaktadır. Bu yüzden besin öğelerinin elementel içeriklerinin tespiti bu uygulamaların geçerliliğini göstermekte çok büyük önem arz etmektedir.

Gıdanın bileşiminde bulunan maddelerin tüketicinin diyetinde yer aldığı, insan beslenmesi ve sağlığını etkilediği, ayrıca, gıdaların kantitatif analizini yapabilecek güvenilir analiz yöntem ve teknikleri ile, bu analizleri yapacak ve kontrol hizmetlerini yürütecek kurumların gerekli olduğu vurgulanmaktadır (Çakmakçı 2007).

Bu anlamda kullandığımız yöntem, gıdaların kantitatif elementel analizinde ve özellikle organik ve geleneksel ürünlerin makro ve mikro element tayininde oldukça hızlı ve güvenilir bir yöntem olarak önemlidir. Çalışmalarımızı yaptığımız WDXRF sistemi çoklu element analizlerinde, aynı anda, kısa sürede, geniş bir element aralığında ( $Z > Be$ ) element analizi yapabilme özelliğine sahip olduğundan, söz konusu çalışmalar için WDXRF tekniğinin çok önemli bir analiz tekniği olduğunu düşünüyoruz.

**KAYNAKLAR**

- Alvarez, M., Mazo-Gray, V., 1990. Determination of potassium and calcium in milk powder by energy-dispersive x-ray fluorescence spectrometry. Digital Object Identifier.
- Anonymous, 2004. Organic foods in relation to nutrition and healthy: key facts. Soil Association Information Sheet Document.
- Asami, D.K., Hong, Y.J., Barrett, M.D., Mitchell, A.E., 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1237-1241.
- Baqué, R., Larrechi, M. S., Rius, F. X., 1999. Multivariate detection limits with fixed probabilities of error. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 45, 397-408.
- Bauer, G., Wegscheider, W., Ortner, H. M., 1991. Limits of detection in multivariate calibration. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 340 (3), 135 – 139.
- Benbrook, C.M, 2005. Elevating antioxidant levels in food through organic farming and food processing. *The Organic Center State of Science Review*.
- Bengtsson, H., Öborn, I., Jonsson, S., Nilsson, I., Andersson, A., 2003. Field balances of some mineral nutrients and trace elements in organic and conventional dairy farming-a case study at Öjebyn, Sweden. *European Journal of Agronomy*, 20, 101-116.
- Benoit, M., Veysset, P., 2003. Conversion of cattle and sheep suckler farming to organic farming: adaptation of the farming system and its economic consequences. *Livestock Production Science*, 80, 141-152.
- Bergner, P. 1997. The healing power of minerals, special nutrients and trace elements, p. 312. Prima Publishing, Rocklin, CA.
- Bergomo, P., Fedele, E., Iannibelli, L., Marzillo, G., 2003. Fat-soluble vitamin contents and fatty acid composition in organic and conventional Italian dairy products. *Food Chemistry*, 81, 625-631.
- Bertin, E. P., (1975), *Principles and Practice of X-Ray Spectrometric Analysis*, Plenum Press, New York-London (2nd ed.).
- Biswas, M. R., Biswas, A. K., 1975. Environmental impacts of increasing the World's food production. Office of the Science Advisor, Department of the Environment, Ottawa, Canada.
- Boccia, G. L., Lucarini, M., Lanzi, S., Aguzzi, A., Cappelloni, M., 2004. Nutrients and Antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions a comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 90-94.
- Boccia, G.L., Lucarini, M., Lanzi, S., Aguzzi, A., Cappelloni, M., 2004. Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: A comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 90-94.

