

**Trakya Bölgesi'nde Yetiştirilen Ayçiçeği
Tohumlarında Bazı Ağır Metal ve Mikrobesein
Elementlerinin Belirlenmesi**

ONUR AY

Yüksek Lisans Tezi

**Gıda mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç.Dr. ÜMİT GEÇGEL**

2014

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TRAKYA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN AYÇİÇEĞİ TOHUMLARINDA BAZI
AĞIR METAL VE MİKROBESİN ELEMENTLERİNİN BELİRLENMESİ**

ONUR AY

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DANIŞMAN: DOÇ.DR. ÜMİT GEÇGEL

TEKİRDAĞ-2014
Her hakkı saklıdır

Doç.Dr. Ümit GEÇGEL danışmanlığında, Onur AY tarafından hazırlanan “Trakya Bölgesi’nde Yetiştirilen Ayçiçeği Tohumlarında Bazı Ağır Metal ve Mikrobelerin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı :Doç. Dr. Murat TAŞAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Ümit GEÇGEL

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÖZTÜRK

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRAKYA BÖLGESİNDE YETİŞTİRİLEN AYÇİÇEĞİ TOHUMLARINDA BAZI AĞIR METAL VE MİKROBESİN ELEMENTLERİNİN BELİRLENMESİ

Onur AY

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç.Dr. ÜMİT GEÇGEL

Bu tez çalışmasında, Trakya Bölgesinde yaygın bir şekilde üretimi yapılan ayçiçeği tohumlarında bazı ağır metal ve mikrobesein elementlerinin miktarları belirlenmiştir. Çalışma, Trakya Bölgesi sınırları içerisinde bulunan 28 farklı yerleşim yerinde (numune alım yerleri), 2012 ve 2013 yıllarında hasat edilen ayçiçeklerinde yapılmıştır. Araştırmada; Mangan (Mn), Kurşun (Pb), Nikel (Ni), Demir (Fe), Çinko (Zn), Antimon (Sb), Kadmiyum (Cd), Bakır (Cu), Arsenik (As) gibi ağır metaller ile birlikte Fosfor (P), Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg) ve Potasyum (K) gibi mikrobesein elementleri ICP-OES cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, analizi edilen örneklerin hiçbirinde Sb ve As miktarları tespit edilmemiştir. Ağır metal sonuçları 2012 ve 2013 yıllarında Mn, Pb, Ni, Fe, Zn, Cd ve Cu için sırası ile 22,36-6,32, 20,93-6,39 ppm; 0,1-0,0, 0,05-0,0 ppm; 9,94-1,03, 10,11-1,90 ppm; 68,92-26,54, 70,71-26,65 ppm; 31,60-16,36, 24,55-17,36 ppm; 0,22-0,02, 0,22-0,03 ppm ve 13,13-6,20, 14,20-8,13 ppm değerleri arasında bulunmuştur. 2012 ve 2013 yıllarına ait örneklerin P, Ca, Mg ve K sonuçlarının ise sırası ile; 5496,8-2216,7, 4388,0-2443,8 ppm; 3370,2-792,38, 1763,8-833,73 ppm; 2229,2-1059,0, 2018,3-994,16 ppm ve 7669,8-3890,5, 7766,0-4044,1 ppm değerleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, ayçiçeği, çevre kirliliği, mikrobesein elementleri, Trakya Bölgesi,

2014, 57 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Determination of Some Heavy Metals and Micronutrient Elements in Sunflower Seeds Grown in Thrace Region

Onur Ay

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Branch of Food Engineering

Counsellor: Assoc. Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

In this research, the amount of some heavy metals and micronutrient elements are determined in sunflower seeds that widely produced in Thrace Region. This work, sunflowers harvested from 28 different settlements within the boundaries of Thrace Region (sampling locations) at 2012 and 2013, was performed. In the study; heavy metals as Manganese (Mn), Lead (Pb), Nickel (Ni), Iron (Fe), Zinc (Zn), Antimony (Sb), Cadmium (Cd), Copper (Cu), Arsenic (As) and micronutrient elements as Phosphorus (P), Calcium (Ca), Magnesium (Mg) and Potassium (K) were determined using ICP-OES. In conclusion, any amount of Sb and As were not detected in analyzed samples. Heavy metal results at 2012 and 2013; for Mn, Pb, Ni, Fe, Zn, Cd and Cu, 22.36-6.32, 20.93-6.39 ppm; 0.1-0.0, 0.05-0.0 ppm; 9.94-1.03, 10.11-1.90 ppm; 68.92-26.54, 70.71-26.65 ppm; 31.60-16.36, 24.55-17.36 ppm; 0.22- 0.02, 0.22-0.03 and 13.13-6.20 ppm, 14.20-8.13 ppm between the values was found, respectively. Examples for 2012 and 2013, P, Ca, Mg and K results; 5496.8-2216.7, 4388.0-2443.8 ppm; 3370.2-792.38, 1763.8- 833.73 ppm; 2229.2-1059.0, and 7669.8- 3890.5, 2018.3-994.16 ppm, 7766.0-4044.1 ppm, were determined, respectively.

Key Words: Heavy Metal, sunflower, environmental pollution, micronutrient elements, Thrace Region.

2014, 57 pages

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	7
2.1. Türkiye’de ve Dünyada Ayçiçeği Üretimi	7
2.1.1. Dünya’da Ayçiçeği Üretimi	7
2.1.2. Türkiye’de Ayçiçeği Üretimi	8
2.2. Ayçiçeğinin Beslenmedeki Yeri ve Önemi	11
2.3. Ağır Metallerin Ayçiçeğine Bulaşması	11
2.4. Bitki Beslenmesi İçin Gerekli Olan Elementler	14
2.4.1. Makro Elementler	15
2.4.2. Mikro Besin Elementleri	16
2.4.3. Eser Element Analizlerinde Örnekleme ve Örnek Hazırlama	16
2.4.4. Eser Element Analizlerinde Çözünürleştirme Teknikleri	18
2.4.4.1. Eser element analizleri için Çözünürleştirme Metotları	19
2.4.5. Eser Elementlerde Mikrodalga Çözünürleştirmeler	19
2.4.5.1. Tarihsel Gelişim	19
2.4.5.2. Çözünürleştirmede Kullanılan Asitler	21
2.4.5.3. Eser Element Analizlerinde Çözünürleştirme Metotlarında Sistemik Hatalar	22
3. MATERYAL VE METOD	23
3.1. Materyal	23
3.2. Çalışma Sahası	26
3.2.1. Bölgenin Genel Özellikleri ve Yeryüzü Şekilleri	26
3.2.2. İklim	26
3.3. Metod	27
3.3.1. Alet ve Ekipman	27

3.3.1.1. Ultra Saf Su Cihazı	27
3.3.1.2. Mikrodalga Fırın	28
3.3.1.3. ICP-OES Cihazı	28
3.3.1.4 Kullanılan Standartlar	29
3.3.1.4.1. Antimon Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.2. Mangan Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.3. Kurşun Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.4. Nikel Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.5. Demir Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.6. Çinko Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.7. Magnezyum Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.8. Fosfor Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.9. Potasyum Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.10. Kadmiyum Standart Çözeltisi	29
3.3.1.4.11. Bakır Standart Çözeltisi	30
3.3.1.4.12. Kalsiyum Standart Çözeltisi	30
3.3.1.4.13. Arsenik Standart Çözeltisi	30
3.3.2. Çözünürleştirme Metodu	30
3.3.3. Teşhis Limitinin Tahmin Edilmesi	31
3.3.4. İstatiksel Analiz	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4.1. Ayçiçeğindeki Ağır Metal Dağılımı	33
4.2. Analiz Sonuçlarına Göre Ayçiçeği Tohumlarında Ağır Metal Dağılımı	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	48
6. KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	57

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Dünya’da yıllara göre ayçiçeği ekiliş ve üretim miktarları	7
Çizelge 2.2. Dünya ayçiçeği üretiminde başlıca ülkeler ve üretim miktarları	8
Çizelge 2.3. Türkiye’de yıllara göre ayçiçeği ekiliş ve üretim miktarları	9
Çizelge 2.4. Türkiye’nin ayçiçeği yağı üretim miktarı	10
Çizelge 3.1. Ayçiçeği Tohumu Alınan Ana İstasyonlar ve Alım Noktaları	24
Çizelge 3.2. Mikrodalga Fırın (yağlı tohum) Yakma Programı	28
Çizelge 3.3. ICP-OES ölçümlerinde çalışılan dalga boyları	28
Çizelge 3.4. Metot ile ilgili bilgiler	31
Çizelge 4.1. 2012 yılı üretimi ayçiçeği tohumlarının mikro besin konsantrasyonları (mg/kg)	34
Çizelge 4.2. 2013 yılı üretimi ayçiçeği tohumlarının mikro besin konsantrasyonları (mg/kg)	35
Çizelge 4.3. 2012-2013 üretim yılı ayçiçeği tohumlarının mikro besin konsantrasyonlarının yıllara göre dağılımı (mg/kg).....	41
Çizelge 4.4. 2012 yılı üretimi ayçiçeği tohumlarının makro besin konsantrasyonları (mg/kg)	43
Çizelge 4.5. 2013 yılı üretimi ayçiçeği tohumlarının makro besin konsantrasyonları (mg/kg)	44
Çizelge 4.6. 2012-2013 üretim yılı ayçiçeği tohumlarının mikro besin konsantrasyonlarının yıllara göre dağılımı (mg/kg).....	47

ŒEKİL DİZİNİ

Sayfa

Œekil 3.1. Araştırma Sahasının Yürütüldüğü Bölge.....25

1.GİRİŞ

Yağlar, insan beslenmesinde karbonhidrat ve proteinlerle birlikte diyetle alınması zorunlu olan besin öğelerindedir. Kişilerin hangi yağları ne miktarda tüketmeleri gerektiğine dair tartışmalar, halk arasında olduğu kadar, bilimsel çevrelerde de süregelmektedir. Toplumlarda ortaya çıkabilen sağlık sorunları ile beslenme rejimleri arasındaki ilişki araştırıldığında en fazla sorgulanan gıda bileşeni yağlardır. Bu durumda, yağ tüketiminde yağ çeşidi seçiminden tüketim şekline kadar uzanan her aşamada daha bilinçli ve duyarlı olmak gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Çok sayıda bilimsel araştırma sonuçlarının değerlendirilmesiyle hazırlanan Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ile Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO) ortak uzman grubunun raporlarında, insan beslenmesinde yağların kullanımına dair önemli tavsiye ve öneriler yer almaktadır. Diyetle alınan kalorilerin %15-30'unun yağlardan sağlanması belirtilen bu rapordan tüketilen yağ miktarının önemli bir bölümünü bitkisel sıvı yağların oluşturması gerekliliği anlaşılmaktadır (Taşan ve Geçgel 2007).

Ayçiçeği *Helianthus annuus* türüne ait olan önemli bir yağ bitkisi çeşitidir. Ayçiçeğinin ana vatanı Amerika'nın batı kıyıları olmakla birlikte, yabani olarak Meksika ve Peru'da yetişmektedir. Kazık köklü bir bitki olan ayçiçeğinin elliden fazla çeşidi olduğu bilinmektedir. Ayçiçeği, ticari amaçlı olarak yetiştirildiği ilk yıllardan itibaren linoleik asit (C_{18:2}) içeren (% 75-90) bir yağ bitkisi konumundaydı. Fakat özellikle son yıllarda hız kazanan genetik modifikasyon çalışmaları sonucunda yüksek oleik asit (C_{18:1}) içeren (% 75-90) ve orta düzeyde oleik asit içeren (% 43-72) yeni ayçiçeği çeşitleri de geliştirilmiştir (Kayahan 2006).

Ülkemizde tarımı yapılan yağlı tohumlu bitkiler; pamuk, ayçiçeği, susam, kanola, soya fasulyesi, yarfıstığı ve haşhaştır. Bu yağ bitkileri içerisinde tohumundan ortalama % 38 - 50 civarından yağ elde edilen ayçiçeği, ülkemizin bitkisel yağ tüketimindeki ortalama % 70'lik payı ve yüksek yağ oranı ile en önemli yağlı tohum bitkisidir. Ayçiçeği yağı yemeklik kalitesi yönünden tercih edilen bitkisel yağlar arasında ilk sırayı almaktadır. Dolayısıyla dünyada olduğu gibi ülkemizde de oldukça yaygın olarak tarımı yapılmaktadır (Anonim 2013).

Ayçiçeği, ülkemiz ekonomisi açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Tohumları % 40-50 oranında yağ içermekte olup, bitkisel yağ tüketimimizin %73'7'si ayçiçeğinden elde edilmektedir. %40-45 oranında elde edilen küspesinin içerdiği %30-40 oranındaki protein ile

de değerli bir yem olarak, hayvan beslemesinde kullanılmaktadır. Yemeklik yağ dışındaki yağlar, sabun ve boya sanayinde değerlendirilmekte; sapları da yakacak olarak kullanılmaktadır. Sapların yakılmasından sonra oluşan külün %36-40 oranında potasyum içermekte olup, gübre olarak da değerlendirilebilmektedir (Anonim 2010)

Ülkemizde ayçiçeği üretiminin yaklaşık %75'i Trakya bölgesinde yapılmaktadır. Tekirdağ, Edirne, Kırklareli illeri bölge üretiminde en fazla paya sahip olan illerdir. Trakya bölgesini, Çukurova ve Karadeniz Bölgesi takip etmektedir. Ülkemizde yıllık ortalama ayçiçeği tohum üretimi 900-950 bin ton olup, yılda ortalama 400-450 bin ton ham ayçiçek yağı üretilmektedir. Bu üretim yıllık ortalama 700 bin ton civarında olan ham ayçiçek yağı tüketimimizi karşılayamamakta, meydana gelen açık ithalatla kapatılmaktadır. Bu durum ülkemizin ayçiçeği alanında net ithalatçı ülkeler arasında yer almasına sebep olmaktadır. Ülkemizde kurulu yağlı tohum kırma ve bitkisel yağ rafinasyon kapasitesi kullanılması için dahilde işleme rejimi kapsamında ayçiçeği ithalatına izin verilmesi nedeniyle ayçiçek yağı ihracatımız da son yıllarda önemli oranda artmıştır (Anonim 2013).

Bu veriler dikkate alındığında tüm bölgeler itibariyle Türkiye, son on yıl ortalamasına göre 930 bin tonluk ayçiçeği üretimi ile son on yıllık ortalaması 32 milyon ton olan dünya ayçiçeği üretiminin yaklaşık %3'ünü karşılayabilmektedir (Anonim 2013). Dünya ayçiçek yağı tüketimi 14,5 milyon tona ulaşmıştır. Bu miktarın 3,5 milyon tonu Avrupa Birliği ülkelerinde, 2,3 milyon tonu Rusya'da tüketilirken Türkiye'de yaklaşık 800 bin ton ayçiçek yağı tüketmektedir (Anonim 2013).

Türkiye'de ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) en yoğun Trakya bölgesinde özellikle Trakya'nın iç kısımlarında Ergene Havzası'nda yetiştirilmektedir. Ayçiçeği üretimi açısından Türkiye toplam üretiminin %75'i bu bölgede yapılmaktadır. Son yıllarda Ergene Ovası, sanayi, evsel ve tarımsal kirlilik kaynakları sebebiyle önemli ölçüde kirlenmiştir. Bölgede ağırlıklı olarak tekstil endüstrisi, gıda ve kimya sanayi bulunmaktadır. Bu sanayi kollarının ortak özelliği de en çok çevre kirliliği meydana getiren endüstriler olmasıdır (Yörük 2008).

DSI IX Bölge müdürlüğü ve Çevre müdürlüğü kaynaklarına göre, Meriç-Ergene havzasında yer alan 2037 adet sanayi tesisinin %76'sı Tekirdağ, %12'si Kırklareli ve %12'si Edirne'de bulunmaktadır. Günümüzde Ergene Nehri'ne tabii debisinin en az üç katı sanayi atık suyu boşaltılmaktadır. Bugün Ergene bir nehir değil, bir atık su kanalı haline gelmiştir.

Ergene Havzası'nda günlük toplam 560 bin metreküp evsel ve endüstriyel atıksu ortaya çıkmaktadır (Anonim 2012).

Trakya bölgesinde çeşitli nedenlerle ortaya çıkan ve giderek artan toprak, su ve hava kirliliğinin bölgenin en önemli tarımsal ürünlerinden ayçiçeği üzerine etkilerinin araştırılması, açıklanması gerekmektedir. Sulara karışan atık ve atıkların içerdiği sanayi kaynaklı siyanür, bakır, cıva, kurşun, kadmiyum, arsenik vb. inorganik bileşikler, tarımsal uygulamalardan kaynaklanan kimyasal gübre atıkları, pestisit atıkları, deterjanlar doğal parçalanmaya dayanıklı maddelerdir (Şanlı 1984, Baysal 1989). Bu maddeler zamanla toprakta birikime neden olmaktadır. Topraktaki ağır metallerin en tehlikeli yanı, bitkilerin yapılarına girmeleri ve gıda zinciri olarak tanımlanan olay sonucunda zincirin üst halkasını oluşturan insan vücuduna ulaşmalarıdır (Çepel 1997).

Eser elementler aşırı miktarlarda bulduklarında toksik etkilere neden olabilir. Eser elementlerin uzun sürede ve fazla miktarda biyolojik birikimlerinin olması, canlı organizmaların kademeli zararları ile sonuçlanabilir (Dushenkov ve ark 1995). Bu durumun sonucu olarak, insan ve hayvan sağlığı ciddi şekilde tehdit altında kaldığı bilinmektedir. Atmosferde ve çevremizde bulunan ağır metaller zehirli ve kümülatif etkileri nedeniyle en önemli kirleticiler içerisinde yer almaktadır (Vural 1984). Bu yüzden eser elementlerin canlı organizmaya alınması, taşınması ve etkilerinin dikkatle izlenmesi gerekmektedir. *Brassica* ve *Helianthus annuus L.* gibi bitki türleri kirlenmiş su ve topraklardan, hem gövdelerinde, hem de köklerinde eser elementleri depolayabilmektedirler (Dushenkov ve ark. 1995).

Yoğunluğu 5 g/cm³'ten büyük olan veya atom ağırlığı 50 ve daha büyük olan elementlere ağır metaller denir. Ağır metallere örnek olarak; Bakır (Cu), Demir (Fe), Çinko (Zn), Kurşun (Pb), Cıva (Hg), Kobalt (Co), Krom (Cr), Nikel (Ni) ve Kadmiyum (Cd) verilebilir (Özdemir 1981).

Ağır metaller yer kabuğunda doğal olarak bulunan bileşiklerdir, bozulmaz ve yok edilemezler. Vücudumuza gıdalar, içme suyu ve hava yolu ile girmektedirler. İz elementler gibi bazı ağır metaller (örneğin bakır, selenyum, çinko) insan vücudunun metabolizmasını sürdürmek için gereklidirler. Bununla birlikte yüksek konsantrasyonlarda toksik olabilirler ve zehirlenmelere yol açabilirler. Ağır metaller biyobirikime yol açtığından oldukça tehlikeli maddelerdir. Endüstrinin gelişmesi çevreye ve canlı ekosistemlere ağır metal salınımını

artırmış, canlılar üzerinde olumsuz etkiler bırakmıştır. Biyobirikim, zaman içerisinde organizmalardaki kimyasal konsantrasyonun o kimyasalın doğadaki konsantrasyonuyla karşılaştırıldığında artması demektir (Anonim 2012).

