

**T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇEŞİTLİ ORGANİK BAKLIYAT VE HUBUBAT ÜRÜNLERİNDE BAZI
MAKRO VE MİKRO ELEMENT İÇERİKLERİNİN İNDÜKTİF
EŞLEŞMİŞ PLAZMA-OPTİK EMİSYON SPEKTROSKOPİSİ (ICP-OES)
CİHAZI İLE BELİRLENMESİ**

PINAR ÖZTÜRK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. MURAT TAŞAN

TEKİRDAĞ-2018

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Murat TAŞAN danışmanlığında, Pınar ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “Çeşitli Organik Bakliyat Ve Hububat Ürünlerinde Bazı Makro Ve Mikro Element İçeriklerinin İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) Cihazı İle Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Murat TAŞAN

İmza:

Üye: Prof. Dr. Ümit GEÇGEL

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Harun URAN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇEŞİTLİ ORGANİK BAKLIYAT VE HUBUBAT ÜRÜNLERİNDE BAZI MAKRO VE MİKRO ELEMENT İÇERİKLERİNİN İNDÜKTİF EŞLEŞMİŞ PLAZMA-OPTİK EMİSYON SPEKTROSKOPİSİ (ICP-OES) CİHAZI İLE BELİRLENMESİ

Pınar ÖZTÜRK

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN

Bu çalışmada bazı makro ve mikro element miktarlarının, ülkemizde organik yöntemlerle üretilen, kolay erişilebilen ve organik ürün sertifikası bulunan bazı bakliyat ve hububat çeşitlerinden bulgur, buğday, kırmızı mercimek, kuru börülce, kuru fasulye, mısır, nohut, pirinç, yeşil mercimek, yulaf ürünlerinde belirlenmesi amaçlandı. Toplamda 120 adet örnek incelendi. Organik sertifikalı hububat ve bakliyatlarda makro elementlerden kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), sodyum (Na), mikro elementlerden ise kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu), nikel (Ni), çinko (Zn), krom (Cr), civa (Hg), demir (Fe), kalay (Sn), arsenik (As), alüminyum (Al), mangan (Mn), kobalt (Co) element düzeyleri ölçüldü. Elde edilen sonuçlar organik sertifikalı hububat ve bakliyat örnekleri arasında istatistiksel olarak ($P < 0,05$) önemli farklılıklar gösterdi. Organik sertifikalı hububat ve bakliyat çeşitlerinde Pb, Cr, Cd, Hg, As, Co elementleri tespit edilebilir düzeyde bulunmadı. Diğer makro elementlerden 1147,4-2413,2 ppm S, 20,3-602,1 ppm Ca, 698,2-2854,8 ppm P, 4,66-26,50 ppm Na, 1494,4-9557,0 ppm K, 18,98-821,1 ppm Mg; mikro elementlerden ise 2,13-17,84 ppm Cu, 0,32-5,39 ppm Ni, 9,09-32,48 ppm Zn, 1,34-42,70 ppm Fe, 1,07-3,01 ppm Sn, 0,39-7,42 ppm Al, 4,68-22,83 ppm Mn aralıklarında değişim gösterdi.

Anahtar kelimeler: organik hububat, organik bakliyat, makro ve mikro elementler, ICP-OES

2018, 106 sayfa

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE DETERMINATION OF SOME MACRO- AND MICROELEMENT CONTENTS IN VARIOUS ORGANIC CERTIFIED CEREAL AND LEGUME PRODUCTS BY INDUCTIVELY COUPLED PLASMA-OPTICAL EMISSION SPECTROMETRY (ICP- OES)

Pınar ÖZTÜRK

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

Counsellor: Prof. Dr. Murat TAŞAN

In this study, it is aimed to determine some macro and microelement contents in wheat, red lentils, dry cowpea, dry bean, corn, chickpea, rice, green lentils, bulgur and oat products which are produced with organic methods in our country, which are easily accessible and organic product certificates. A total of 120 samples were examined. Organic certified cereals and pulses lead (Pb), cadmium (Cd), copper (Cu), nickel (Ni), zinc (Zn), chromium (Cr), mercury (Hg), iron (Fe), tin (Sn), Arsenic (As), aluminum (Al), manganese (Mn), cobalt (Co), sulfur (S), calcium (Ca), phosphorus (P), sodium (Na), potassium (K), manganese (Mg) element levels were measured. The results showed statistically significant differences ($P < 0,05$) between organic certified cereals and pulses. Pb, Cr, Cd, Hg, As, Co elements were not detected in organic certified cereals and pulses. The other elements are 2.13-17.84 ppm Cu, 0.32-5.39 ppm Ni, 9.09-32.48 ppm Zn, 1.34-42.70 ppm Fe, 1.07-3.01 Sn, 0.39-7.42 ppm Al, 4.68-22.83 ppm Mn, 1147.4-2413.2 ppm S, 20.3-602.1 ppm Ca, 698.2-2854.8 ppm P, 4.66-26.50 ppm Na, 1494.4-9557.0 ppm K, 18.98-821.1 ppm Mg showed differences in the range.