- Bourn, D., Prescott, J., 2002. A comparison of nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. School of Nutrition Science and Policy, Tufts University, Medford, New Zealand.
- Brandt, K., Mølgaard, J.P., 2001. Featured article, organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 924-931.
- Brandt, K., Mølgaard, J. P., 2001. Does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 924–931.
- Carbonaro, M., Mattera, M., Nicoli, S., Bergamo, P., Cappelloni, M., 2002. Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (peach, *Prunus persica* L., and pear, *Pyrus communis* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5458-5462.
- Carvalho, M.S., Domingues, M. L. F., 2002. Preconcentration method for the determination of thorium in natural water by WDXRF. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 253 (2), 253–256.
- Clayton, C. A., Hines, J. W., Elkins, P. D., 1987. Detection limits with specified assurance probabilities. *American Chemical Society, Analytical Chemistry*, 59, 2506–2514.
- Curl, C. L., Fenske, R. A., Elgethun, K., 2003. Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. 111 (3), 377–382.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü.G., 2008. Organik Tarım (2. Baskı). Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No 236, Atatürk Üniv Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum. 355 s.
- Çakmakçı, S. 2008. 6. Organik Gıda Üretimi Ve Gıda Katkı Maddeleri. Organik Tarım (2. Baskı). Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No 236, Atatürk Üniv Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum. 211-224 s.
- Dalen, G. V., 1998. Determination of the Phosphorus and Sulphur Content in Edible Oils and Fats by Wavelength-Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry. *X-Ray Spectrometry*, 27, 26-30.
- Dalen, G. V., 1999. Determination of Iron on Cloths by Wavelength-Dispersive X-Ray Fluorescence Spectrometry. *X-Ray Spectrometry*, 28, 149–156.
- Dalen, G. V., Vooijs, C., 2000. Determination of the zeolite and silicate content in detergent products by wavelength-dispersive x-ray fluorescence spectrometry. *X-Ray Spectrometry*, 29, 365–372.
- Dalgaard, T., Heidmann, T., Mogensen, L., 2002. Potential N-losses in three scenarios for conversion to organic farming in a local area of Denmark. *European Journal of Agronomy*, 16, 207-217.
- Davis, D.R., Epp, M.D., Riordan, H.D., 2004. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. *J Am Coll Nutr.*, 23, 669-682.
- Delaney, M. F., 2001. Multivariate detection limits for selected ion monitoring gas chromatography — mass spectrometry. Cambridge Analytical Associates, Inc., 1106 Boston, U.S.A.
- Demir, F., 2004. WDXRF Spektroskopide Tablet Numune Hazırlamada Hata Etkileri. Y. Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

- Devendra, C., 2004. Organic farming closing remarks for the session (28 October 2003). *Livestock Production Science*, 90, 67-68.
- Dhiman, T. R., Anand, G. R., Satter, L. D., Pariza, M. W., 1999. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets, *Journal of Dairy Science*, 82, 2146-2156.
- Dyck, K. V., Robberecht, H., Cauwenbergh, R. V., Deelstra, H., Arnaud, J., Willemyns, L., Benijts, F., Centeno, J. A., Taylor, H., Soares, M. E., Bastos, M. L., Ferreira, M. A., D'Haese, P. C., Lamberts, L. V., Hoenig, M., Knapp, G., Lugowski, S. J., Moens, L., Riondato, J., Grieken, R. V., Claes, M., Verheyen, R., Clement L., Uytterhoeven M., 2000. Spectrometric determination of silicon in food and biological samples: an interlaboratory trial. *Journal of Atomic Spectroscopy*, 15, 735-741.
- Dyck, V.K., Robberecht, H., Cauwenbergh, R.V., Deelstra, H., Arnaud, J., Willemyns, L., Benijts, F., Centeno, J.S., 2000. Spectrometric determination of silicon in food and biological samples: an interlaboratory trial. *Interlaboratory Note*, 735-741.
- Elmholt, S., Labouriau, R., 2005. Fungi in Danish soils under organic and conventional farming. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 107, 65-73.
- Ferfus, R., Egea, M. R., 1994. Limit of discrimination, limit of detection and sensitivity in analytical systems. *Analytica Chimica Acta*, 287 (1-2), 119-145.
- Garivait, S., QuiseDt, J. P., Chateaubourg, P. D., Malingre, G., 1997. Multi-Element Analysis of Plants by WDXRF Using the Scattered Radiation Correction Method. *X-Ray Spectrometry* 26, 257-264.
- Garry, V. F., Schreinemachers, D., Harkins, M. E., Griffith, J., 1996. Pesticide applicators, biocides and birth defects in rural Minnesota. *Environ Health Perspect*, 104 (4), 394-399.
- Gelen, A., Lopez, N., Maslow, O.D., Belov, A.G., Gustova, M.V., Diaz, O., Beltran, J., Soto, J., Guevara, M.V., Perez, M., Simon, M.J., 2005. Gamma activation analysis of marine sediments at Havana Bay, Cuba. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 266 (3), 485-490.
- Hasegawa, H., Furukawa, Y., Kimura, S.D., 2005. On-farm assessment of organic amendments effects on nutrient status and nutrient use efficiency of organic rice fields in Northeastern Japan. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108, 350-362.
- Hohreiter, V., Hahn, D. W., 2005. Calibration effects for laser-induced breakdown spectroscopy of gaseous sample streams: analyte response of gas-phase species versus solid-phase species. *Analytical Chemistry*, 77 (4), 1118-24.
- Hole, D.G., Perkins, A.J., Wilson, J.D., Alexander, I.H., Grice, P.V., Evans, A.D., 2005. Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation*, 122, 113-130.
- Hubaux, A., Vos, G., 1970. Decision and detection limits for linear calibration curves. *Analytical Chemistry*, 42(8), 849-855.
- Leian Grimsley., 2006. Trace element analysis of toxic heavy metals in soils and contaminated land using a portable XRF spectrometer. British Geological Survey, Nottingham, UK. Leiven Kempnaers, PANalytical BV, Almelo, The Netherlands.