Bu metallerin atık sulara aşırı birikimi insanoğlunun yaşam tarzı ve bölgedeki endüstriyel kuruluşlar gibi yerel faktörlere de bağlıdır. Atık su tesislerinden çeşitli biyolojik organizmaları kullanarak ağır metallerin arındırılması ve kontrolünün sağlanması beklenmektedir. Mikroorganizmalar gerektiğinde bu amaç için kullanılabilen canlılardır (Waara 1992, Ajmal ve ark. 1982).

Belli konsantrasyonlarda ağır metallerin bitkilerde, yüksek organizmalarda ve mikroorganizmalarda toksik etki yarattığı belirlenmiştir. Bu nedenle, ağır metallerin atık sulardaki varlıkları sadece büyük bir çevresel tehdit olarak görülmemektedir (Braam ve Klapwijk 1981, Madoni ve ark. 1996).

WHO ve FAO ile bu örgütlerin ortaklaşa kurmuş oldukları ve dünya standartlarını oluşturmaya yönelik çalışmaların yapıldığı Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC), kirleticiler üzerinde ısrarla durmakta ve bu konuda bir seri çalışmalar yapmaktadır (Saldamlı 1998). Ağır metaller geniş kullanım alanları nedeniyle en çok izlenen ve araştırılan kirleticiler arasında yer almaktadır. Üye ülkelerde ve dünya ticaretiyle ilgilenen diğer ülkelerde gıda ve yem maddelerinde kirletici düzeylerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Dabeka ve McKenzie 1992).

Ağır metaller biyolojik süreçlerde kullanılma şekillerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayanlar olarak ikiye ayrılırlar. Bir ağır metalin yaşamsal olup olmadığı organizmanın türüne göre değişebilmektedir. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir. Bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından düzenli olarak besin yoluyla alınmaları gereklidir. Örneğin Cu, hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve bir çok oksidasyon ve redüksiyon sürecinin vazgeçilmez parçasıdır (Biggerson ve ark. 1988).

Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilirler (Duffus ve Worth , 1996). Bir ağır metalin yaşamsal olup olmadığı dikkate alınan organizmaya da bağlıdır. Örneğin Ni,

bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz element olarak bulunması gerekir. Bazı sistemlerde ağır metallerin etki mekanizması konsantrasyona bağılı olarak değişir (Kahvecioğlu ve ark. 2003).

Ağır metaller konsantrasyon sınırını aştıkları zaman toksik olarak etki gösterirler. Ancak ağır metallerin canlı bünyelerindeki etkisi sadece konsantrasyonlarına bağılı olmayıp, canlı türüne ve metal iyonunun çeşidi ve yapısına bağılıdır (çözünürlük değeri, kimyasal yapısı, redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alınış şekli, çevrede bulunma sıklığı, lokal pH değeri vb). Bu nedenle sürekli tüketilen içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum ağır metal değerleri sınırlandırılmış ve resmi kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunlu kılınmıştır (Kahvecioğlu ve ark. 1998).

Ağır metaller bitkilerde depolanmakta ve enzimlerle birlikte pek çok yaşamsal faaliyeti düzenlemektedir. Bu nedenle ağır metallerin zehirleyici özelliklerinden dolayı ekosistemi kirletme etkileri insan sağlığını da tehlikeye sokmaktadır. Doğada bulunan ağır metallerin besin zincirine katılan canlıların bünyelerinde biyolojik olarak birikme eğiliminde olmaları ve zehirlilik etkilerinden dolayı bitki, hayvan ve insan yaşamı açısından büyük bir tehdit haline gelmektedir. Bu nedenle ağır metal içeren evsel ve endüstriyel atık sular boşaltılmadan önce arıtılmalıdır (Horsfall ve Spiff 2005).

Günümüzde gıda endüstrisinde yapılan çalışmalar tüketiciye sağlık açısından daha güvenli ve farklı özelliklerde, değişik ürünlerin sunumunu hedeflemektedir. Bununla birlikte farklı tekniklerle üretilen bu gıdalar yapılarında arzu edilmeyen ve çeşitli yollarla bulaşan bazı maddeleri de bulundurabilirler (Akın ve ark. 2003).

Yirminci yüzyılın başından itibaren endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin giderek artması ve buna bağılı olarak teknolojilerin gelişmesi çevre kirliliği ve dünya ekosistem dengesinin bozulması gibi bazı sorunları da beraberinde getirmekte ve dolayısıyla gıda maddelerinin gün geçtikçe artan bir biçimde kirlenmesine sebep olmaktadır (Şahan ve Başoğlu 2003).

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde ayçiçeği üretiminin %75'inin gerçekleştirildiği Trakya Bölgesinde 2012 ve 2013 üretim yıllarında toplam 28 ayrı alım noktasından numune alınarak bölgede üretilen ayçiçeği tohumlarında ağır metal ve mikro besin elementlerinin

araştırılmasının yapılmasıdır. Diğer yandan özellikle günden güne bölgede sayıları artan sanayi kuruluşlarına bağlı olarak Ayçiçek bitkisindeki ağır metal birikimi de belirlenmiş olacaktır. Numune alımı yapılan noktalar oldukça geniş düzeyde ele alındığı için aynı zamanda bölgede ayçiçeği tarımı yapılan yerler arasındaki (örneğin endüstrinin en yaygın olduğu bölge olan Ergene Nehri kıyısı ile endüstrinin çok az olduğu Kırklareli, Vize-Saray bölgesi gibi) kirlilik potansiyeli de belirlenmiş olacaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Türkiye’de ve Dünyada Ayçiçeği Üretimi

Tüketim alışkanlıklarının değişmesi, beslenme ve sağlık konularına olan ilginin yoğunlaşması insan beslenmesinde önemli yer tutan bitkisel yağlara olan talebi arttırmıştır. Ancak ülkemizde mevcut üretim, bitkisel yağ talebi dikkate alındığında yeterli değildir. Ayçiçeği ülkemizdeki en önemli yağ sanayinin ihtiyacını ve ülkemizin yağ talebini karşılayamamaktadır (Erdem 1999).

2.1.1. Dünya’da Ayçiçeği Üretimi

Dünya’da yağlı tohumlar arasında yer alan ayçiçeğinin, son yıllarda ekim alanı 25 milyon ha olup, üretimi 35 milyon ton, verimi 1424 kg/ha’dır. Türkiye’de ise ayçiçeğinin ekim alanı 577 bin ha olup, üretimi 992 bin ton, verimi 1716 kg/ha’dır (Anonim 2010a). Ülkemizde, Kahramanmaraş, Elazığ, Ankara, Balıkesir, Bursa, Uşak, Burdur, Yozgat, Kırşehir, Amasya, Çorum, Erzurum, Kayseri, Iğdır, Eskişehir, Tekirdağ ve Edirne illerinde ayçiçeği tarımı yapılmaktadır (Ergen ve Sağlam 2005).

Çizelge 2.1. Dünyada yıllara göre ayçiçeği ekiliş ve üretim miktarları (Anonim 2013)

Yıllar	Ekim Alanı (Milyon Ha)	Üretim (Milyon Ton)
2008	23,54	29,32
2009	24,72	34,70
2010	24,25	33,27
2011	23,92	33,57
2012	25,83	39,47
2013	25,80	36,31

Çizelge 2.1’de 2008-2013 yılları arası ekim alanı ve üretim miktarları verilmiştir. Çalışmada, son yılların verileri aktarılarak, dünya ayçiçeği üretimi hakkında bilgi aktarılmaya çalışılmıştır. Tarımsal üretim, büyük ölçüde doğal şartlara bağlıdır ve her yıl dünyadaki ekiliş alanı, üretimdeki artış ve azalışları daha iyi görebilmek için çizelge de değişimler ele alınmıştır. Son yıllardaki verilere bakılacak olursa, ekim alanı ve üretimde genelde bir artış

görülmektedir. Bu artışlar, dünyada nüfusun hızlı artışından, tüketim alışkanlıklarının değişmesinden, beslenme ve sağlık konularına olan ilginin yoğunlaşmasından kaynaklanmaktadır (Eken 2004).

Yıllar arasındaki üretim farklılıklarının nedenleri, hükümetlerin yürüttüğü fiyat politikaları ile ayçiçeği ve ham yağ ithal edilmesiyle üreticilerin başka karlı ürünlere yönelmesi olarak değerlendirilebilir (Erdem 1999).

Ayçiçeği üretimi bakımından dünyada önde gelen ülkeler Rusya, Ukrayna ve Arjantin olup bu ülkelerin dünya üretiminden aldıkları paylar sırasıyla %20, %18 ve %13'tür (Çizelge 2.2).

Bu üç ülke dünya üretiminin yaklaşık %51'ini gerçekleştirmektedir. Dünyada ayçiçeği üreticisi ülkeler arasında yer alan ülkemizin, dünya ayçiçeği üretiminden aldığı pay ise %3'tür. Türkiye'de ayçiçeği verimi dünya ortalamasının üzerinde yer almasına karşın Fransa'nın gerisinde kalmaktadır.

Çizelge 2.2. Dünya ayçiçeği üretiminde başlıca ülkeler ve üretim miktarları (Anonim 2013a)

<i>Ülkeler</i>	<i>Ekiliş(dekar)</i>	<i>Üretim(ton)</i>
Rusya	5980480	8700000
Ukrayna	4279400	8000000
Arjantin	2578236	3500000
Çin	1040000	1730000
Amerika	969640	1115000
Türkiye	577958	1100000
Hindistan	2050000	680000

Dünya ayçiçeği üretimi büyük ölçüde yağlık olup tohumluk üretimin payı toplam üretimin %3'ünü geçmemektedir.

2.1.2. Türkiye’de Ayçiçeği Üretimi

Türkiye’de tarımı yapılan yağlı tohumlu bitkiler grubunda; ayçiçeği, soya, susam, yer fıstığı, haşhaş, kanola, aspir ve pamuk çiğidi yer almaktadır. Ayçiçeği, yağlı tohumlu bitkiler içinde ekim alanı ve üretim miktarı bakımından birinci sırada yer almaktadır (Kızıloğlu 1992).

Ayçiçeği tarım alanının %73’ü Marmara’da, %12’si İç Anadolu Bölgesi’nde, %10’u Karadeniz Bölgesi’nde, %3’ü Ege Bölgesi’nde, %1’i Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yer almaktadır. Tekirdağ ve Edirne de il olarak üretim sıralamasında 1. sırada bulunmaktadır (Dölekoğlu 2003).

Türkiye’de 1965 yılına kadar ayçiçeği tarımı ve üretiminde fazla bir gelişme olmamıştır. 1970’li yıllarda diğer önemli yağ bitkilerinden kolzanın üretimden kalkması ve haşhaş ekimlerinin asgari düzeyde sınırlandırılması ayçiçeği tarımının ekonomik önemini arttırmıştır. Türkiye’de yağlı tohumlu bitki üretimi içerisinde ayçiçeğinin payı yaklaşık olarak %30’dur. Yağlı tohumlu bitkiler içerisinde en fazla ekim alanına ve üretime sahip olması, halkın genelde bitkisel yağ olarak ayçiçeğini tercih etmesi ve özellikle Trakya bölgesinde ekim nöbetinde temel bitki oluşu (buğday-ayçiçeği) ayçiçeğinin önemini daha da arttırmaktadır (Kaya ve ark. 2000).

Çizelge 2.3. Türkiye’de yıllara göre ayçiçeği ekiliş ve üretim miktarları (Anonim 2013b)

Yıllar	Ekiliş(dekar)	Üretim(ton)
2008	5800000	992000
2009	5840000	1057125
2010	6414000	1320000
2011	6557000	1335000
2012	6046160	1370000
2013	6097439	1523000

Çizelge 2.3’te Türkiye’de yetiştirilen ayçiçeğinin ekim alanı ve üretim miktarları verilmiştir. Özellikle son yıllarda ekim alanının sürekli arttığı ancak 2012 ve 2013 hasad yıllarında ekim alanlarının 2011 hasad yılına göre azalmasına rağmen üretim miktarının arttığı görülmektedir. Bu da bize verim miktarının artmış olduğunu göstermektedir (Anonim 2013b)

Çizelge 2.4. Türkiye'nin ayçiçeği yağı üretim miktarı (Anonim 2013b)

<u>Yıllar</u>	<u>Üretim (Ton)</u>
2008/2009	490000
2009/2010	596000
2010/2011	680000
2011/2012	707000
<u>2012/2013</u>	<u>708000</u>

Çizelge 2.4'te ayçiçeği yağı üretim miktarları verilmiştir. Yıllara göre ayçiçeği yağı üretimi sürekli bir artış göstermektedir. 2008 yılından itibaren ayçiçeği yağı üretiminde devamlı bir artış görülmektedir.

Ayçiçeği tohum üretiminin ülke ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmasından dolayı üretim açığı ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Ülkemizde üretilen ayçiçeği tohumunun %70'i yerli üretimde, %30'u ise ithalatla karşılanmaktadır (Eken 2004).

Türkiye yıllara ve dünya fiyatlarına da bağlı olarak son yıllarda ayçiçeği ithalatını Rusya, Ukrayna ve Arjantin'den yapmaktadır. Bu ülkelerdeki düşük pazar fiyatları sektör bazında ayçiçeği ithalatını özendirici unsurlar olmaktadır (Kaya ve ark. 2000).

Ülkemizde ayçiçeği tohumu ithalatının ihracattan daha fazladır. Bunun nedeni, piyasada hammadde sıkıntısı çekilmesini önlemek ve artan yağ fiyatlarını düşürmektir. Ayçiçeği tohum ithalatı 2000-2004 döneminde neredeyse yarı yarıya azalmıştır. Bu durum dünyada ayçiçeği tohumunun üretim ve veriminin azalmasından kaynaklanmaktadır (Ergen ve Sağlam 2005).

Türkiye'de, ayçiçeği yağ ithalatının ihracatından fazladır. İthalat artışında dünya piyahasındaki bitkisel yağ fiyatının düşük olması da önemli rol oynamaktadır. Ülkemiz ayçiçeği yağı ihracat ve ithalatında 1995-1999 ve 2000-2005 dönemlerinde bir düşüş görülmektedir. Bunun nedeni, dünya ve Türkiye'de ayçiçeği yağı üretiminin azalmasıdır (Kızıloğlu 1992).

2.2. Ayçiçeğinin Beslenmedeki Yeri ve Önemi

Ayçiçeği yüksek orandaki yağ miktarı nedeniyle, bitkisel ham yağ üretimi bakımından önemli bir yağ bitkisidir. Ayçiçeği yağı, içerdiği doymamış yağ asidi oranının yüksek olması nedeniyle, beslenme değeri en yüksek olan yağlardan birisidir (Anonim 1994).

Ayçiçeği çekirdeğinin yapısında karbonhidrat, protein, yağ, posa, mineral içerikleri ve fonksiyonel besinler bulunur. Karbonhidratların başlıca etkinliği enerji sağlamaktır, günlük enerjinin %55-60'ı karbonhidratlardan sağlanır. Proteinler vücudun yapıtaşı olmakla birlikte günlük enerjinin %10-15'ini sağlarlar. Ayçiçeği yağı ise az miktarda doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri ile B grubu vitaminlerinden tiamin (B1), riboflavin (B2), niasin ve folik asit bunun yanı sıra yağda eriyen vitaminlerden E vitamini içerir. Bunun yanı sıra % 40-45 oranında elde edilen küspesi % 30-40 oranında protein içermekte olup, değerli bir yem kaynağı olarak hayvan beslenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Arioğlu 2000).

Fonksiyonel besinler doğal olarak içerdikleri besin bileşenleri ile besleyici olduğu kadar, yapılarında bulunan spesifik fizyolojik aktif bileşenleri ile hastalıklardan korunmada etkili olabilen yaşam kalitesini yükselten besinler olarak tanımlanırlar. Ayçiçeğinde bulunan sterol esterleri bu fonksiyonel besinlerdendir. Steroller hayvan dokusundaki kolesterol benzeri moleküllerdir. Bunların doğal olarak hidrojenlenme sırasında esterleşmiş olanları bitkisel steroller olarak bilinir; başlıcaları sitosterol, kampesterol ve stigmosteroldür. Steroller antioksidan etkiye sahip, ayrıca tümör gelişimini engelleyici, toksik öğeleri etkisizleştirici, bağışık güçlendirici olup antimikrobiyal özellik gösterirler (Anonim 1991).

2.3. Ağır Metallerin Ayçiçeğine Bulaşması

Ayçiçeği veriminin artması çeşitli faktörlerle birlikte toprak ve suyun kalitesine de bağlıdır. Toprak ve suyun kalitesini bozan etmenlerden biri de ağır metallerdir. Ağır metallerin kök, gövde, fide büyümesi, çimlenme, fotosentez oranı, enzim aktiviteleri, protein sentezi, iyon alımı ve benzeri olayları önemli ölçüde olumsuz yönde etkilerinden dolayı bitkisel üretimde verim ve kalitenin azalmasına neden olmaktadır (Zengin ve Munzuroğlu 2006, Asri ve ark. 2007).

Atmosferde bulunan kirleticiler, çeşitli hava hareketleri ve diğer atmosferik olaylarla çok uzak mesafelere taşınmaktadır. Zamanla yeryüzüne çökerek çok geniş kara ve su alanlarının dolayısıyla bitkisel ve hayvansal kökenli besinlerin ve su ürünlerinin de kirlenmesine neden olmaktadır. Sulara karışan atık ve artıkların, içerdiği sanayi kaynaklı siyanür, bakır, cıva, kurşun, kadmiyum, arsenik vb. inorganik bileşikler, tarımsal uygulamalardan kaynaklanan kimyasal gübre atıkları, pestisit atıkları, deterjanlar, doğal parçalanmaya dayanıklı maddelerdir (Şanlı 1984, Baysal 1989).

Ağır metallere olan kadmiyum elementi, tarım topraklarında veya sulama suyunda bulunması ana materyal kaynaklı olacağı gibi endüstriyel faaliyetler, fosforlu gübreler ve atmosferik depozitler gibi insan faaliyetleri sonucu de bulaşabilmektedir (Asri ve ark. 2007).

Bakır elementi, yağlı tohumun yetiştiği topraktan, kullanılan gübre ve zirai ilaçlardan, yağın temas ettiği metalik ekipmanlardan bulaşabilmektedir. Bakır, yağların depolama süresini kısaltmakta, tat ve koku stabilitesini etkilemektedir (List ve ark. 1971, Nergiz ve Ünal 1986).

Demir elementi ise ham ayçiçeği yağlarında doğal olarak bulunduğu, bitkinin gelişimi süresince topraktan özümlediği ve yağa geçtiği (Karaali 1981), bu şekilde geçen demirin proteinlere, fosfolipidlere veya lipid ve lipid olmayan taşıyıcılara bağlı olarak bulunduğu (Evans ve ark. 1974) bilinmektedir. Doğal olarak bulunmasına rağmen, ilgili tebliğde (Tebliğ No 2002/63) “yenilebilir katı yağlar ve rafine yağlar” olarak ifade edilen grup için en yüksek 1,5 mg/kg düzeyinde bir sınırlama söz konusudur.

Çözücü ekstraksiyonu ile ayçiçeği tohumundan elde edilen yağlarda ağır metal varlığına rastlanmıştır. İllere göre farklı miktarlarda tespit edilen ağır metaller, topraktan alınarak bitkinin çeşitli organlarında depolanmaktadır.

Kapsamlı bir çok çalışmada, ağır metal kirlilik derecesine bağlı olarak bitkilerin kök, gövde, yaprak, tohum, kabuk vb. kısımlarında ağır metal birikiminin olduğu ifade edilmektedir. Yağlı tohum bitkilerinden bilhassa ayçiçeği, kolza, susam, yerfıstığı bitkilerinde yüksek konsantrasyonlarda ağır metal birikimleri görülmektedir. Çevre kirliliğinin yoğun olarak yaşandığı bölge kaynaklı, ayçiçeği tohumlarında, bitkinin kök, gövde, tabla ve yaprak kısımlarına oranla daha yüksek düzeyde bakır ve çinko içerdikleri belirlenmiştir (Şabudak ve

ark 2007). Ayçiçeği bitkisi için ağır metal birikim oranları yaprak>kök>gövde>tohum>kabuk olarak sıralanmıştır (Angelova ve ark. 2004). Cd, Cu, Pb ve Zn elementlerinin Trakya bölgesindeki dağılımının karayosunu ve liken örnekleri kullanılarak belirlendiği çalışmalarda en yüksek konsantrasyonlar bölgede endüstrileşme nüfus ve trafiğin yoğun olduğu yerlerde belirlenmiştir. İlave olarak bölgede yağışın en fazla olduğu kuzey kesimi ile tarımsal aktivitenin yüksek olduğu iç bölgelerde de bu elementlerin konsantrasyonları yüksek belirlenmiştir (Çayır 2005).

Son zamanlarda antropolojik faaliyetlerin büyük ölçüde artması, canlıyı, yapısının yabancı olduğu toksik metallerle karşı karşıya getirmiş ve bunların toksik etkileri canlı yapısında kendisini göstermeye başlamıştır. Metaller, bilinen en değerli maddeler arasındadır. İnsanoğlu bunları çok eski zamanlardan beri kullanmaktadır. Bazı metal bileşikleri de kullanılmaları gereği direkt çevreye yayılır ve çevreyi kirletir. Buna tipik örnekler bazı kurşun ve civa bileşiklerinin kullanılmasıdır. Fosil yakıtlardan da (kömür, petrol gibi) çevre dolaylı olarak önemli ölçüde kirlenir. Bilindiği gibi fosil yakıtlardan bazıları eser oranda olmak üzere kurşun ve civanın da içinde bulunduğu çok çeşitli metaller içerir. Bütün bunlara ilâve olarak, bazı metaller insan aktivitelerinin dışında doğal yollardan canlı bünyesine geçer, bazıları da canlı bünyesinde birikir. Biriken metaller idrar, dışkı ve çürümelerle tekrar doğaya döner. Kısacası metallerden bir kısmı cansız canlı arasında devamlı çevrim yapar. Metalik kirlenmelerin çoğu sularda toplanır. Sularda toplanma, sularda çözünme şeklinde olabileceği gibi, çözünmeden suların dibinde toplanma şeklinde de olabilir. Bu şekilde bir kirlenme şehir, endüstriyel ve zirai atıklarından ileri geldiği gibi, herhangi bir yolla atmosfere verilen metalik maddelerden de gelebilir. Atmosfere verilen metalik maddeler sonunda yeryüzüne dönerler ve akarsular vasıtasıyla su yataklarına sürüklenirler. Metalik kirlenmeler, organik kirlenmeler gibi kimyasal ve biyolojik yollarla parçalanamazlar. Olsa olsa, bir metal bileşiği bir başka bileşiğine dönüşür. Dönüşme ne olursa olsun, metal iyonu kaybolmaz. Bu dönüşmeler esnasında bazen bir metalin çok toksik ve suda çözünen bileşiği de meydana gelebilir (metil civa gibi). Bütün bunlara ilave olarak, metalik kirlenmeler konveksiyon, rüzgâr ve sular vasıtasıyla bir yerden bir başka yere sürüklenirler. Bu şekilde bir dağılmanın yararlı yönleri yanında (konsantrasyon azalması gibi) zararlı yönleri de vardır. Çünkü, hiç kirlenmemiş temiz bölgeler böylece kirlenmiş olur (Gündüz, 2004).

Yeryüzüne inen toksik metal bileşikleri nehir, yağmur ve kar sularıyla yeryüzü sularına (deniz, göl, gölet, baraj gibi) ulaştırıldığı gibi yağmur ve kar sularıyla topraktan

sızma suretiyle eser oranda da olsa yeraltı sularına da karışabilir. Bu nedenle bazen yeraltı suları da, çeşitli toksik metaller içerebilir. İçme suları da bu kaynaklardan temin edildiğinden, içlerinde çeşitli toksik metaller bulunabilir.

En önemli konulardan birisi de, toksik metallerin gıda yapısında birikmesidir. Birikme sonucu metallerin konsantrasyonları sudakinin ve havadakinin çok üstüne çıkabilir. Böyle büyük oranda toksik metal içeren bir gıdayı alan insan veya hayvan zehirlenebilir. Ayrıca insan vücudunun bazı toksik metalleri biriktirme özelliği de vardır. Örneğin, kurşunun insan vücudundaki yarılanma ömrü 1460, kadmiyumun ki 200, çinkonun ki ise 933 gündür (Gündüz 2004).

2.4. Bitki Beslenmesi İçin Gerekli Olan Elementler

Geçen yüzyıldan beri insan aktiviteleri tarafından topraklarda eser element miktarları artmıştır. Toprakta eser metal içerikleri hem endüstriyel ve hem de tarımsal operasyonların katkılarıyla artmıştır. Özellikle madenle ilgili endüstriyel ürünler metal kaynaklarıdır. Tarımda metal içeren maddelerin kullanımı ürün üretimini arttırmaktadır. Bitki büyümesi için kullanılan elementlerden Cu, Zn, Fe, Mn ve B bitkiler için gerekli elementlerdir ve bu elementler bitkilerde eksiklikleri gidermektedir (Fageria ve ark. 2002).

Değişik bitki organlarındaki elementlerin sayısı oldukça fazladır. Yapılan çalışmalarda bitkinin değişik organları içerisinde 60 farklı elementin varlığı tespit edilmiştir. Ancak bitki bünyesinde bulunan bu denli çok sayıdaki elementin, sadece 16 tanesi bitki gelişmesi için mutlak gerekli elementlerdir (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl). Bunun dışında diğer birkaç elementin de (Al, Na, Si, v.s.) mutlak gerekli elementler arasında yer alması gerektiği de ileri sürülmekte ise de, bu konuda kesin bir fikir birliği mevcut değildir. Mutlak gerekli olan bitki besin elementleri dışındaki diğer elementlerin, bitki içerisindeki fonksiyonlarının ne olduğu kesin olarak bilinmemektedir (Sağlam ve ark. 1993).

Bitki gelişmesi için mutlak gerekli olan elementlerin ilk 9 tanesi “Makro Elementler” olarak, diğer 7 tanesi ise “Mikro Elementler” olarak isimlendirilirler. Makro ve mikro kavramları, bu elementlerden bazılarının daha çok önemli olduğu biçiminde yorumlanmaktadır. Bu elementlerin tümü bitki gelişmesi için mutlak gerekli elementlerdir. Ancak bunlardan bir kısmı fazla miktarda, bir kısmı ise az miktarda kullanılır. Bunlardan

hangisi olursa olsun, bitki tarafından yeterince alınmadığı takdirde ürünün miktar ve kalitesi olumsuz yönde etkilenir (Sağlam ve ark. 1993).

Bitkiler karbonu, CO₂ şeklinde atmosferden ve toprak parçacıkları arasındaki toprak havasından alırlar. Oksijen ve hidrojen H₂O şeklinde alındığı gibi, atmosferden su buharı şeklinde de alınabilmektedir. Bunlar dışında bulunan toprak besin elementleri toprak çözeltisinde çözülmüş formda bulunabilecekleri gibi, toprağın adsorpsiyon kompleksleri üzerinde adsorbe edilmiş durumda olabilirler. Her iki durumdaki besin elementlerinden de bitkiler yararlanabilirler (Sağlam ve ark. 1993).

Topraklarda bulunan eser element konsantrasyonu oldukça düşüktür (mg/kg veya daha az). Cu, Zn, Mn, Fe, Mo ve B elementleri bitki büyümesi için gerekli olan elementlerdir ve mikro elementler olarak isimlendirilir. Bor hariç bu elementler aynı zamanda ağır metallerdir ve bunların yüksek konsantrasyonları bitkiler için toksiktir. Co, Se gibi diğer bazı eser elementler bitki büyümesi için gerekli değildir fakat bu elementler insan ve hayvanlar için gereklidir. Cd, Pb, Cr, Ni, Hg ve As gibi diğer bazı eser elementler ise yaşayan organizmalara toksik etki ederler ve genelde kirletici olarak isimlendirilirler (Webber 1981).

2.4.1. Makro Elementler

Bitkiler tarafından topraktan alınan 13 elementten altısı diğerlerine göre daha fazla kullanılmaktadır. Bu elementler; N, P, K, Ca, Mg ve S. Bitki tarafından fazla miktarda kullanıldıklarından, bu elementler makro elementler olarak isimlendirilmişlerdir. Bu elementlerin toprakta yeterli düzeyde olmamaları, yavaş biçimde elverişli olmaları ve diğer besin elementleri ile dengeli olmamaları gibi durumlarda bitki büyümesi yavaşlar. Bazı hallerde, sayılan bu olumsuz üç koşul birlikte bitkiyi etkileyebilir. Bu olay, özellikle azot için sık sık görülür (Sağlam ve ark. 1993).

N, P ve K genellikle gübreler yoluyla sağlandığından, bu elementlere gübre elementleri denir. Benzer şekilde Ca ve Mg kireç ile toprağa karıştırıldığından bu elementlere de kireç elementleri adı verilir. S toprağa çok değişik yollardan girebilir. Sulama suları bir miktar kükürt içerebilir. Bunun dışında çiftlik gübresi, süperfosfat ve amonyumfosfat gibi gübreler önemli miktarda kükürt içerirler. Genellikle bu gübreler ile toprağa giren kükürt yeterli olmakla beraber, kükürt ilavesi yapılır (Sağlam ve ark. 1993).

2.4.2. Mikro Besin Elementleri

Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo ve Cl bitkiler tarafından çok az miktarlarda kullanılan besin elementleridir. Bu nedenle bunlara mikro, minör veya eser elementler adı verilir. Bu elementlerin çok az miktarda kullanılmaları, daha az önemli oldukları şeklinde yorumlanmamalıdır. Mikro elementlerde, makro elementler kadar gerekli ve önemlidir (Sağlam ve ark. 1993).

Fe ve Mn hariç, çoğu topraklar yeterli miktarda mikro element içerirler. Ancak bunların bitkilere olan elverişliliği genellikle çok düşüktür. Az miktarda alınsa dahi, uzun yıllar yapılan yoğun tarım faaliyeti sonunda, bu elementlerin topraktaki miktarlarında önemli bir azalma olabilir. Bu gibi mikro element noksanlığının sorun olduğu üç tür toprak mevcuttur. Bunlar; kumlu topraklar, organik topraklar ve kuvvetli alkalın topraklardır. Bunun sebebi, kumlu topraklar ile organik topraklarda az miktarda mikro element bulunması ve kuvvetli alkalın koşullarda ise, bu elementlerin çoğunun elverişliliğinin düşük olmasıdır (Sağlam ve ark. 1993).

2.4.3. Eser Element Analizlerinde Örnekleme ve Örnek Hazırlama

Örnekleme, tüm analizlerde olduğu gibi biyolojik maddelerin analizlerinin doğruluğunda da en önemli adımdır. Doğru olmayan örnekler üzerinde yapılan duyarlı analitik ölçümler sadece zaman kaybıdır. Örneğin, örnek alınmasındaki hata ± 10 ppt (binde) ise ve tayinde kullanılan yöntem de ± 10 ppb (milyarda) ise elde edilen sonuçların duyarlılığı ± 10 ppt'den fazla değildir. Örneğin seçilmesi, kirlilikler, örnek miktarı, örnekleme zamanı, bazı ön işlemler bu adımda önem kazanmaktadır. Örnekler alındıktan sonra homojenize edilmeli ve uygun koşullarda saklanmalıdır. Eser element analizlerinde kontaminasyon son derece önemlidir. Numunenin kontaminasyonu (tayin elementince kirlenmesi) veya tayin elementinin kaybı ihtimali nedeniyle, örneklere analiz öncesi uygulanacak her türlü işlem özenle yapılmalıdır. Çoğu örnekte, analiz edilecek metal eser seviyede bulunduğundan küçük miktarlardaki kontaminasyon bile bu eser bileşenlerin konsantrasyonunu önemli ölçüde değiştirir. Aynı şekilde adsorpsiyon, çökme gibi yollarla birkaç mikrogram element kaybı bile, çok ciddi yanlışlıklara neden olur. Bütün kaplar, titizlikle temizlenmiş olsalar bile, potansiyel kontaminasyon kaynağıdır. Laboratuvar kaplarının yapımında cam, kuartz, platin, polietilen, polipropilen ve teflon kullanılmaktadır. Kap yapım malzemesinin seçimi son

derece önemlidir. Robertson (1968), eser analizlerde kullanılan bazıkimyasal reaktiflerde ve analizlerde kullanılan kaplardaki eser safsızlıklarla ilgili bazı çalışmalar yapmıştır. Araştırmacı, eser analizler için bu materyallerin azalan kullanılabilirlik sırasını şu şekilde vermiştir.

Teflon>polipropilen>polietilen>kuartz>platin>cam

Bu tür kontaminasyonlar, kap içinde birkaç gün tutulan destile suyun analizi ile anlaşılabilir. pH tayininde pH-metre kullanılıyorsa, örneğe daldırılacak hidrojen elektrot çok iyi temizlenmeli ve örnek içinde mümkün olduğu kadar kısa süre tutulup pH ölçümleri ve ayarlamalar hızla yapılmalıdır. Örnek ve standartlara pH kağıtları ve indikatörler katılmamalıdır. Bunları kullanmak gerekiyorsa, bir miktar örnek çekilmeli ve test edildikten sonra atılmalıdır. Kayıpların en önemli sebeplerinden biri tayin elementlerinin örnek çözeltilerinin kullanılan kapların çeperlerine adsorpsiyonudur (Sendal ve Onishi 1978).

Bu durum yüksek konsantrasyonlarda bile ortaya çıkar, ancak eser seviyede çok daha önemlidir. Çoğu metalin nötral çökeltisi kararlı değildir ve hidroliz olur. Asidik çözeltilerde silisik asit çöker. Seyreltik çözeltilerdeki çökelti genellikle teşhis edilemez ve kabın çeperlerine yapışır. Çok seyreltik çözeltiler asitlendirilseler bile uzun süre kararlı kalamazlar. Bu durum referans çözeltilerin kullanımında dikkat edilmesi gereken bir konudur. Örneğin cam kaplarda saklanan nötral kurşun çözeltilerinde bir saat içinde %50 kayıp olabilmektedir (Issaq ve Zilenski 1974).

Kalsiyum ve magnezyum için de benzer etkiler sunulmuştur. Kayıplar, seyreltik örnekleri hidroklorik asit veya nitrik asitle asitlendirerek, en azından bir kaç saat için, kontrol edilebilir. Stok standartlar yüksek konsantrasyonda (100mg/L, gibi) olacak şekilde hazırlanmalıdır. Çalışma standartları, özellikle 1mg/L'den daha seyreltikler, günlük hazırlanmalıdır (Majer ve Khalil 1981).

Adsorpsiyon, adsorbe eden yüzey alanı ile orantılı olduğundan, bu yüzeyin mümkün olduğunca küçük tutulması gerekir. Süzgeç kağıtları, çok büyük bir yüzey alanına sahip olmaları nedeniyle, eser elementlerin adsorpsiyon kayıplarına ilaveten kontaminasyona da neden olabilir (Robertson 1972).

Eser element analizlerinde tüm reaktifler, su ve asitler dahil, tayin elementince kontrol edilmelidir. Analitik saflıktaki bazı reaktifler dahi önemli miktarda yabancı madde içerir. Bu reaktifler numuneye ilave edildiğinde, önemli miktarda tayin elementi de ortama girebilir. Nitrik asit, özellikle uzun süre saklandığında krom içerir. Eser elementlerin ekstraksiyonu yapılacaksa, şelatlayıcılar eser element bakımından kontrol edilmelidir. Şelat yapıcı reaktiflerin metallere karşı afinitesi yüksek olup, bunları temizlemek zor olabilir. Yukarıdaki elementler dışında laboratuvar ortamı ve çevredeki toz diğer potansiyel kontaminasyon sebeplerindedir. Analiz elementinin konsantrasyonu azaldıkça sistematik hatalar hızla artar. Özellikle $\mu\text{g/L}$ seviyesinde ve daha düşük konsantrasyonlarda sistematik hata çok önemlidir. Eğer eser analizlere ortamın etkisi yoksa ve eser elementlerin ortamdaki konsantrasyonu kullanılacak yönteme göre yeterince yüksekse, böyle ortamlar uygun analiz ortamlarıdır.

2.4.4. Eser Element Analizlerinde Çözünürleştirme Teknikleri

Katı örneklerin çözünürleştirilmesi pek çok analitiksel metodun önemli bir kısmıdır. Elektrotermal atomizasyon gibi bazı analitiksel metotlar direkt katı örneklere uygulanabilir ve ölçümden önce örneklerin çözünürleştirilmesi gerekmez. Oysa çoğu analitiksel metot (AAS, ICP, AES v.b.) ki bunlar hayli yüksek duyarlıktaki metotlardır ve örneğin çözelti formunu gerektirir. Elementin zenginleştirilmesi ve kimyasal ayırmalar da ölçüm kalitesini arttırmak için gereklidir. Aşağıda, organik ve inorganik örneklerin farklı çözünürleştirme metotları gösterilmektedir. En eski ve hala çok sık kullanılan teknik, açık sistemlerde yaş çözünürleştirmedir. Yaş çözünürleştirme kapalı sistemlerde de kullanılır. İdeal olarak eser element analizlerinde, örnek tamamen çözünmelidir. Çoğu inorganik madde, çözünürleştirme işlemlerinde bazı elementler uçucu hale gelseler de, asit veya asit karışımlarında çözünürleştirilirler. Kuartz, silika gibi pek çok mineral ve maden cevheri asitlerle çözünmezler, eritilerek çözeltiye alınırlar. Eritme işleminin reaktif ve eritme kaplarından kaynaklanan yüksek kör değerlerinden dolayı eser element analizlerinde kullanışlılığı fazla değildir (Vandecasteele ve Block 1993).