- Lorber, A., Harel, A., Goldbart, Z., Brenner, I. B., 1987. Curve resolution and figures of merit estimation for determination of trace elements in geological by ICP-AES. *Analytical Chemistry*, 59, 1260–1266.
- Lund, V., 2005. Natural living-a precondition for animal welfare in organic farming. A position paper. *Livestock Production Science*, 13-14.
- MacBride, D. M., Malone, C. G., Hebb, J. P., Cravalho, E. G., 2000. Effect of Temperature Variation on FT-IR Spectrometer Stability. *Applied Spectroscopy*, 51 (1). Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.
- Marinari, S., Mancinelli, R., Campiglia, E., Grego, S., 2005. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecological Indicators*, 11-17.
- Mayer, A.M., 1997. Historical changes in the mineral content of fruits and vegetables. *British Food J.*, 99, 207-211.
- McMahon, M.A., Wilson, I.G., 2001. The occurrence of enteric pathogens and *Aeromonas* Species in organic vegetables. *International Journal of Food Microbiology*, 70, 155-162.
- Melero, S., Porras, J.C., Herencia, J.F., Madejon, E., 2005. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil Tillage Research*, 9-16.
- Nielsen, B.K., Thamsborg, S.M., 2005. Welfare, healty and product quality in organic beef production: a Danish perspective. *Livestock Production Science*, 94, 41-50.
- Oppenheimer, L., Capizzi, T. P., Weppelman, R. M., Mehta, H., 1983. Determining the lowest limit of reliable assay measurement. *Analytical Chemistry*, 55, 638–643.
- Parfitt, R.L., Yeates, G.W., Ross, D.J., Mackay, A.D., Budding, P.J., 2005. Relationships between soil biota, nitrogen and phosphorus availability, and pasture growth under organic and conventional management. *Applied Soil Ecology*, 28, 1-13.
- Parus, J., Kierzek, J., Bućko, B. M., 2000. Determination of the carbon content in coal and ash by XRF. *X-Ray Spectrometry*, 29, 192–195.
- Pedersen, L. G., Rasmussen, S. E., Bügel, S., Jørgensen, V. L., Dragsted, L. O., Gundersen, V., Sandström, B., 2003. Effect of diets based on foods from conventional versus organic production on intake and excretion of flavonoids and markers of antioxidative defence in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5671–5676.
- Perring, L., Andrey, D., Dvorzak, M. B., Blank, J., 2005. Rapid Multimineral Determination in Infant Cereal Matrices Using Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4696–4700.
- Queralt, I., Ovejero, M., Carvalho, M. L., Marques, A. F., Llabrés, C. M., 2005. Quantitative determination of essential and trace element content of medicinal plants and their infusions by XRF and ICP techniques. *X-Ray Spectrometry*, 34, 213–217.
- Raupp, J., 1996. Quality of plant products grown with manure fertilization. *Publications of the Institute for Biodynamic Research*, vol. 9, Darmstadt, Finland.
- Reganold, P.J., Glover, D.J., Andrews, K., Hinmam, R.H., 2001, sustainability of three apple production systems. *Nature*, 410, 926-930.