2.4.4.1. Eser element analizleri için çözünürleştirme metotları

A) Yaş çözünürleştirme

- 1) Açık sistemlerde
- 2) Kapalı sistemlerde
 - a) Konvensiyonel ısıtıcı ile
 - b) Mikrodalga ile

B) Yakma

- 1) Açık sistemlerde
 - a) Kuru külleme
 - b) Düşük sıcaklıkta külleme
- 2) Kapalı sistemlerde
 - a) Yakma tüpü
- 3) Dinamik sistemlerde

C) Eritme

(Vandecasteele ve Block 1993).

2.4.5. Eser Elementlerde Mikrodalga Çözünürleştirmeler

Asit çözünürleştirme örnek 100-500 psi basınç ve 50-180°C sıcaklıkta nitrik asit veya hidroklorik asitle çözünürleştirilir. Çözünürleştirme işlemleri ile örnekler daha basit yapılara ayrılırlar. Bu çözünürleştirme tekniği Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre’de veya İndüktif Eşleşmiş Plazma’da eser metal analizi için sıklıkla kullanılır. Mikrodalga çözünürleştirme özel yapılmış kaplarda asitlendirilmiş örnek belirli bir basınç ve sıcaklıkta kontrollü olarak çözünürleştirilir. Kapalı veya açık sistem çözünürleştirme yöntemleri uygulanabilmektedir. Yüksek basınçlı işlemler biyolojik ve organik örneklere uygulanmakta, daha düşük basınçlı işlemler ise yağ analizlerinde, çevresel analizlerde ve katalizör analizlerinde kullanılmaktadır (Skoog ve ark. 1996).

2.4.5.1. Tarihsel Gelişim

1975’de mikrodalgalar hızlı ısıtma kaynağı olarak açık sistem-yaş çözünürleştirme işlemleri için kullanıldı. Erlenmayer içindeki asitlendirilmiş örneklerin biyolojik matriksleri 5-10 dakikadan 1-2 saatte kadar mikrodalgalarla bozunuyordu. Bu işlem yeni örnek hazırlama

tekniklerinin araştırılmasını ve geliştirilmesini sağladı. İlk araştırmacılar cam ve teflon kapları kullanarak mikrodalga fırında örnekleri asidin kaynama noktasına kadar ısıtarak çözünürleştirme işlemini gerçekleştiriyorlardı. 1980’de araştırmacılar tepkimenin hızını arttırmak ve çözünürleştirme zamanını kısaltmak için özel olarak tasarlanmış kapalı kapları kullanarak reaksiyon sıcaklığını asidin atmosferik kaynama noktasının üzerine çıkardılar. Kapalı sistem mikrodalga kapları teflon ve polikarbonattan yapılmıştı ve özel olarak mikrodalga fırın için geliştirilmemişti. Kapalı sistem mikrodalga sisteminde reaksiyonun hızı ve çözünürleştirme süresini ayarlamak için sıcaklık ve basınç gösterimine dalgaboyu parametresi de eklendi. 1985’de ilk mikrodalga fırın kullanıma sunuldu. İlk olarak güvenlik özellikleri eklenerek ev kullanımı için geliştirildi. Daha sonra asit ve elektriksel etkilere karşı izolasyon ve havalandırma sistemi eklendi. Mikrodalga fırınların kullanılmaya başlanmasıyla birçok şirket mikrodalga homojen yayını ve kontrolü için, en önemlisi de güvenliliği için, araştırmalarını sürdürdü. 1986’da tamamen laboratuvar kullanımı için tasarlanmış mikrodalga sistem tanıtıldı. Daha önceki fırınlarda kullanılan mikrodalga boşluktan farklı olarak tek bir kap direkt mikrodalgaya maruz bırakılıyordu. Kaplar kuartz veya teflondan yapılmıştı. Kaplar açık olduğunda bazı uçucu elementler kaybolabiliyordu. Bazı araştırmacılar sıcaklık ve basıncı mikrodalga odası içinde kontrol etmek amacıyla modifikasyon çalışmaları yaptılar. Basınç ve sıcaklığın kontrolü çözünürleştirme işleminin de kontrolünü sağladı ve bu yenilikler mikrodalga çözünürleştirmenin örnek hazırlama için kullanımını geliştirdi. Ticari amaçlı olarak 1989’da basınç kontrollü, 1992’de sıcaklık kontrollü mikrodalga fırınlara örnek hazırlamada kullanım izni verildi. Mikrodalga kapalı sistem kapları için ilk olarak teflondan ve 7 atm gibi düşük basınçlara dayanan kaplar üretildi. Bu basınç sınırı kapların kullanılma miktarı ile azalabiliyordu. Mikrodalga fırında sonraki gelişme ceketli kaplardı. Teflondan yapılan bu kaplar polietermit kaplıydı ve 60-110 atm basınca kadar dayanabiliyorlardı (Kingston 1998).

Günümüzde ise günlerce sürebilecek çözünürleştirme işlemleri sadece 10-15 dakika gibi kısa sürede yapılabilir hale gelmiştir. Mikrodalga çözünürleştirme yöntemi diğer yöntemlere göre oldukça hızlı ve daha doğru sonuçların alınmasını sağlamaktadır (Anonim 2011).

Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre, İndüktif Eşleşmiş Plazma, İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrofotometre ve diğer yöntemlerle yapılacak analizlerde mikrodalga fırınlarda hazırlanan örneklerle hızlı, doğruluğu ve tekrarlanabilirliği yüksek sonuçlar

alınabilmektedir. Yeni sistemlerde basınca dayanıklı 36 kap aynı anda kullanılabilen, 300-600 W arası güç uygulanabilmekte, sıcaklık 300°C'ye kadar, basınç ise 1500 psi'ye kadar ulaşabilmektedir.

2.4.5.2. Çözünürleştirmede Kullanılan Asitler

Nitrik Asit: Nitrik asit birçok metali yükseltgeyebilen bir asittir. 2M derişimin altında yükseltgeme gücü zayıftır. Ancak yükseltgeme gücü klorat, permanganat, hidrojen peroksit ve brom katılmasıyla veya basınç ve sıcaklık yükselttilerek arttırılabilir. Nitrik asit altın ve platini yükseltgeyemezken, bazı metallerde de pasifleşirler. Bu metaller asit karışımları ile yükseltgenebilir.

Hidroklorik Asit: Yükseltgeyici değildir. Metal karbonatlar, peroksitler ve alkali hidroksitler hidroklorik asitle çözülebilir. Altın, kadmiyum, demir ve kalay gibi bazı metaller hidroklorik asitle çözülebilir ancak başka asitlerle çözünürlükleri arttırılabilir. Genellikle nitrik asit kullanılır.

Hidroflorik Asit: HF silikatları çözebilen birkaç asitten biri olduğu için daha çok inorganik örnekleri çözmede kullanılır. Çözücü gücünü arttırmak için nitrik asit gibi başka asitlerle karıştırılır.

Sülfirik Asit: Seyreltik sülfirik asidin yükseltgeme gücü olmasa da derişik halde bazı bileşikleri çözebilmektedir. Kaynama noktası; 339°C olan % 98,7'lik sülfirik asit teflon kapların yüzeyinde korozyona neden olduğu için daha çok kuartz kaplarla çalışma tercih edilir. Sülfirik asit de diğer asitlerle beraber kullanılır. Daha çok perklorik asit ve hidrojen peroksit tercih edilir.

Perklorik Asit: Seyreltik perklorik asidin sıcak veya soğukta yükseltgeme gücü yoktur. % 60-72'lik perklorik asit ise sadece sıcakta yükseltgeyicidir. Organik maddeleri ve bazı alaşımları çözebilir. Bazı organik matrikslerle hızlı tepkime verir hatta patlayıcı olabilir. Bu nedenle genelde nitrik asitle karıştırılarak kullanılır ve organik maddelerin kontrollü çözünürleştirilmeleri sağlanır. Karışımdaki nitrik asit düşük sıcaklıkta yükseltgeme yapabilir. Sıcaklık çok artarsa perklorik asit nitrik asidin çözünürleştirme gücünü azaltabilir. Ayrıca bazı

metallerin susuz perklorat tuzları patlayıcıdır. Perklorik asidin organik maddeleri kapalı sistemde çözünürleştirmede patlama riski vardır.

Hidrojen Peroksit: Genelde %30'luk hidrojen peroksit çözünürleştirme için yeterlidir. Hidrojen peroksit yüksek derişimde tek başına birçok organik bileşikle patlayıcı reaksiyon verir. Hidrojen peroksit, oksitleme gücünü arttırmak için genelde başka asitlerle karıştırılarak kullanılır. Sülfürik asitle kombinasyonu olan monoperoksosülfürik asit çok güçlü bir yükseltgeyicidir. Bu nedenlerle hidrojen peroksit çözünürleştirme işlemlerinde en çok tercih edilen asittir. Perklorik asit kullanımındaki gibi mikrodalga kapalıbozundurma işlemlerinde patlama riski vardır.

2.4.5.3. Eser Element Analizlerinde Çözünürleştirme Metotlarında Sistemik Hatalar

Analiz sonuçlarındaki anormal yüksek değerler, havadaki tozlar, reaktif blankları ve kap malzemelerinden kaynaklanan kontaminasyonların sonucu olabilir. Hata çalışmalarında, blank değerleri sonuçlardan çıkarılarak düzeltme yapılabilir. Yüksek blank değerlerinin nedenleri, tekrarlanabilirlik etkileri ve analizin tayin sınırıdır.

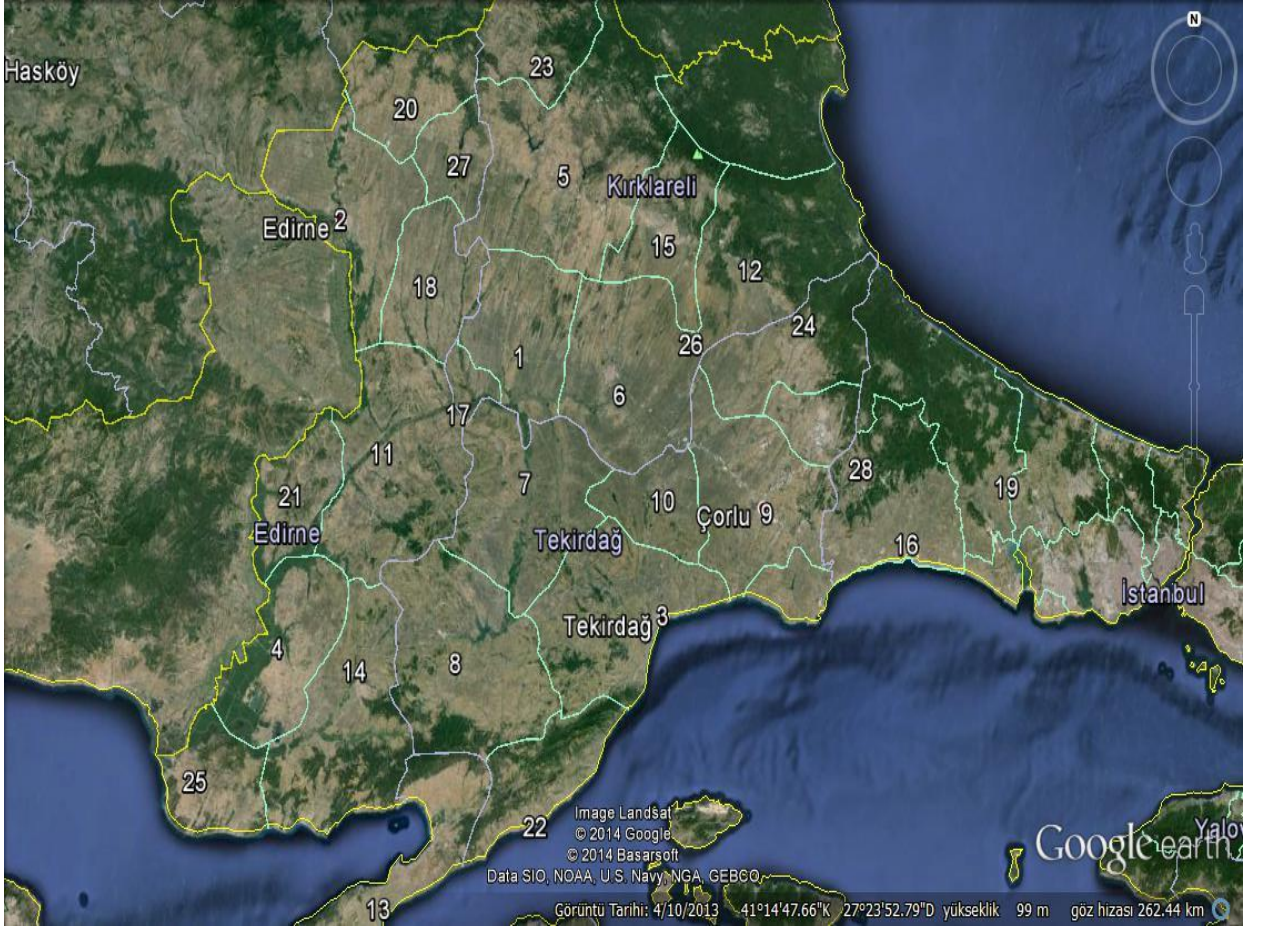
3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Trakya Bölgesinin, özellikle Ergene Havzasında yetiştirilen ayçiçeklerinin ağır metal ve mikro besin elementlerinin yıllara ve bölgelere göre değişimini belirleyebilmek için, analiz edilen örnekler mümkün olduğunca karakteristik bölgelerden seçildi. Bu amaçla 28 ana istasyona bağlı 79 ara istasyondan (alım noktaları) 2012 ve 2013 hasad yıllarında, toplam 158 adet ayçiçeği tohum örneği alındı. Örneklemede, paralel örnekler alınarak hatanın en aza indirgenmesine çalışıldı. Ayçiçeği tohumu örneklerinin alındığı ana istasyon ve buna olarak belirlenen ara istasyonlar Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Ayçiçeği Tohumu Örneklerinin Alındığı Alım Noktaları ve Ana İstasyonlar

No	Alım Noktaları	Ana İstasyonlar	No	Alım Noktaları	Ana İstasyonlar
1	Pancarköy	Babaeski	10	Merkez	Muratlı
	Merkez			Arzulu	
	Karahalil		11	Hamidiye	Uzunköprü
	Eriklyurdu			Çöpköy	
	Ertuğrul			Değirmenköy	
2	Kırkpınar	Edirne	12	Hasboğa	Vize
	Musabeyli		13	Merkez	Gelibolu
	Kemalköy			Evreşe	
	Büyükdöllük			Güneyli	
3	Karacakılavuz	Tekirdağ	14	Merkez	Keşan
	Kaşıkçı			Paşayığit	
	Banarlı			Kılıçköy	
	İnecik			Çeltik	
	Yağcı		15	Barağı	Pınarhisar
	Yenice			Merkez	
4	Merkez	İpsala	16	Cevizköy	Silivri
	Kocahıdır			Fener	
	İbriktepe		Çanta		
5	Merkez	Kırklareli	17	Merkez	Pehlivan köyü
	İnce			Bıldırköyü	
	Kızılcıkdere		18	Merkez	Havsa
6	Merkez	Lüleburgaz		Hasköy	
	Alacaoğlu		Oğulpaşa		
	Çiftlikköy		19	Merkez	Çatalca
	Karaağaç			Babanakkaş	
	Hamitabat		20	Merkez	Lalapaşa
7	Merkez	Hayrabolu	21	Çömlekakpınar	Meriç
	Büyükkararlı			Merkez	
	Örey		22	Merkez	Şarköy
	Çene		23	Merkez	Kofçaz
8	Merkez	Malkara	24	Merkez	Saray
	Ballı			Beyazköy	
	Şahin		25	Merkez	Enez
	Yörük			Hasköy	
	Kozyörük			Merkez	
9	Merkez	Çorlu	26	Evrensekiz	Ahmetbey
	Velimeşe			Sakızköy	
	Misinli		27	Merkez	Süloğlu
	Yeniçiftlik		28	Yanıkagıl	Çerkezköy
	Ulaş				



Şekil 3.1. Araştırma Sahasının Yürütüldüğü Bölge

3.2. Çalışma Sahası

3.2.1. Bölgenin Genel Özellikleri ve Yeryüzü Şekilleri

Marmara Bölgesi ülkemizin kuzeybatı köşesinde yer alıp, ülke yüz ölçümünün %8,5'i ile 6. büyük bölgedir. Yaklaşık olarak 66000 km² alan kaplar. Karadeniz, Marmara ve Ege olmak üzere üç denize komşudur.

Türkiye'nin yüksekliği en az olan bölgesidir. Marmara Bölgesi'nin en önemli düzlükleri Trakya'daki Ergene Havzası, Anadolu yakasındaki Sakarya ile Güneyindeki geniş plato alanlarıdır.

Türkiye'de bölge yüz ölçümüne göre ekili-dikili alanların en fazla olduğu bölge Marmara Bölgesi'dir. Buna yol açan faktör arazinin fazla engebeli olmaması, düzlüklerin geniş yer kaplaması ve makineli tarımın yaygın olmasıdır. Bölgede tarımın gelişmesinde ulaşım kolaylığı, sulamanın yaygınlığı, tüketici nüfusun fazla olması rol oynar.

Bölgede aynı anda 3 değişik iklim tipinin görülmesi, tarım ürünü çeşitliliğini arttırmıştır. Marmara Bölgesi'ndeki ekili dikili alanlarının oranının fazla olmasına karşın, bölgenin nüfusunun fazla olması diğer bölgelerden tarım ürünü almasına neden olmuştur.

3.2.2. İklim

Bölge, Akdeniz iklimi, Karadeniz iklimi ve karasal iklim arasında geçiş alanıdır. Ergene Bölümü dışında, bölgede bozulmuş Akdeniz iklimi görülür. Karadeniz ikliminin ve enlemin etkisine bağlı yaz kuraklığı Akdeniz Bölgesi'ne göre daha azdır. Kışın kar yağışı olağandır. Ergene Bölümü'nde ise karasal iklim özellikleri görülür. Bölgenin kış mevsiminde en soğuk bölümü burasıdır. Bu çeşitli iklim tiplerinin görülmesi bitki örtüsünün ve tarım ürünlerinin çeşitlenmesine yol açmıştır. Bölgenin ılıman ve karasal iklim koşulları ayçiçeği yetişmesinde oldukça olumlu bir etkiye sahiptir. Ayçiçeğinin toplam sıcaklık isteği oldukça yüksektir. Ekstrem çevre koşullarına dayanıklıdır.

Ayçiçeği bitkisi, yetiştirme süresi boyunca ışık yoğunluğunun yüksek olmasını ister. Güneşlenme süresi % 40 azaldığında verim % 64 seviyelerine düşer. Özellikle çiçeklenme ve

tohum oluşum dönemlerinde yeterli işık olmaz ise verim önemli miktarda azalır bu nedenle, bulutlu ve az güneşli hava koşullarından hoşlanmaz.

Bitki ilk çıkış döneminden (kotiledon yaprak) 6-8 yapraklı döneme kadar kısa süreli dşuk sıcaklığa (-5°C 'ye kadar) dayanabilmektedir. Bitkinin soğuğa karşı direnci 6-8 yapraklı döneme doğru gidildikçe kademeli olarak azalmaktadır. 6-8 yapraklı dönemden sonraki dşuk sıcaklıklardan zarar görür (saplarda kırılma v.s.). Kök sistemi iyi gelişmiş olduğundan ve iki metre derinliğe kadar inebildiğinden derindeki suyu kullanabilir ve bu nedenle kuraklığa dayanıklıdır. Ayrıca toprak yüzeyine yakın kısımlarda çok yoğun bir dallanma özelliği gösteren köklere sahiptir. Sulamadan yetiştirilebilmesi için yıllık 700-750 mm, mevsimlik 400 mm yağışa ihtiyaç gösterir.

3.3. Metod

2012 ve 2013 hasad yıllarında alım noktalarında ortalama 1 kg. kadar ayçiçeği tohum rneği alınmıştır. Alınan örneklerden, 250'şer gr.'lık kapaklı plastik (hava geçirmez) kaplara tüm numneyi temsil edecek şekilde örnekler ayrılmış ve laboratuvar şartlarında 20°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir.

Numune, mikrodalga fırında nitrik asit ve hidrojen peroksit ile yaş olarak yakılır. Numune zeltisi ultra saf su ile seyreltilir ve metal konsantrasyonu İCP-OES cihazı ile belirlenir (NMKL 161).

3.3.1. Alet ve Ekipman

Tüm plastik malzemeler dikkatlice temizlendi, çalışılan bütün tüpler ve balonlar metal bulaşmasından korunmak için ultrasonik su banyosunda saf su ile yıkanarak temizlenmiş ve $1/10$ 'luk nitrik asit çözeltisi ile çalkalanmıştır.

3.3.1.1. Ultra Saf Su Cihazı

Tüm rnekler ve standartlar, Human Corporation Marka, New Human Power I model ultra saf su cihazından alınan ultra saf su ile seyreltilerek kullanılmıştır.

3.3.1.2. Mikrodalga Fırın

Berghof marka Speedwave model mikro dalga yakma fırın ile örnekler yaş yakma yapılarak çözünürleştirilmiştir. Mikrodalga kapları (DAP-100 yakma vesselleri) kapaklı sistemler olup, teflondan üretilmiş ve yüksek sıcaklık, basınca dayanıklıdır.

Çizelge 3.2. Mikrodalga Fırın (yağlı tohum) Yakma Programı

Adım	Sıcaklık (°C)	Basınç (bar)	Artış(°C/t)	Zaman (dk.)	Güç
1	160	60	5	15	80
2	180	60	10	10	80
3	200	60	10	10	80
4	220	60	10	10	80
5	50	0	0	0	0

3.3.1.3. ICP-OES Cihazı

Örneklerin eser element ölçümleri Perkin Elmer 7000 DV model İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresiyle (ICP-OES) yapıldı.

Çizelge 3.3. ICP-OES ölçümlerinde çalışılan dalga boyları

No	Element	Dalga Boyu (nm)
1	Sb	206,836
2	Mn	257,610
3	Pb	220,353
4	Ni	231,604
5	Fe	238,204
6	Zn	206,200
7	Mg	285,213
8	P	213,617
9	K	766,940
10	Cd	228,802
11	Cu	327,393
12	Ca	317,933
13	As	193,696

3.3.1.4 Kullanılan Standartlar

Kullanılan standartlar analitik safliktadır.

3.3.1.4.1. Antimon Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Sb 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.2. Mangan Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Mn 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.3. Kurşun Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Pb 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.4. Nikel Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Ni 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.5. Demir Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Fe 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.6. Çinko Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Zn 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.7. Magnezyum Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Mg 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.8. Fosfor Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. P 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.9. Potasyum Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. K 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.10. Kadmiyum Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Cd 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.11. Bakır Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Cu 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.12. Kalsiyum Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. Ca 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

3.3.1.4.13. Arsenik Standart Çözeltisi; 1000 mg/L: 1,000 gr. As 1000 ml. volumetrik balon içinde 3 ml. nitrik asitte çözülür, ultra saf suyla tamamlanır.

NOT: Standart çözeltileri metal veya metal tuzlarından hazırlanmak yerine, izlenebilirlik gereklerini sağlamak için ticari olarak üretilen standart çözeltilerden kullanılmıştır.

3.3.2. Çözünürleştirme Metodu

Mikrodalgada çözünürleştirme için 0,25 g. öğütülmüş numune tartılır, ayçiçeği örnekleri mikrodalga cihazının kaplarına aktarılır ve üzerlerine 7 ml. derişik HNO₃ ve 3 ml. H₂O₂ ilave edilir. Mikrodalga kaplarının kapakları kapatılır ve mikrodalga fırına yerleştirilerek Çizelge 3.1’de gösterilen programda yakma yapılır. Program 12 numunenin aynı anda yakılması için uygundur. Her bir çevrim için bir kör numune koyulur. Basınç sensörü ve sıcaklık sensörü ile işlem koşulları takip edilmektedir.

Yakma tüpleri mikrodalga fırından alınır ve ağızları açılmadan önce soğumaları beklenir. Tüpler açılır, kapağı ve kabın çeperleri iyice çalkalanır. Örneklerin aktarılacağı plastik tüpler ilk önce % 2’lik HNO₃’le daha sonra da ultra saf suyla yıkanır. Çözünürleştirme sonunda ayçiçeği örneklerinin çözeltileri 15ml’lik plastik tüplere aktarılır ve ultra saf suyla seviyelerine kadar tamamlanır.

Standartların seyreltilmesiyle farklı konsantrasyonlarda hazırlanan element çözeltileri sayesinde ICP-OES cihazında kalibrasyonlar oluşturulur. Hazırlanan örnekler ICP-OES ile analizlenir. Kör içinde aynı işlemler uygulanır. Her bir örnek üç tekerrür olacak şekilde paralel çalışılır ve sonuçların ortalaması alınır.

3.3.3. Teşhis Limitinin Tahmin Edilmesi

Her bir metal için en az 20 kör tayininin ortalamasının standart sapmasının 3 katı olarak tahmin edilir. Böylece çok sayıda kör tayininden sonra teşhis limiti hesaplanabilir. Teşhis limiti sabiti olmadığından, gözlenen seviyelerde değişiklik oldukça yeniden hesaplanmalıdır. Bilinmeyen numuneleri yakarken fazla miktardaki numune yakma tüplerinin çeperlerinin güvenliğini tehlikeye atabileceğinden dikkat edilmelidir. Mikrodalga fırını kullanırken, süre/sıcaklık programını ayarlamak gerekebilir. Mikrodalga fırının gücü istenen verimi elde etmek için düzenli olarak kontrol edilmelidir. Ölçülen etki istenen özelliklerle uyuşmuyorsa, programı uygun şekilde ayarlanmalıdır.

Metotla ilgili cihaz teşhis limiti, tanımlama limiti (tespit limiti) ve geri kazanım ile ilgili bilgiler Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Metot ile ilgili bilgiler (Anonim 2011a)

Metaller	Tanımlama limiti(ppb)	Teşhis limiti(ppb)	Geri kazanım (%)
Sb	4	10	80-110
Mn	0,03	0,1	80-110
Pb	1,4	5	80-110
Ni	0,4	1	80-110
Fe	0,2	0,6	80-110
Zn	0,2	0,6	80-110
Mg	0,2	0,6	80-110
P	0,2	0,6	80-110
K	0,2	0,6	80-110
Cd	0,07	0,2	80-110
Cu	0,9	3	80-110
Ca	0,2	0,6	80-110
As	3,6	12	80-110

3.3.4. İstatiksel Analiz

Çalışmada üç tekerrürlü olarak elde edilen verilerin varyans analizleri ve LSD çoklu karşılaştırma testleri Statistica istatistik paket programı ile yapılmıştır (Anonim 1999).

Her biri 3 tekrar olmak üzere yıl faktörünün 2 hali, ve yer faktörünün 28 hali olmak üzere, tamamen şansa bağlı deneme planında 2x28 faktöryel düzenleme esasına göre yapılmıştır.

Varyans analizlerinde önemli çıkan ortalamaların karşılaştırılmasında ise mstat ve minitab paket programları kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ayçiçeğindeki Ağır Metal Dağılımı

Ayçiçeği metal depolayan bitki türleri arasında yer almaktadır. Bitkinin Ergene Havzasında çok önemli bir üretim potansiyeline sahip olması bu açıdan incelenmesini kaçınılmaz kılmıştır. Bu çalışmada tüm Trakya Bölgesinde, Ergene Havzası dahil olmak üzere, yetişen ayçiçeği bitkisinde Sb, Mn, Ni, Fe, Zn, Mg, P, K, Cd, Cu, Ca ve As içerikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada tüm Trakya Bölgesinden alınan 158 ayçiçeği örneği, 9 ağır metal ve 4 mikro besin elementi için analiz edildi. Örnekler 3 paralel olarak analiz edilerek sonuçların ortalamaları alınmıştır. 158 ayçiçeği örneği, 13 elementin konsantrasyonları tespit edilmek amacıyla 3 paralel olarak toplam 6162 analiz sonucunun ortalamaları sayesinde Çizelgeler oluşturulmuştur. 2012 ve 2013 yılı hasat dönemlerinde Trakya Bölgesinin 79 farklı noktasından iki yıllık olarak toplanan örneklerin analiz sonuçları yıllara ve yerlere göre değerlendirilmeleri yapılarak çizelgeler halinde sunuldu. Yapılan analizler sonucunda tüm noktalardan alınan örneklerin hiçbirinde As ve Sb'a rastlanmadı. Buna göre ayçiçeği örneklerinin ağır metal elementlerinin düzeylerinin (mg/kg) alım noktalarının birbiri arasında karşılaştırılmaları 2012 yılı için Çizelge 4.1'de, 2013 yılı için Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Ayrıca iki hasat döneminde toplanarak analiz edilen örneklerin ağır metal konsantrasyonlarının yıllar içinde birbiri ile karşılaştırmaları ise Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. 2012 yılı üretimi ayçiçeği tohumlarının ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

No	Ana istasyon	Mn	Pb	Ni	Fe	Zn	Cd	Cu
1	Babaeski	11,913 gh	0,103 b	3,283 r	52,420 c	24,917 l	0,067 m	12,907 b
2	Edirne	10,740 j	0,040 cd	5,207 j	42,730 f	27,003 g	0,093 j	10,857 j
3	Tekirdağ	11,453 ı	0,223 a	7,187 e	68,927 a	31,607 a	0,110 ı	13,133 a
4	İpsala	14,063 d	0,000	7,380 d	46,903 d	26,177 h	0,143 f	12,927 b
5	Kırklareli	22,367 a	0,023 de	6,473 f	51,503 c	29,867 c	0,213 b	12,220 d
6	Lüleburgaz	11,703 hı	0,023 de	4,193 l	45,107 e	24,257 m	0,040 n	12,040 e
7	Hayrabolu	12,173 g	0,000	6,127 h	57,450 b	28,237 f	0,113 h	12,503 c
8	Malkara	8,1600 qr	0,007 e	3,657 p	51,540 c	21,057 q	0,033 n	11,830 f
9	Çorlu	19,580 b	0,000	9,187 b	32,930 l	22,359 o	0,167 e	10,750 jk
10	Muratlı	8,2367 qr	0,000	5,170 j	31,747mn	25,027 l	0,107 ı	9,887 n
11	Uzunköprü	10,883 j	0,000	6,283 g	47,883 d	25,290 k	0,167 e	9,303 o
12	Vize	8,340 pq	0,057 c	3,933 m	46,857 d	24,477 m	0,063 lm	10,670 k
13	Gelibolu	7,1267 t	0,000 e	3,990 m	32,970 l	25,917 ı	0,067 m	11,020 ı
14	Keşan	9,2400 m	0,000 e	3,847 n	40,900 g	25,610 j	0,070 m	11,283 h
15	Pınarhisar	13,737 e	0,000 e	9,090 c	32,757 lm	26,883 g	0,227 a	10,463 l
16	Silivri	9,6033 l	0,000 e	3,747 o	35,567 ij	24,330 m	0,100 j	11,273 h
17	Pehlivanköy	11,793 h	0,000 e	5,313 ı	35,230 j	31,120 b	0,227 a	12,317 d
18	Havsa	12,797 f	0,000 e	3,810 no	29,333 p	22,637 n	0,190 c	8,763 q
19	Çatalca	6,3267 u	0,000 e	2,487 t	26,547 q	22,360 o	0,067 m	9,063 p
20	Lalapaşa	8,8067 no	0,040 cd	1,807 u	30,243 op	16,367 u	0,140 g	6,203 u
21	Meriç	8,923 n	0,000 e	9,940 a	36,517 ı	26,870 g	0,167 e	10,220 m
22	Şarköy	8,6900 no	0,000 e	3,823 no	44,717 e	25,650 j	0,080 l	10,997 ı
23	Kofçaz	7,5500 s	0,000 e	1,033 v	30,613 o	17,587 t	0,083 k	6,970 t
24	Saray	15,380 c	0,000 e	6,560 f	37,800 h	20,383 r	0,220 b	10 393 l
25	Enez	8,590 op	0,000 e	2,763 s	31,300 no	29,500 d	0,090 k	9,763 n
26	Ahmetbey	10,457 k	0,000 e	3,570 q	37,833 h	28,767 e	0,150 f	11,687 g
27	Süloğlu	8,0267 r	0,000 e	5,257 ij	34,180 k	19,587 s	0,103 ı	8,540 r
28	Çerkezköy	10,973 j	0,000 e	4,483 k	33,283 kl	22,093 p	0,163 e	8,247 s

Her bir değer örneklerden elde edilen üç farklı analiz değerinin ortalamasıdır. Her bir element için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (P<0,05)

Çizelge 4.2. 2013 yılı üretimi ayçiçeği tohumlarının ağır metal konsantrasyonları (mg/kg)

No	Ana istasyon	Mn	Pb	Ni	Fe	Zn	Cd	Cu
1	Babaeski	11,080 gh	0,000 b	3,977 k	32,617 no	23,047 c	0,170 d	8,713klm
2	Edirne	7,813 n	0,000 b	2,893 q	30,683 p	22,683 e	0,140 e	8,383 no
3	Tekirdağ	7,453 op	0,000 b	3,513 m	34,973 jkl	22,733 de	0,097 ı	8,920 j
4	İpsala	12,687 e	0,000 b	7,837 b	36,137 hı	22,103 hı	0,177 c	8,697 klm
5	Kırklareli	11,257 g	0,000 b	2,747 r	41,187 e	22,230 ghı	0,130 f	8,253 op
6	Lüleburgaz	10,403 j	0,010 b	4,270 j	29,423 q	22,947 cd	0,143 e	8,647 m
7	Hayrabolu	7,293 p	0,000 b	3,353 o	30,693 p	22,433 fg	0,130 f	8,680 lm
8	Malkara	7,670 no	0,000 b	4,817 h	35,100 ijk	22,020 ı	0,100 ı	8,850 jk
9	Çorlu	13,497 c	0,000 b	5,040 g	40,893 ef	19,810 p	0,150 e	8,450 n
10	Muratlı	10,107 k	0,000 b	4,497 ı	27,39 st	20,417 n	0,163 d	8,137 p
11	Uzunköprü	13,207 d	0,000 b	6,930 c	56,253 c	24,083 b	0,190 b	9,143 ı
12	Vize	6,390 s	0,000 b	2,867 q	26,653 t	24,557 a	0,177 c	7,757 q
13	Gelibolu	7,710 no	0,000 b	3,187 p	35,170 ijk	20,890 l	0,090 j	8,833 jk
14	Keşan	7,027 q	0,003 b	3,940 k	38,980 g	21,743 j	0,097 ı	8,680 lm
15	Pınarhisar	10,870 hı	0,016 b	6,013 e	35,010 ijkl	22,583 ef	0,150 e	10,597 e
16	Silivri	8,773 l	0,000 b	3,653 l	44,727 d	21,500 k	0,027 n	12,067 c
17	Pehlivan köyü	6,797 qr	0,000 b	3,910 k	33,463 mn	19,583 q	0,073 k	9,140 ı
18	Havsa	10,733 ı	0,013 b	3,947 k	35,387 ij	19,273 rs	0,120 g	10,247 f
19	Çatalca	5,837 t	0,000 b	3,603 l	34,083klm	22,337 gh	0,063 l	10,010 g
20	Lalapaşa	10,650 ij	0,000 b	3,457 mn	38,940 g	17,360 u	0,103 h	8,823 jkl
21	Meriç	7,847 n	0,000 b	3,377 no	33,903 lm	19,403qrs	0,037 m	10,703 de
22	Şarköy	8,117 m	0,000 b	3,230 p	39,947 fg	20,600 mn	0,030 n	9,483 h
23	Kofçaz	20,937 a	0,000 b	6,110 d	70,71 a	20,703 lm	0,140 e	14,207 a
24	Saray	16,433 b	0,050 a	5,773 f	37,097 h	19,490 qr	0,143 e	10,247 f
25	Enez	8,260 m	0,000 b	3,900 k	64,467 b	19,417qrs	0,037 m	9,463 h
26	Ahmetbey	6,710 r	0,000 b	1,903 s	28,220 rs	18,153 t	0,033 m	12,253 b
27	Süloğlu	8,273 m	0,000 b	2,880 q	32,077 o	19,207 s	0,077 k	9,503 h
28	Çerkezköy	11,983 f	0,000 b	10,110 a	28,673 qr	20,093 o	0,220 a	10,770 d

Her bir değer, hasad periyodu süresince alınan örneklerden elde edilen üç farklı analiz değerinin ortalamasıdır. Her bir element için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (P<0,05)

Kurşun İçerikleri

Kurşun içerikleri örneklerin neredeyse tamamında tespit edilebilir düzeylerde bulunamazken, tespit edilen içerikler ise 0,003–0,103 ppm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1,2,3). Bütün örnekler içerisinde en yüksek değer Babaeski ilçesine ait 1 nolu örnekte belirlenmiştir. Örneklerin alındığı noktalara ait ortalamalar arasında büyük oranda farklılıklar sözkonusu olmayıp, bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemlidir ($P<0,05$).

Türk Gıda Kodeksi, “gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi” hakkındaki tebliğte (Tebliğ no.2002/63), kurşun elementi için “katı ve sıvı yağlar” şeklinde gıda grubu zikredilerek 0,1 mg/kg düzeyinde bir sınırlama getirilmiştir. Diğer bazı ağır metallere (örneğin demir ve bakır elementleri) yönelik olarak “sızma ve ham bitkisel yağlar” bakımından üst limitler verilmiş olmasına rağmen kurşun elementi için bir limit zikredilmemiştir. İlgili tebliğte (Tebliğ no.2002/63), “katı ve sıvı yağlar” için verilen üst limit dikkate alındığında, sözkonusu örnek alım noktalarına ait ortalama miktarlar ile alım noktalarına ait örneklerdeki (tespit yapılamayanlar hariç) miktarlar bu limiti aşmamaktadır.