- Rigby, D., Caaceres, D., 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems*, 68, 21-40.
- Ronchi, B., Nardone, A., 2003. Contribution of organic farming to increase sustainability of Mediterranean small ruminants livestock systems. *Livestock Production Science*, 80, 17-31.
- Rucker, T. L., 1995. Methodologies for the practical determination and use of method detection limits. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 192 (2), 345 – 350.
- Sartori, L., Basso, B., Bertocco, M., Oliviero, G., 2005. Energy use and economic evaluation of a three year crop rotation for conservation and organic farming in NE Italy. *Biosystems Engineering*, 91 (2), 245-256.
- Schreinemacher, D. M., Creason, J. P., Garry, V. F., 1999. Cancer mortality in agricultural regions of Minnesota. *Environ Healty Perspect*, 107 (3), 205–211.
- Schreinemacher, D. M., 2000. Cancer mortality in four northern wheat-producing states. *Environ Healty Perspect*, 107 (3), 273–881.
- Sitko, R., Zawisza, B., Mzyk, Z., 2006. Chemofiltration of mercury water samples through zinc sulfide layer and determination by wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry. *Journal of Analytical Atomic Spektrometry*, 21 (1), 13-18.
- Smith, B.L., 1993. Organic food vs supermarket foods: Element levels. *J Applied Nutr*, 45, 1-12.
- Soil Association, 2001. Organic Farming, food quality and human health: a review of the evidence. <http://www.soilassociation.org>.
- Thomsen. V., Schatzlein, D., Mercurio, D., 2003. Dedection limit in spectroscopy. *Spectroscopy*, 18 (12), 112–114.
- Thybo, A.K., Edelenbos, M., Christensen, J.N., Sorensen, K., Kristensen, T., 2005. Effect of organic growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. *LWT*, 1-8.
- Tu, C., Ristaino, B.J., Hu, S., 2005. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. *Soil Biology and Biochemistry*, 1-9.
- Vial, J., Jordy, A., 1999. Experimental comparison of the different approaches to estimate LOD and LOQ of an HPLC method. *Analytical Chemistry*, 71, 2672–2677.
- Ward, N. I., 1997. Assessment of chemical factors in relation to child hyperactivity. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*, 7 (4), 333–342.
- Weiske, A., Vabitsch, A., Olesen, J.E., Schelde, K., Michel, J., Friedrich, R., Kaltschmitt, M., 2005. Mitigation of greenhouse gas emissions in European conventional and organic dairy farming. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 12-21.
- Widmer, F., Rasche, F., Hartmann, M., Fliessbach, A., 2005. Community structures and substrate utilization of bacteria in soils from organic and conventional farming systems of the DOK long term field experiment. *Applied Soil Ecology*, 14-18.
- Wong, J.W., Ma, K.K., Fang, C., Cheung, C., 1999. Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. *Bioresource Technology*, 67, 43-46.

- Wood, R., Lenzen, M., Dey, C., Lundie, S., 2005. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. *Agricultural Systems*, 4-20.
- Wood, R., Lenzen, M., Dey, C., Lundie, S., 2005. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. *Agricultural Systems*, 34-38.
- Woose, K., Lange, D., Boess, C., Bögl, K. W., 1997. A comparison of organically and conventionally grown foods results of a review of the relevant literature. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 74, 281–293.
- Worthington, V., 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruit, vegetables and grains. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 7 (2), 161–173.
- Zhan, X., 2005. Application of polarized EDXRF in geochemical sample analysis and comparison with WDXRF. *X-Ray Spectrometry*, 34, 207–212.



## **ÖZGEÇMİŞ**

1978 yılında Kars'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kars'da tamamladı. 1999 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik bölümünden mezun oldu. Aynı yıl, Atatürk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik bölümünde yüksek lisansa başladı. 2003 yılında aynı kurumda doktora eğitimine başladı. 2000 yılında Milli Eğitim Bakanlığında öğretmen olarak göreve başladı ve halen görevine devam etmektedir.