Bitkiyle Pb alındığında, Pb'nun bitkinin yukarı kısımlarına doğru gitme olasılığı çok zayıftır. Pb, nun büyük bölümü kök hücrelerinde birikir. Bazı bitkiler (mısır, ayçiçeği) büyük miktarda Pb'yi köklerinde biriktirir. Köklerdeki Pb miktarı, topraktaki Pb miktarıyla ilişkilidir. Çünkü bitkiler topraktan Pb'yi alır. Bazı toprak ve bitki faktörleri (örneğin; düşük pH, toprakta düşük P miktarı, organik ligandlar) köklerle Pb alımını ve bitkinin yukarı kısmına kadar Pb'nin transferinden sorumlu olduğu bilinmektedir.

Kirliliğin esas kaynağı olan havadan gelen Pb, bitkiler tarafından alınarak yapraklara geçer. Çok sayıda çalışmada yaprak yüzeyinde biriken Pb'nin bu hücreler tarafından adsorbe olduğu görülmektedir. Pb kirleticilerin toprak yüzeyinden uzaklaştırılması için deterjanla yıkama önerilmesine rağmen önemli miktarda Pb bitki hücrelerine hareket etmektedir. Bitkilerdeki toplam Pb'nin %95 havadan gelen Pb'nin bitki yapraklarında birikmesinden kaynaklanmaktadır.

Pb çevrenin en önemli kimyasal kirleticisidir. Bazı ülkelerde son yıllarda insan aktivitesiyle bitkilerde Pb konsantrasyonu artmıştır. Bitkilerde Pb miktarının değişimi çeşitli

çevresel faktörlerden etkilenir. Örneğin, jeokimyasal anormallikler, kirlenme, mevsimsel değişiklikler ve Pb biriktirme yeteneği gibi.

Üstbaş ve ark.'larının 2009'da yaptığı çalışmalarda ayçiçek numulerinde 0,1-0,7 ppm arasında Pb içeriğinin olduğu görülmektedir. Bizim bulduğumuz sonuçların bu değerlerin altında çıktığı görülmektedir.

Her yıl dünyamızda çeşitli nedenlerle en az 5 milyon ton kurşun kullanımı, çevremizde ve gıdalarda kurşun kirliliğinin artmasına yol açtığı bilinmektedir (Saldamlı 1998). Kurşun, endüstriyel faaliyetler sonucunda oluşan gazlar, fosil yakıtları, gübreler ve pestisitler ile hava, su ve toprağa bulaşmakta, bunun sonucunda bitkilere de geçmektedir. Trafiğin yoğun olduğu yolların ve kurşun işleyen veya malzeme olarak kurşunu kullanan sanayii kuruluşlarının bulunduğu çevredeki topraklarda kurşun içeriğinin arttığı ifade edilmektedir (Doğan ve Certel 1999). Ülkemizde yapılan bir çalışmada, karayolu çevresindeki bitkilerin yaprakları üzerinde biriken kurşun içeriğinin Dünya Sağlık Örgütünün kabul ettiği sınır değerlerin (kuru bitki materyalinde 10 ppm) çok üzerinde değerler belirlenmiştir (Başkaya ve Teksoy 1997). Trakya bölgesinde gerçekleştirilen bir çalışmada (Belvermiş ve ark. 2004), çam yaprağı, meşe kabuğu, çam kabuğu, karayosunu ve liken örneklerinde en yüksek Pb konsantrasyonu şehirleşmenin, endüstrileşmenin ve karayolu trafiğinin yoğun olduğu kesimlerde belirlenmiştir. Diğer taraftan, kurşun elementinin de dâhil edildiği çeşitli çalışmalarda (Wiedermann 1981; Jawad ve ark 1983; Ünal ve ark. 1989; Alpaslan ve ark. 2001), rafinasyon uygulamalarında iz elementlerin değişen oranlarda azalmalar gösterdiği bildirilse de tüketime uygun düzeyde kurşun elementi içeren rafine yağ üretiminde çok ciddi sorunlarla karşılaşılması kaçınılmaz olacaktır.

Kadmiyum İçerikleri

Kadmiyum içeriği 0,026–0,22 ppm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1,2,3). Bütün örnekler içerisinde en yüksek değer Çerkezköy ilçesine ait örneklerde belirlenmiştir. Alım noktalarına ait ortalamalar arasında farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). İlgili tebliğde (Tebliğ no.2002/63), çeşitli gıda gruplarına yönelik olarak kadmiyum elementi için üst limitler verilirken, “katı ve sıvı yağlar” ile “sızma ve ham bitkisel yağlar” için bir limit verilmemiştir. Ağır metallere olan kadmiyum, tarım topraklarında bulunması ana materyal kaynaklı olabileceği gibi endüstriyel faaliyetler, fosforlu gübreler ve atmosferik

depozitler gibi insan faaliyetleri sonucunda da olabilmektedir. Bu element topraktan da bitkiler tarafından kolaylıkla alınabilmektedir (Asri ve ark. 2007).

Cd ile toprak kontaminasyonu en önemli sağlık risklerinden biri olduğu bilinmektedir. İnsanın sebep olduğu şartlar altında Cd yüzey topraklarında birikir. Pb ve Zn madenleriyle komşu topraklarda Cd konsantrasyonu çok yüksektir. Kanalizasyon çamurlu ve fosfat gübreli topraklarda en önemli Cd kaynağıdır. Cd'nin atmosferik birikmesi ve gübreler Cd'de artışa neden olur. Hatta orman topraklarında bile atmosferik birikme ile Cd birikir. Toprakta Cd'nin en önemli kaynağı fosfat gübrelidir. Fakat toprağa fosfat ilavesiyle Cd mobilizasyonu durur. Fosforla ıslah edilmiş topraklarda Cd mobilizasyonu azalır. Tarımsal topraklarda Cd konsantrasyonu önemli miktarda artmaktadır. Toprakta ve ürün bitkilerinde Cd miktarı 0,04'den 0,1 ppm'e ve 0,04 ppm'den 0,12 ppm'e gübreleme ile artmıştır. Toprakta Cd'nin sürekli artışı ve pH'nın düşmesiyle yiyecek zincirinde sürekli Cd artışı gözlenmektedir.

Kadmiyum bitkisel gıdalara sulama suyu ile de bulaşmaktadır (Saldamlı 1998). Diğer taraftan, kadmiyumun metal kaplarda ve alaşımlarda korozyon önleyici olarak, boya maddesi üretiminde, otomobil tekerleklerinde, motor yağlarında ve bazı pestisitlerin üretiminde kullanılması, bu elementin gıdalara bulaşmasında kaynak teşkil etmektedir (Şahan 2003). Dünyada çeşitli ülkelerde ölçülen ortalama yüzey toprağı Cd konsantrasyonu 0,78 ppm (Kabata-Pendias 2000) iken, Trakya bölgesinde yürütülen bir çalışmada (Belvermiş ve ark 2004) ise, 17 istasyonda toprakta ölçülen ortalama Cd konsantrasyonu 1,1 ppm olarak belirlenmiştir. Çeşitli çalışmalarda, dünya genelindeki topraklarda kadmiyum içeriklerinde ciddi artışlar olduğu (Özbek ve ark. 1995) bilinirken ve yukarıda ifade edilen diğer kirlenici kaynakları da yaygınlaşırken, önemli tarımsal ürün grubu olan yağlı tohumlar ve insan diyetinde değerli bir yer teşkil eden bitkisel yağlar içinde bu element bakımından yasal üst limitlerin belirlenmesi zorunludur.

Demir İçerikleri

Demir içerikleri 26,5-70,7 ppm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1,2,3). Bütün örnekler içerisinde en yüksek değer Kofçaz ilçesine ait örnekte belirlenmiştir. İllere ait ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli olarak belirlenmiştir ($P < 0,05$). İlgili tebliğde (Tebliğ no.2002/63), "sızma ve ham bitkisel yağlar" olarak ifade edilen grup için 5 mg/kg düzeyinde demir elementi sınırlaması getirilmiş olup sözkonusu illere ait

ortalamalar bu limitin üzerindedir. Ham ayçiçeği yağlarında demir elementi içeriklerini Prevot ve ark. (1977) düşük düzeylerde (2 ppm) belirlerken, Peker (1993) ise çalışmasında yüksek düzeylerde (17,04–25,43 ppm) belirlemiştir. Diğer taraftan, Sullivan (1980) çalışmasında çok geniş değişim aralığı (1-22 ppm) belirlemiştir.

Ham ayçiçeği yağlarında doğal olarak demir elementinin bulunduğu, bitkinin gelişme süresince topraktan özümlediği ve yağa geçtiği (Karaali 1981), bu şekilde geçen demirin proteinlere, fosfolipidlere veya lipid ve lipid olmayan taşıyıcılara bağlı olarak bulunduğu (Evans ve ark. 1974) bildirilmektedir. Yağların bozulmasında pro-oksidan etki yapan iz metallerden biri olan demir elementi 1,0 mg/kg'dan daha düşük miktarlarda dahi etkili olabilmektedir (List ve ark. 1971; Nergiz ve Ünal 1989). İlgili tebliğte (Tebliğ no.2002/63) “yenilebilir katı ve rafine yağlar” olarak ifade edilen grup için 1,5 mg/kg düzeyinde bir sınırlama sözkonusu olduğu dikkate alınır, yüksek düzeyde demir içeriğine sahip ham yağlarda rafinasyon işlemlerinin daha etkili ve kontrollü olarak uygulanması gerekmektedir. Bu şekildeki uygulamalarla demir içeriklerinin önemli oranlarda azalmalar gösterebildiği ve rafine yağlarda istenilen sınırların altına düşürebildiği bildirilmektedir (Young 1990, Karaali 1981, Ünal ve ark. 1986, Taşan 1999). Özellikle musilaj giderme aşamasında yağdan ayrılan fosfolipidlerle beraber metallerin ayrıldığı (Karaali 1981), çünkü fosfolipidlerle metallerin kompleks oluşturdukları (Wiedermann 1981), fosfolipidlerin 9-450 mg Fe/kg demir bağladıkları (Peredi ve Balogh 1981) kaydedilmektedir. Rafinasyonun nötralizasyon ve ağartma aşamalarında da demir içeriklerinde önemli oranda azalmalar olmaktadır (Taşan 1999). Cleenewerck ve Dijkstra (1992), bilhassa fiziksel rafinasyon yönteminde buhar-distilasyon aşaması öncesi demir içeriğinin 0,2 ppm seviyesine düşürülmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Bakır İçerikleri

Tespit edilen bakır içerikler 6,20-14,21 ppm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1,2,3). Bütün örnekler içerisinde en yüksek değer Kofçaz ilçesine ait örnekte belirlenmiştir. İllere ait ortalamlar arasında farklılıklar söz konusu olup, bu farklılıklar istatistiksel açıdan incelenerek çizelgelerde küçük harflerle indislenerek belirtilmiştir. Bakır elementi, yağlı tohumun yetiştiği topraktan, kullanılan gübre ve zirai ilaçlardan, yağın temas ettiği metalik ekipmanlardan kirlenebilmektedir. Yağların bozulmasında pro-oksidan etki yapan iz metallerden biri olan bakır elementi, çok düşük düzeylerde dahi (30µg/kg) yağların depolama

süresini azaltmakta, tat ve koku stabilitesini etkilemektedir (List ve ark. 1971; Nergiz ve Ünal 1986). Ham yağların rafinasyonu sırasında yağın bileşimindeki diğer bazı bileşenlerle birlikte metal içeriğinde de değişimler olduğu ifade edilmektedir (Sleeter 1981). Rafinasyon işlemleri sırasında bakır miktarları önemli düzeylerde azalma göstermektedir (Ünal ve ark. 1989; Alpaslan ve ark. 2001). Buna karşın, rafinasyon aşamalarında metallerin tamamen uzaklaştırılmadığı da bilinmektedir. Young (1990), rafinasyon sürecinde bitkisel yağlara ön işlemlerin uygulanmasının sebebinin yağı maruz kalacağı buhar-distilasyonuna hazır hale getirerek sonuçta çıkacak ürünün kalitesini yüksek tutmak olarak açıklamaktadır. Young (1990), çalışmasında ön işlemlerin amaçlarından birinin de yağdaki bakır içeriğinin 0,02 ppm'e kadar indirmek olarak belirtmektedir. Dolayısıyla bakır elementi içeriklerinin ham yağın rafine yağa işlenmesi sürecinde de değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

2012 ve 2013 yıllarında üretilen ayçiçeği tohumlarında ağır metal analiz sonuçlarının yıllara göre değişim miktarları Çizelge 4.3'te sunulmuştur.

Çizelge 4.3. 2012-2013 üretim yılı ayçiçeği tohumlarının ağır metal konsantrasyonlarının yıllara göre dağılımı (mg/kg)

No	Ana istasyon/Yıl	Mn		Pb		Ni		Fe		Zn		Cd		Cu	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
1	Babaeski	11,913 a	11,080 b	0,103 a	0,000 b	3,283 a	3,977 b	52,420 a	32,617 b	24,917 a	23,047 b	0,067 a	0,170 b	12,907 a	8,713 b
2	Edirne	10,740 a	7,813 b	0,040 a	0,000 b	5,207 a	2,893 b	42,730 a	30,683 b	27,003 a	22,683 b	0,093 b	0,140 a	10,857 a	8,383 b
3	Tekirdağ	11,453 a	7,453 b	0,223 a	0,000 b	7,187 a	3,513 b	68,927 a	34,973 b	31,607 a	22,733 b	0,110 a	0,097 b	13,133 a	8,920 b
4	İpsala	14,063 a	12,687 b	0,000 a	0,000 b	7,380 b	7,837 a	46,903 a	36,137 b	26,177 a	22,103 b	0,143 b	0,177 a	12,927 a	8,697 b
5	Kırklareli	22,367 a	11,257 b	0,023 a	0,000 b	6,473 a	2,747 b	51,503 a	41,187 b	29,867 a	22,230 b	0,213 a	0,130 b	12,220 a	8,253 b
6	Lüleburgaz	11,703 a	10,403 b	0,023 a	0,010 a	4,193 a	4,270 a	45,107 a	29,423 b	24,257 a	22,947 b	0,040 b	0,143 a	12,040 a	8,647 b
7	Hayrabolu	12,173 a	7,293 b	0,000 a	0,000 a	6,127 a	3,353 b	57,450 a	30,693 b	28,237 a	22,433 b	0,143 b	0,177 a	12,927 a	8,697 b
8	Malkara	8,160 a	7,670 b	0,007 a	0,000 a	3,657 b	4,817 a	51,540 a	35,100 b	21,057 b	22,020 a	0,033 b	0,100 a	11,830 a	8,850 b
9	Çorlu	19,850 a	13,497 b	0,000 a	0,000 a	9,187 a	5,040 b	32,930 b	40,893 a	22,350 a	19,810 b	0,177 a	0,150 b	10,750 a	8,450 b
10	Muratlı	8,237 b	10,107 a	0,000 a	0,000 a	5,170 a	4,497 b	31,747 a	27,39 b	25,027 a	20,417 b	0,107 b	0,163 a	9,887 a	8,137 b
11	Uzunköprü	10,883 b	13,207 a	0,000 a	0,000 a	6,283 b	6,930 a	47,883 b	56,253 a	25,290 a	24,083 b	0,167 b	0,190 a	9,303 a	9,143 b
12	Vize	8,340 a	6,390 b	0,057 a	0,000 a	3,933 a	2,867 b	46,857 a	26,653 b	24,477 a	24,577 a	0,633 b	0,177 a	10,670 a	7,757 b
13	Gelibolu	7,127 b	7,710 a	0,000 a	0,000 a	3,990 a	3,187 b	32,970 b	35,170 a	25,917 a	20,890 b	0,067 b	0,090 a	11,020 a	8,833 b
14	Keşan	9,240 a	7,027 b	0,000 a	0,003 a	3,847 b	3,940 a	40,900 a	38,980 b	25,610 a	21,743 b	0,070 b	0,097 a	11,283 a	8,680 b
15	Pınarhisar	13,737 a	10,870 b	0,000 a	0,167 a	9,090 a	6,013 b	32,757 b	35,010 a	26,883 a	22,583 b	0,227 a	0,150 b	10,463 a	10,597 a
16	Silivri	9,603 a	8,773 b	0,000 a	0,000 a	3,747 a	3,653 b	35,567 b	44,727 a	24,330 a	21,500 b	0,100 a	0,027 b	11,273 b	12,067 a
17	Pehlivan köyü	11,793 a	6,797 b	0,000 a	0,000 a	5,313 a	3,910 b	35,230 a	33,463 b	31,120 a	19,583 b	0,227 a	0,733 b	12,317 a	9,140 b
18	Havsa	12,797 a	10,733 b	0,000 a	0,013 a	3,810 b	3,947 a	29,33 b	35,387 a	22,637 a	19,273 b	0,190 a	0,120 b	8,763 b	10,247 a
19	Çatalca	6,327 a	5,837 b	0,000 a	0,000 a	2,487 b	3,603 a	26,547 b	34,083 a	22,360 a	22,337 a	0,067 a	0,063 a	9,063 b	10,010 a
20	Lalapaşa	8,807 b	10,650 a	0,040 a	0,000 a	1,807 b	3,457 a	30,243 b	38,940 a	16,367 b	17,360 a	0,140 a	0,103 b	6,203 b	8,823 a
21	Meriç	8,923 a	7,847 b	0,000 a	0,000 a	9,940 a	3,377 b	36,517 a	33,903 b	26,870 a	19,403 b	0,167 a	0,037 b	10,220 b	10,703 a
22	Şarköy	8,690 a	8,117 b	0,000 a	0,000 a	3,823 a	3,230 b	44,717 a	39,947 b	25,650 a	20,600 b	0,080 a	0,030 b	10,997 a	9,483 b
23	Koçgaz	7,550 b	20,937 a	0,000 a	0,000 a	1,033 b	6,110 a	30,613 b	70,71 a	17,587 b	20,703 a	0,083 b	0,140 a	6,970 b	14,207 a
24	Saray	15,380 b	16,433 a	0,000 b	0,050 a	6,560 a	5,773 b	37,800 a	37,097 a	20,383 a	19,490 b	0,220 a	0,143 b	10,393 a	10,247 b
25	Enez	8,590 a	8,260 b	0,000 a	0,000a	2,763 b	3,900 a	31,300 b	64,467 a	29,500 a	19,4178 b	0,090 a	0,037 b	9,763 a	9,463 b
26	Ahmetbey	10,457 a	6,710 b	0,000 a	0,000 a	3,570 a	1,903 b	37,833 a	28,220 b	28,767 a	18,153 b	0,150 a	0,033 b	11,687 b	12,253 a
27	Süloğlu	8,0267 a	8,273 a	0,000 a	0,000 a	5,257 a	2,880 b	34,180 a	32,077 b	19,587 a	19,207 b	0,103 a	0,077 b	8,540 b	9,503 a
28	Çerkezköy	10,973 b	11,983 a	0,000 a	0,000 a	4,483 b	10,110 a	33,283 a	28,673 b	22,093 a	20,093 b	0,163 b	0,220 a	8,247 b	10,770 a

Her bir değer örneklerden elde edilen üç farklı analiz değerinin ortalamasıdır. Her bir element için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (P<0,05)

Çizelge 4.3 incelendiğinde kurşun miktarının yıllara göre değişiklik göstermediği ($P>0,05$), fakat diğer ağır metallerin yıllara göre değişimi istatistiksel olarak önemli çıktığı görülmüştür. Örneğin Cd miktarının en yüksek görüldüğü bölge olan Çerkezköy'de 2012 yılı 0,22 ppm iken 2013 yılında 0,22'dir. ($P<0,05$)

Yıllara göre yapılan değerlendirmeler incelendiğinde, Kofçaz ilçesinden alınan örneklerin ağır metal konsantrasyonlarında ilk yıla oranla ciddi bir artış olduğu gözlenmektedir. Kofçaz alım noktasında, Fe ve Cu içerikleri 2012 yılları için ortalama değerler olurken, 2013 yıllarının örneklerinde en yüksek değerler olduğu gözlenmiştir.

Fe içeriğinin Babaeski alım noktasında yıllara göre azaldığı gözlemlenirken, 2012 yılı için 52,420 ppm olurken, 2013 yılı için 32,617 ppm olarak belirlenmiştir. Aynı durum Tekirdağ ilinden alınan örnekler içinde geçerlidir. 2012 yılı Fe içeriği 68,927 ppm iken 2013 yılı için 34,973 ppm olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.3'te yapılan diğer bir tespite göre; Kırklareli ilinden alınan örneklerde tüm elementlerin konsantrasyonlarının bir önceki hasad yılına (2012) göre daha düşük seviyelerde bulunduğu görülmüştür.

4.2. Ayçiçeğindeki Mikro Besin Elementleri Dağılımı

Mikro besin elementleri kendileri içinde değerlendirilmek üzere çizelgeler halinde sunulmuştur. Buna göre ayçiçek örneklerinin mikro besin elementlerinin düzeylerinin (mg/kg) alım noktalarının birbiri arasında karşılaştırılmaları 2012 yılı için Çizelge 4.4'te, 2013 yılı için Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Ayrıca iki hasat döneminde toplanarak analiz edilen örneklerin ağır metal konsantrasyonlarının yıllar içinde birbiri ile karşılaştırmaları ise Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. 2012 yılı üretimi ayçiçeği tohumlarının mikro besin konsantrasyonları (mg/kg)

No	Ana istasyon	P	Ca	Mg	K
1	Babaeski	4221,6 e	1736,6 b	2015,0 d	5689,5 gh
2	Edirne	4087,1 f	1426,3 f	1829,7 e	6045,6 ef
3	Tekirdağ	4726,1 b	1485,6 e	2067,9 c	6745,6 c
4	İpsala	4572,6 d	3370,2 a	2070,4 c	6234,4 de
5	Kırklareli	5496,8 a	1705,1 b	2229,2 a	7669,8 a
6	Lüleburgaz	4630,8 c	1500,3 e	2139,1 b	6423,3 d
7	Hayrabolu	3787,6 h	1577,5 d	1802,6 e	6805,0 c
8	Malkara	3003,8 n	1218,9 ı	1680,9 g	5991,2 f
9	Çorlu	2819,9 o	1292,2 h	1500,9 h	5512,6 h
10	Muratlı	2542,3 q	1987,4 lm	1174,5 o	4949,0 j
11	Uzunköprü	3598,9 ı	1106,2 lm	1498,8 h	5554,6 gh
12	Vize	3021,3 n	1381,0 g	1341,0 l	4701,3 kl
13	Gelibolu	3021,2 n	977,0 no	1367,1 kl	5036,6 j
14	Keşan	3387,5 j	1100,4 lm	1448,0 ij	5696,4 gh
15	Pınarhisar	3624,8 ı	1128,0 kl	1404,8 jk	4887,7 jk
16	Silivri	3127,2 m	1195,9 ij	1410,2 jk	6242,2 de
17	Pehlivanköy	4270,0 e	1314,0 h	1728,0 f	7134 b
18	Havsa	3418,7 j	1394,4 fg	1506,3 h	4948,8 j
19	Çatalca	2216,7 s	792,38 q	1112,6 p	3890,5 o
20	Lalapaşa	2380,0 k	1157,6 jk	1339,2 l	5766 g
21	Meriç	4017,3 g	805,97 q	1411,3 jk	5267,0 ı
22	Şarköy	2450,3 r	978,93 no	1267,0 n	4581,0 lm
23	Kofçaz	2549,7 q	974,93 no	1059,0 q	4041,4 o
24	Saray	2852,7 o	1076,2 m	1474,0 hı	4894,0 jk
25	Enez	3392,7 j	877,60 p	1327,3 lm	4867,7 jk
26	Ahmetbey	3384,8 j	1653,2 c	1675,1 g	6352,2 d
27	Süloğlu	2704,0 p	1003,9 n	1182,7 d	4489 m
28	Çerkezköy	3212,7 l	941,2 o	1287,0 mn	4246 n

Her bir değer örneklerden elde edilen üç farklı analiz değerinin ortalamasıdır. As ve Sb elementleri çalışıldı ancak hiçbir bölgede rastlanmadı. Her bir element için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (P<0,05)

Çizelge 4.5. 2013 yılı üretimi ayçiçeği tohumlarının mikro besin konsantrasyonları(mg/kg)

No	Ana istasyon	P	Ca	Mg	K
1	Babaeski	3299,4 g	1258,7 g	1529,5 fg	5299,1 ij
2	Edirne	3143,9 hı	976,1 n	994,16 q	4044,1 m
3	Tekirdağ	2886,4 k	1067,9 m	1178,7 o	4719,9 k
4	İpsala	3124,6 ı	1430,1 cd	1538,1 fg	5895,7 de
5	Kırklareli	3497,9 e	1339,9 de	1482,7 hı	5172,3 j
6	Lüleburgaz	3008,2 j	1205,1 hı	1378,8 j	4848,3 k
7	Hayrabolu	3180,8 h	961,62 n	1368,8 jk	4698,5 k
8	Malkara	2785,9 l	1327,6 f	1368,8 jk	5480,7 ghı
9	Çorlu	2880,1 k	1055,3 m	1322,3 kl	4732,7 k
10	Muratlı	3333,7 g	1126,2 kl	1129,8 p	4449,8 l
11	Uzunköprü	3768,9 c	1389,3 de	1463,8 ı	5347,3 hj
12	Vize	4388,0 a	833,73 p	1337,0 jkl	4277,3 l
13	Gelibolu	3044,8 j	1184,6 ij	1269,7 mn	5122,8 j
14	Keşan	3054,1 j	1470,5 c	1229,2 n	5778,8 ef
15	Pınarhisar	4293,2 b	1099,2 lm	1661,0 bc	5543 gh
16	Silivri	2700,7 n	1412,2 d	1515,5 gh	5851,8 e
17	Pehlivanköy	3185,8 h	1225,2 ghı	1354,8 jk	5187,3 j
18	Havsa	3615,1 d	1240,3 gh	1702,3 b	5959,6 de
19	Çatalca	2388,7 p	910,67 o	1303,8 lm	4853,3 e
20	Lalapaşa	3040,7 j	1763,8 a	1700,2 b	7308,0 b
21	Meriç	3012,7 j	1240,7 gh	1658,0 bc	5973 de
22	Şarköy	2875,7 k	1158,7 jk	1242,3 n	6269 c
23	Kofçaz	3425,7 f	1617,7 b	2018,3 a	7766 a
24	Saray	2907,8 k	1187,3 ij	1591,2 de	6082,2 cd
25	Enez	2726,7 mn	1333,5 f	1618,3 cd	5596,3 fg
26	Ahmetbey	2443,8 o	1357,8 ef	1566,8 ef	5771,9 ef
27	Süloğlu	3475,7 ef	1002,9 n	1557,3 efg	5318,0 ij
28	Çerkezköy	2774,7 lm	1242,7 gh	1596,3 de	5569 fg

Her bir değer örneklerden elde edilen üç farklı analiz değerinin ortalamasıdır. As ve Sb elementleri çalışıldı ancak hiçbir bölgede rastlanmadı. Her bir element için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (P<0,05)

Potasyum İçerikleri

Bitki gelişimi ve fonksiyonları için gerekli besin elementleri içinde hastalık şiddetinin azaltılmasında en etkili element K'dur. Fakat bitkinin sağlıklı ve verimli olması için dengeli bir gübreleme yapılması gerekmektedir. Ayçiçeği için gerekli olan potasyumlu gübrelerin oranları sırasıyla 10 kg/da, 5-10 kg/da ve 4-5 kg/da olarak belirlenmiştir. K eksikliğinde hücre duvarlarında incelme, gövde ve dallarda zayıflama, yapraklarda şeker birikmesi ve hastalıkları arttıran kullanılmamış N oranında artma meydana gelmektedir. Bütün bu olumsuzluklar bitki dayanıklılığını azaltmakta ve özellikle fungal ve bakteriyel hastalıkların bitkiye girişini kolaylaştırmaktadır. N'lu gübreler vegetatif gelişimi sağlayıcı olarak kullanılmakta, ekonomik bir yetiştiricilik için N ve K arasında denge önem taşımaktadır.

Yapılan çalışmalar da K içeriklerinin, 3890-7766 ppm aralığında değiştiği, en yüksek K içeriğinin Kofçaz ilçesinde tespit edildiği görülmüştür. En düşük K konsantrasyonu ise 3890,5 ppm olup, 2012 hasad yılı Çatalca ilçesinden alınan örneklerde tespit edilmiştir.

Fosfor İçerikleri

P, hem proteinlerin yapı taşı olarak hem de bitki metabolizmasında enerji kaynağı olarak önemli olduğundan hastalık ve parazitlere karşı etkisi nispeten az bilinmektedir. Bazı kaynaklarda N'un tam tersi bir etkisinin olduğu rapor edilmiştir. (Bergmann 1992).

En yükdek P değeri 5496,8 ppm olup, Kırklareli ilinden alınan numunelerde görülmüştür. Tespit edilen P içerikleri 2216-5496 ppm aralığında değişim göstermiştir. Alım noktalarına ait ortalamalar arasında farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Kalsiyum İçerikleri

Ca'un bitkilerde hücre duvarını güçlendirerek dayanıklılığı artırdığı bilinmektedir. Ca, pektinat senteziyle enzimatik bozulmaya karşı pektinleri daha dayanıklı hale getirmesi, daha küçük hücreler arası boşluklar oluşturması ve serbest aminoasit konsantrasyonunda azalmaya neden olması sebebiyle patojenlerin girişini daha zor hale getirmektedir. Bu yüzden Ca, hem hastalıklara karşı dayanıklılığı artırıcı hem de patojenlerin zararını azaltıcı etkiye sahiptir

(Bergmann 1992).

Tespit edilen Ca içerikleri 792-3370 ppm arasında değişim göstermiştir. Alım noktalarına ait ortalamalar arasında farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek Ca içeriği 3370,2 ppm olup, İpsala ilçesinden alınan örneklerde gözlenmiştir.

Magnezyum İçerikleri

Mg, tam olarak enerji, protein ve özellikle nükleik asit metabolizması üzerine etkileri nedeniyle hücrel savunma reaksiyonlarını büyük oranda teşvik etmesi beklenmektedir. Ancak bu konuda yeterli çalışma yapılmamıştır.

Tespit edilen Mg içerikleri arasında en yüksek değer Kırklareli İli'ne ait olup, 2229,2 ppm olarak belirlenmiştir.

2012 ve 2013 yıllarında üretilen ayçiçeği tohumlarında mikro besin konsantrasyonlarının yıllara göre değişim miktarları Çizelge 4.6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.6. 2012-2013 üretim yılı ayçiçeği tohumlarının mikro besin konsantrasyonlarının yıllara göre dağılımı (mg/kg)

No	Ana istasyon/Yıl	P		Ca		Mg		K	
		2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
1	Babaeski	4221,6 a	3299,4 b	1736,6 a	1258,7 b	2015,0 a	1529,5 b	5689,5 a	5299,1 b
2	Edime	4087,1 a	3143,9 b	1426,3 a	976,1 b	1829,7 a	994,16 b	6045,6 a	4044,1 b
3	Tekirdağ	4726,1 a	2886,4 b	1485,9 b	1067,9 b	2067,9 a	1178,7 b	6745,6 a	4719,9 b
4	İpsala	4572,6 a	3124,6 b	3370,2 a	1430,1 b	2070,4 a	1538,1 b	6234,4 a	5895,7 b
5	Kırklareli	5496,8 a	3497,9 b	1705,1 a	1396,9 b	2229,2 a	1482,7 b	7669,8 a	5172,3 b
6	Lüleburgaz	4630,8 a	3008,2 b	1500,3 a	1205,1 b	2139,1 a	1378,8 b	6423,3 a	4848,3 b
7	Hayrabolu	3787,6 a	3180,8 b	1577,5 a	961,62 b	1802,6 a	1368,8 b	6805,0 a	4698,5 b
8	Malkara	3003,8 a	2785,9 b	1218,9 b	1327,6 a	1680,9 a	1368,8 b	5991,2 a	5480,7 b
9	Çorlu	2819,9 b	2880,1 a	1292,2 a	1055,3 b	1500,9 a	1322,3 b	5512,6 a	4732,7 b
10	Muratlı	2542,3 b	3333,7 a	1087,4 b	1126,2 a	1174,5 a	1129,8 b	4949,0 a	4449,8 b
11	Uzunköprü	3598,9 b	3768,9 a	1106,2 b	1389,3 a	1498,8 a	1463,8 a	5554,6 a	5347,3 b
12	Vize	3021,3 b	4388,0 a	1281,0 a	833,73 b	1341,0 a	1337,0 a	4701,3 a	4277,3 b
13	Gelibolu	3021,2 a	3044,8 a	977,0 b	1184,6 a	1367,1 a	1269,7 b	5036,6 a	5122,8 a
14	Keşan	3387,5 a	3054,1 b	1100,4 b	1470,5 a	1448,0 a	1229,2 b	5696,4 a	5778,8 a
15	Pınarhisar	3624,8 b	4293,2 a	1128,0 a	1099,2 a	1404,8 b	1661,0 a	4887,7 b	5543 a
16	Silivri	3127,2 a	2700,7 b	1195,9 b	1412,2 a	1410,2 b	1515,5 a	6242,2 a	5851,8 b
17	Pehlivanköy	4270,0 a	3185,8 b	1314,0 a	1225,2 b	1728,0 a	1354,8 b	7134 a	5187,3 b
18	Havsa	3418,7 b	3615,1 a	1394,4 a	1240,3 b	1506,3 b	1702,3 a	4948,8 b	5959,6 a
19	Çatalca	2216,7 b	2388,7 a	792,38 b	910,67 a	1112,6 b	1303,8 a	3890,5 b	4853,3 a
20	Lalapaşa	3280,0 a	3040,7 b	1157,6 b	1763,8 a	1339,2 b	1700,2 a	5766 b	7308,0 a
21	Meriç	4017,3 a	3012,7 b	805,97 b	1240,7 a	1411,3 b	1658,0 a	5267,0 b	5927 a
22	Şarköy	2450,3 b	2875,7 a	978,93 b	1158,7 a	1267,0 a	1242,2 a	4581,0 b	6268 a
23	Koçgaz	2549,7b	3425,7 a	974,93 b	1617,7 a	1059,0 b	2018,3 a	4041,3 b	7766 a
24	Saray	2852,7 b	2907,8 a	974,93 b	1076,3 b	1474,0 b	1591,2 a	4894,0 b	6082,2 a
25	Enez	3393,7 a	2726,7 b	877,60 b	1333,5 a	1327,3 b	1618,3 a	4867,7 b	5596,3 a
26	Ahmetbey	3384,8 a	2443,8 b	1653,2 a	1357,8 b	1675,1 a	1566,8 b	6352,2 a	5771,9 b
27	Süloğlu	2704,0 b	3475,7 a	1003,9 a	1002,0 a	1182,7 b	1557,3 a	4489 b	5318,0 a
28	Çerkezköy	3212,7 a	2774,7 b	941,2 b	1242,7 a	1287,0 b	1596,3 a	4246 b	5569 a

Her bir değer örneklerden elde edilen üç farklı analiz değerinin ortalamasıdır. As ve Sb elementleri çalışıldı ancak hiçbir bölgede rastlanmadı. Her bir element için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (P<0,05)

Çizelge 4.6 incelendiğinde, Babaeski, Edirne, Tekirdağ, İpsala, Kırklareli, Lüleburgaz, Hayrabolu ve Pehlivanköy alım noktalarına ait örneklerin tüm mikro besin elementlerinin 2012 yılı hasad dönemine ait konsantrasyonlarının 2013 yılı hasad dönemine göre yüksek olduğu, 2013 hasad yılında tüm mikro besin elementlerinin konsantrasyonlarının düşük bulunduğu görülmüştür.

Diğer yandan Saray, Kofçaz ve Çatalca alım noktalarından alınan örneklerin tüm mikro besin konsantrasyonlarının 2012 yılı hasad dönemine göre 2013 yılı hasad döneminde artış gösterdiği belirlenmiştir.

P içeriğinin Ahmetbey alım noktasında yıllara göre azaldığı gözlemlenirken, 2012 yılı için 3384,8 ppm olurken, 2013 yılı için 2443,8 ppm olarak belirlenmiştir. Aynı durum Pehlivanköy ilçesinden alınan örnekler içinde geçerlidir. 2012 yılı P 4270,0 ppm iken, 2013 yılı için 3185,8 ppm olarak saptanmıştır. Yıllara göre mikro besin elementlerinin konsantrasyonları istatistiksel olarak önemli görülmüştür.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Trakya bölgesinde çeşitli nedenlerle ortaya çıkan ve günden güne artan toprak, su ve hava kirliliğinin bölgenin en önemli tarımsal bir ürün olan ayçiçeği tohumlarına etkisinin ağır metaller ve mikro besin elementleri açısından değerlendirildiği bu çalışma neticesinde, demir ve kurşun içeriklerinin ilgili tebliğe göre düşük düzeylerde bulunduğu belirlenmiştir. Kadmiyum varlığı, tüm örneklerde belirlenmesine rağmen genel olarak değerlendirildiğinde önemli düzeylerde bulunmamaktadır. Element çeşit ve düzeyleri insan sağlığını direkt olarak ilgilendiren kalite özellikleri içerisinde. Bitkisel ham yağlardaki element çeşit ve düzeyleri, yağ teknolojisi uygulamalarında kaliteli ve stabil rafine yağ üretiminde önemli bir parametre olarak ta değerlendirilmektedir. Örneğin iz elementlerden özellikle de demir ve bakır gibi elementlerin yağların bozulmasında ciddi etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Bitkisel ham yağlarda bulunabilecek element içeriklerinin en az düzeye indirilebilmesi amacıyla rafinasyon işlemlerinin daha etkili ve kontrollü olarak uygulanması gerekmektedir.

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan ayçiçeği tohumlarının sonraki yıllarda da Trakya bölgesinde örneklemleri tekrar yapılarak muhtelif elementlere ait değerlerin belirli bir süre aralığında değişimleri gözlemlenebilir. Daha fazla element çeşidini konu edinen ve çok sayıda örnekte araştırmalara devam edilmesi endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu Trakya bölgesinde ayçiçeği bitkisinin maruz kaldığı muhtelif ağır metal kirletici kaynaklarına yönelik olarak etkin önlemlerin alınmasında bir zorunluluktur.

Sanayilerin arıtma tesisleri verimli bir şekilde işletilmeli ve yeni kurulacak sanayi tesislerinin mutlaka arıtma üniteleri ile birlikte planlanması gerekmektedir. Ayrıca sanayi tesislerinin tarım alanları yakınına ve kent içine kurulmalarına izin verilmemesi gerekir.

Sanayi ve tarımda çalışanlar ile halkın çevre sorunlarına ilişkin bilgi ve kültür düzeyinin yükseltilmesi, çevre kirlenmesinin doğaya ve toplum sağlığına yansıyan tehlikeleri konusunda bilinçlendirilmesi sayılan önemlemler ve öneriler içinde, belki de en kısa sürede olumlu sonuçlar sağlayarak bir etmendir.

Kirliliğin kontrolünde; yasaklama, standartlar, para cezaları ve denetim gibi geleneksel araçlar araçlar kullanılabilir. Besin maddeleri arzını sınırlayan en önemli faktör,verimli tarım alanlarının amaç dışı kullanılması ile oluşan kayıplardır. Bu sorunların çözümü de tarımsal

alanların optimal kullanımı için ulusal stratejilerin hazırlanması ve uygulanması, tarım alanlarının korunması ve tarım dışı amaçlarla kullanımının koşulsuz olarak önlenmesi, tarım tekniğinin rasyonelleştirilmesi ve tarıma yönelik ekonomik önlemlerin yeniden düzenlenmesi ile mümkün olabilecektir.

Tarımın çevreye verdiği zararları önlemek için tarımsal tekniklerin gerektiği gibi uygulanması, tarımsal girdilerin bilinçli ve az kullanılması, organik tarımın yaygınlaşması ve gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşıyalabilmeleri için sürdürülebilir tarım felsefesinin yaşama geçirilmesi gerekmektedir.

Sulama, gübreleme, ilaçlama gibi toprağı güçlendirmek ve verimi arttırmak için yapılan faaliyetler bilinçli ve kontrollü bir biçimde yapılmalıdır. Buna dikkat edilmediği takdirde, ekolojik dengenin bozulması sonucu toprak ve su kaynakları aşırı derecede kirlenecek, büyük çevre sorunları yaşanacak ve bir süre sonra artmış gibi görünen tarımsal üretimdede hızlı bir düşüş başlayacaktır.

Kırsal nüfus önemli ölçüde doğal kaynaklara fiziki olarak yakın ve hatta bu kaynakların kullanıcısı durumundadır. Bu nedenle, tarım kesiminin de çevre koruma ve doğal kaynakların korunması konusunda eğitsel hizmetlerden yararlandırılması gereklidir. Üreticiler, üretimde buldukları faaliyet kollarında çevreye zarar vermeyecek düzeyde üretim girdilerini kullanmak durumundadırlar. Bunu sağlamak için üreticide çevre koruma ve optimum kaynak kullanım bilincini oluşturmak ve geliştirmek gereklidir.

Meriç Havzası'nda son yıllarda kirlilik artışı; havza planlaması uyarınca Meriç yatağının değiştirilmesi ve seddelerin yapımı sonucunda su girişlerinin büyük ölçüde engellenmiş olması, yapay gübre ve tarımsal ilaç kalıntılarının nehre ulaşması, balık üretiminin azalması, havzada erozyon sonucunda, kanal ve yüzey suları aracılığıyla taşınan tortunun birikmesi, Bulgaristan ve Yunanistan'dan Meriç ve Tunca nehirleri ile sanayi ve tarım kaynaklı kirliliğin Aşağı Meriç Havzası'na taşınması, göller bölgesinde tarla açmak veya satmak amacıyla kaçak saz kesimi yapılması olarak belirtilebilir. Ayrıca, bölgedeki yerleşme alanlarında ısınma amaçlı linyit kömürü kullanılmakta ve büyük oranda çıkan kurşun, bakır ve ağır metaller havaya savrulmakta veya çöplüklerden gelen sızıntı suları ile birlikte akarsu, tarım arazilerini ve tarım ürünlerini kirletebilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ajmal M, Ahmad A, Nomani AA (1982). Microbial uptake of cadmium and its effects on the biochemical oxygen demand. *Water Res*, 16: 1611-4.
- Akın N, Ayar A, Sert D, Çalık N (2003). Konya ilinin değişik bölgelerinden toplanan sütlerin ağır metal içerikleri üzerine bir araştırma. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, İzmir. 22–23 Mayıs, s.355–358.
- Alpaslan, M, Irmak Ş, Kurultay Ş (2001). Effect of physical and chemical refining methods of sunflower oil on the amounts of some metals. *Energy Education Science and Technology* 7 (2): 45–51.
- Altan T, Kanber R, Özbek H, Şekeroğlu E (2000). “Tarım ve Çevre”, *Özgürlük Dünyası Dergisi*, Sayı:102, Ağustos 2000, Ankara.
- Angelova V, Ivanova R, Ivanov K (2004). Heavy Metal Accumulation and Distribution in oil Crops. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 35(17-18): 2551-2566
- Anonim (1991). *Besin bileşimleri, Türkiye Diyetisyenler Derneği*, Ankara.
- Anonim (1994). Yağ nedir, *Milliyet Gazetesi*, 15 Kasım 1994.
- Anonim (1999). *Statistica for the Windows Operating System Stat Soft Inc.*, Tulsa, OK.
- Anonim (2010). <http://www.fao.org> (erişim tarihi: 14.07.2014)
- Anonim (2010a). *Zirai ve İktisadi Rapor 2007-2010*, Türkiye Ziraat Odaları Birliği Ankara. 6:208.
- Anonim (2011). <http://www.cem.com> (erişim tarihi: 19.07.2014)
- Anonim (2011a). Nordic Committee on Food Analysis – Determination by Atomic Absorption Spectrophotometry after Wet Digestion in a Microwave Oven, *Metals*, 1998, Metod no: 161 (NMKL, Nordisk Metoddikommitté for Næringsmidler, National Veterinary Institute-Oslo, Norvegia; <http://www.nmkl.org>.)
- Anonim (2012). *Ergene Havzası Koruma Eylem Planı*, Tekirdağ Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Bilgilendirme Toplantısı, <http://www.nku.edu.tr/minisiteler/userfiles/ergenehavzasieylem.pdf> (erişim tarihi: 14.08.2014)
- Anonim (2013). *Oil World Monthly* 14 Aralık.
- Anonim (2013a). T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, *2012 Yılı Ayçiçeği Raporu* (erişim tarihi: 15.07.2014)
- Anonim (2013b). <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (erişim tarihi: 01.09.2014)

- Arıoğlu HH (2000). Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. ukurova Üniversitesi Ziraat Fakóltesi ders Notları, Yayın No:A-70, Adana.
- Asri FÖ, Sönmez S, ıtak S (2007). Kadmiyum evre ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Derim* 24 (2): 32–39.
- Başkaya HS ve Teksoy A (1997). Topraklarda ağır metaller ve ağır metal kirliliği, I. Uludağ evre Mühendisliği Sempozyumu Bildiri Kitabı, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, s.763–770.
- Baysal A (1989). Genel Beslenme Bilgisi, 5. baskı , Hatipoğlu Yayınevi, Ankara, 189s.
- Belivermiş M, otuk Y, Coşkun M, obanoğlu G (2004). Trakya’da çinko, kurşun ve kadmiyum konsantrasyonlarının bölgesel değişimi. 17. Ulusal Biyoloji Kongresi Bildiriler Kitabı, Adana. 21–24 Haziran, s.115–121.
- Bergmann W (1992). *Nutritional Disorders of Plants. Development, Visual and Analytical Diagnosis.* Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York.
- Bigersson B, Sterner O, Zimerson E (1988). *Chemie und gesundheit, Eine Verst 2nd liche einföhrung in die toxikologie.* VCH Verlagsgesellschaft
- Braam F, Klapwijk A (1981). Effect of copper on nitrification in activated sludge. *Water Res*, 5: 1093-8.
- Cleenewerck B. and Dijkstra AJ (1992). The total degumming process-theory and industrial application in refining and hydrogenation. *Fat Sci. Tech.* 94 (8): 317–322.
- Çalışkan S (2007). “Çorlu Civarında Yetişen Bitkilerde Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi” Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, evre Bilimleri Anabilim Dalı Tekirdağ.
- Çayır A (2005). Havadan Gelen Ağır Metallerin Trakya’daki Dağılımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- epel, N (1997). Toprak kirliliği, erozyon ve çevreye verdiği zararlar. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA) yayınları No.14
- Dabeka RW. and McKenzie AD (1992). Total diet study of lead and cadmium in food composites: preliminary investigations. *Journal of AOAC International* 75 (3): 386–394.
- Doğan Ü. ve Certel M (1999). Antalya-Burdur karayolu çevresinde yetiştirilen buğdaylarda kurşun ve kadmiyum kirlilik düzeylerinin belirlenmesi. *Gıda* 24 (4): 283–288.
- Dölekoğlu T (2003). Türkiye 1. Yağlı Tohumlar, Bitkisel Yağlar ve Teknolojileri Sempozyumu, Bildirileri, İstanbul. Yayın No: 107
- Duffus JH, Worth HGJ(1996). *Fundamental toxicology for chemists.* UK: Royal Society of Chemistry Information Services.

- Dushenkov V, Kumar PBA, Motto H, Raskin I (1995) Environmental Science&Technology, 29, 1239-1245.
- Eken H (2004). Ayçiçeği, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü ISSN 1303-8346, Ankara.
- Erdem B (1999). Trakya'daki Ayçiçeği Yağının Üretim Sorunları ve Türkiye Ekonomisi Üzerine Etkileri, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne.
- Ergen Y ve Sağlam C (2005). Bazı Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus Annuus L.*) Çeşitlerinin Tekirdağ Koşullarında Verim ve Verim Unsurları. www.trakya.edu.tr/Fakulte/ziraar/Turkce/Dergi/200523/3.pdf (erişim Tarihi: 17.07.2014)
- Evans CD, List GR, Beal RF, Black (1974). Iron and Phosphorus Contents of Soybean Oil From Normal and Damaged Beans. J. Am. Oil Chem.
- Fageria NK, Baligar VC, Clark RB (2002). "Micronutrients in crop production", Adv Agron, 77, 185-268.
- Gündüz T (2004). Çevre Sorunları, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Horsfall MJ, Spiff AI (2005). Effects of temperature on the sorption of Pb^{+2} and Cd^{+2} from aqueous solution by *Caladium bicolor* (Wild Cocoyam) biomass. Electron J Biotechn, 8: 143–50.
- Issaq HJ and Zielinski WL (1974). Anal. Chem., 46, 1328.
- Jawad IM, Kochhar S, Hudson BJB (1983). Quality characteristics of physically refined soybean oil: effects of pretreatment and processing time and temperature. J. Food Tech. 18:353–360
- Kabata-Pendias A (2000). Trace Elements in Soils and Plants. 3rd Edition, CRC Press Inc., New York.
- Kahvecioglu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S (2003). Metallerin Çevresel Etkileri-I. Metalurji, 136: 47-53.
- Karaali A (1981). Ayçiçeği Yağının Rafinasyonu Sırasında Bileşiminde Meydana Gelen Değişmeler, Tübitak, Gebze Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, Yayın No.55,s31-50.
- Kaya Y, Tan Ş, Kaya G (2000). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Bitkileri Alt Komisyon Raporu (Ayçiçeği), Edirne-İzmir.
- Kayahan M (2006). Yağlı Tohumlardan Ham Yağ Üretim Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi: 7, 244, Ankara
- Kızıloğlu S (1992). Türkiye Bitkisel Yağ Sanayi. Hasad Dergisi, 7(82), s.28-30, İstanbul.

- Kingston HM (1998). Overview of Microwave Assisted Sample Preparation, Duquesne University, Pittsburgh.
- List GR, Evans CD, Kwolek WF (1971). Copper in edible oils: Trace amounts determined by atomic absorption spectroscopy. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 48 (9): 438-441.
- Madoni P, Davoli D, Gorbi G, Vescoli L (1996). Toxic effects of heavy metals on the activated sludge. Protozoan community. *Water Res*, 30: 135-41.
- Majer JR and Khalil SEA (1981). *Anal. Chim. Acta*, 126, 175.
- Nergiz C ve Ünal K (1986). Lipidlerin Bozunması Üzerine Metallerin etkileri. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri B, Gıda Mühendisliği 4(1): 86-97
- Özbek H, Kaya Z, Gök M, Kaptan H (1995). Toprak Bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitapları, Yayın No. 73, 35s.
- Özçatalbaş O (1996). "Çevre Korumada Tarımsal Yayımlar", *Bilim ve Teknik Dergisi*, Nisan
- Özdemir Hİ (1981). Genel Anorganik ve Teknik Kimya. İstanbul: Matbaa Teknisyenleri Basımevi,
- Peker İ (1993). Soya fasulyesi ve ayçiçeği ham yağında eser element tayini, *Gıda* 18 (2): 121-124.
- Peredi J ve Balogh A (1981). Experimental data on the tocopherol content of Hungarian vegetable oils, *Olaj Szappan Kozmetika* 30 (1): 1-5.
- Prevot A, Gente JM, Morin O (1977). Progress in atomic absorption spectrometry of fats, *Revue Française des Corps Gras* 24: 409-418.
- Robertson DE (1968). *Anal. Chem.*, 40, 1067.
- Robertson DE (1972). Contaminasyon Problems in Trace Elements Analysis and Ultrapurification, New York, 207.
- Sağlam T, Bahtiyar M, Cangir C, Tok HA (1993). Toprak Bilimi, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, 1,2-3,17-23.
- Saldamlı İ (1998). Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi yayınları, Ankara. 527s.
- Sandel EB, Onishi H (1978). Photometric Determination of Traces-of Metals-General Aspects, Wiley, New York.
- Skoog DA, West DM, Holler FJ (1996). Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders Collage Publishing, Philadelphia, New York.
- Sleeter RT (1981). Effects of processing on quality of soybean oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 58: 239-247.

- Sullivan FE (1980). Sunflower oil processing from crude to salad oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 57 (11): A845-A847.
- Şabudak T, Şeren İ, Kaykioğlu İ, Dinçer AR (2007). Determination of Copper, Zinc and Lead Contents in Sunflower Plants. *J. Environmental Protection and Ecology* 8 (1) : 101-106
- Şahan Y (2003). Süt ürünlerinde ağır metal kontaminasyonu, Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İzmir, 22–23 Mayıs, s.347–350.
- Şahan Y ve Başoğlu F (2003). Ağır metal iyonlarının insan sağlığına etkisi. *Dünya Gıda* 8 (3): 70–76.
- Şanlı Y (1984). Çevre Sorunları ve Besin Kirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 2: 17-37
- Tanrıvermiş H (2003). “Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi”, A.Ü.Z.F. Tarım Ekonomisi Bölümü Ders Notları, Yayınlanmamış, Ankara.
- Taşan ve Geçgel (2007). Bitkisel Karışım Sıvı Yağların Yağ Asiti Bileşimlerinin İncelenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi
- Taşan M (1999). Farklı rafinasyon yöntemlerinin (kimyasal ve fiziksel) ayçiçeği yağı bileşimine ve oksidatif stabilitesi üzerine etkileri. (Doktora Tezi) Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 75s.
- Ünal K, Nergiz C, Katmer E (1989). Bazı bitkisel yağların rafinasyonu sırasında demir ve bakır niteliklerindeki değişiklikler, I. Uluslararası Gıda Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Bursa, s.131–136.
- Üstbaş Y, Taşan M, Geçgel Ü (2009). Trakya Bölgesinde Üretilen Ayçiçeği Tohumu (*Helianthus annus L.*) Yağlarında Bakır, Demir, Kadmiyum ve Kurşun İçeriklerinin Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(1):55-61.
- Vandecasteele C and Block CB (1993). *Modern Methods for Trace Element Determination*, John Wiley&Sons Ltd., England.
- Vural N (1984). Toksikoloji. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fak. Yayınları No. 56, 20s.
- Waara KO (1992). Effects of copper, cadmium, lead and zinc on nitrate reduction in a synthetic water medium and lake water from Northern Sweeden. *Water Res*; 26: 355-364.
- Webber J (1981). Trace metals in agriculture, In: Lepp NW, editor. *Effect of heavy metal pollution on plants: Metals in the environment*, vol. II. London New Jersey: Applied Sci Publ, 84-159.
- Wiedermann LH (1981). Degumming, refining and bleaching soybean oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 58 (3): 159–168.
- Yıldız K, Sipahioğlu Ş, Yılmaz M (2000). Çevre Bilimi, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık,

Sayfa:91, Ankara.

Young FVK (1990). Physical refining, World Conference Proceedings Edible Fats and Oils Processing, Basic Principles and Modern Practices, pp: 124-135.

Yörük O (2008). Ergene Havzasında Yetiştirilen Ayçiçek Bitkisinde (*Helianthus annuus L.*) Bazı Eser Element İçeriklerinin ICP-OES ile Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Edirne.

Zengin FK, Munzuroğlu Ö (2006). Ayçiçeği Fidelerinin Toplam Çözülebilir Protein, Prolin ve Klorofil Miktarları Üzerine Cıva Klorürün Etkileri, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimi Dergisi 18 (1), 25-30.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Kırklareli ili, Babaeski ilçesi, katranca köyü'nde doğdu. 2005 yılında Pamukkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nden Kimyager olarak mezun oldu. 2006 yılında askerlik görevini Kimya öğretmeni olarak tamamladı. 2011 Yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı

2007 yılında S.S. Trakya Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifleri Birliği (TRAKYA BİRLİK) Entegre Tesisleri Laboratuvar Ünitesi'nde Kimyager olarak göreve başladı. 2012 yılında Laboratuvar Ünitesi'ne şef olarak atandı, halen Laboratuvar Şefi olarak görevine devam etmektedir.

Ayçiçeği (oleik), yem, ayçiçeğinde mildiyö hastalığı konularında farklı projelerde yer aldı. Laboratuvar, işletme, tarım, kalite yönetim sistemleri (ISO 9001, 22000, 14001), araştırma-geliştirme, proje yürütme konularında çalışmalar yürütmektedir. Laboratuvar, kimya, laboratuvar cihazlarının kullanımı ve TSE'nin düzenlediği Kalite Yönetim Sistemleri hakkında düzenlenen çeşitli kurs, seminer ve eğitimlere katılmıştır. Bildiği yabancı dil İngilizcedir.