Key words: organic cereals, organic legume, macro and microelement, ICP-OES

2018, 106 pages

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------------|
| ÖZET | iv |
| ABSTRACT | v |
| İÇİNDEKİLER | vi |
| ÇİZELGE DİZİNİ | vii |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ | 7 |
| 2.2.Ağır metal bulaşma kaynakları | 32 |
| 3. MATERYAL ve METOT | 44 |
| 3.1. Materyal | 44 |
| 3.2. Metod | 44 |
| 4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA | 47 |
| 4.1. Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Cıva (Hg), Arsenik (As) ve Kobalt (Co) İçerikleri | 47 |
| 4.2. Bakır (Cu) İçerikleri | 52 |
| 4.3. Nikel İçerikleri | 54 |
| 4.4. Çinko İçerikleri | 57 |
| 4.5. Demir (Fe) İçerikleri | 59 |
| 4.6. Kalay (Sn) İçerikleri..... | 62 |
| 4.7. Alüminyum (Al) İçerikleri | 63 |
| 4.8. Mangan(Mn) İçerikleri | 65 |
| 4.9. Kükürt (S) İçerikleri | 68 |
| 4.10. Kalsiyum (Ca) İçeriği..... | 69 |
| 4.11. Fosfor (P) İçerikleri | 71 |
| 4.12. Sodyum(Na) İçerikleri..... | 74 |
| 4.13. Potasyum (K) İçeriği | 76 |
| 4.14. Magnezyum (Mg) İçerikleri | 79 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER | 81 |
| 6. KAYNAKLAR | 85 |
| ÖZGEÇMİŞ | 106 |
| TEŞEKKÜR | 107 |

ÇİZELGE DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 2.1. Elementlerin zehirlilik durumuna göre sınıflandırılması..... | 17 |
| Çizelge 2.2. Endüstride en çok kullanılan ağır metaller..... | 33 |
| Çizelge 3.1. ICP-OES cihazında analizi yapılan elementlerin LOD ve LOQ değerleri(ppb).. | 46 |
| Çizelge 3.2. ICP-OES cihazında analizi yapılan elementlerin LOD ve LOQ değerleri(ppb).. | 46 |
| Çizelge 4.1. Organik bakliyat ve hububatlarda Cu elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 52 |
| Çizelge 4.2. Organik bakliyat ve hububatlarda Ni elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 55 |
| Çizelge 4.3. Organik bakliyat ve hububatlarda Zn elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 57 |
| Çizelge 4.4. Organik bakliyat ve hububatlarda Fe elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 60 |
| Çizelge 4.5. Organik bakliyat ve hububatlarda Sn elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 63 |
| Çizelge 4.6. Organik bakliyat ve hububatlarda Al elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 64 |
| Çizelge 4.7. Organik bakliyat ve hububatlarda Mn elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 67 |
| Çizelge 4.8. Organik bakliyat ve hububatlarda S elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 68 |
| Çizelge 4.9. Organik bakliyat ve hububatlarda Ca elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 69 |
| Çizelge 4.10. Organik bakliyat ve hububatlarda P elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 72 |
| Çizelge 4.11. Organik bakliyat ve hububatlarda Na elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 75 |
| Çizelge 4.12. Organik bakliyat ve hububatlarda K elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 77 |
| Çizelge 4.13. Organik bakliyat ve hububatlarda Mg elementi ortalama miktarları (ppm)..... | 79 |

1.GİRİŞ

Yemelik baklagiller, beslenmemiz açısından değerli olup, kuru tanelerinde bulunan yüksek oranda protein bakımından diğer besin gruplarına göre önemli bir üstünlük gösterir. Kalsiyum, demir, fosfor gibi elementlerle B₁, B₂ ve niasin gibi vitaminler bakımından diğer besinlere göre belirgin bir üstünlüğü vardır. Baklagiller büyük oranda protein kaynağı, önemli bir diyet ürünü aynı zamanda toprak ve su kaynaklarını koruyan besin kaynağıdır. İnsan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si yemelik baklagillerden sağlanmaktadır (Anonim 2018a).

Hububatlar, bugün birçok beslenme kültüründe dengeli bir beslenme için vazgeçilmez ürünlerden kabul edilmektedir. Hububatların içerdiği lif, vitamin E ve B, sağlıklı yağlar, çeşitli mineraller, karbonhidrat ve enzimler insan vücudu için oluşturduğu faydalar açısından dikkate değerdir. Hububatların yanı sıra kuru fasulye, barbunya, mercimek, bakla, bezelye gibi ürünlerden oluşan baklagiller de sağlıklı bir beslenmede kilit rol oynamakta, hububatlarla birleştiğinde de dengeli bir diyetin elzem bir parçası olmaktadır (Anonim 2018b). Ülkemiz beslenmesinde çok önemli bir yer tutan ve yurt dışına giderek artan miktarlarda ihraç edilen, işlenmiş hububat ve bakliyat ürünleri aynı zamanda ekonomimiz açısından da önemlidir (Anonim 2018c).

Dünyanın gelişmiş ülkelerinde, insana ve doğaya dost, verim artışı yerine tarımsal ürünün kalitesini arttırmayı hedefleyen alternatif bir üretim şekli olan organik tarım, bilhassa tüketici talebi ve devlet desteklerinin olumlu etkileriyle hızlı bir gelişme göstermiştir. Tüketicilerin gıda tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler, gıda güvenliğine yönelik tereddütler ve en önemlisi de insan sağlığı konusundaki düşünceler organik ürünlere olan talebi gün geçtikçe arttırmıştır (Başarır ve Çetin 2006). 1980'li yıllardan itibaren organik gıda ticareti dünyada önemli gelişmeler göstermiştir. Sonraki yıllarda tüketicilerin dioksin, deli dana, GDO ve benzeri tehditlere ilişkin hissettikleri kaygı ve buna bağlı olarak konvansiyonel ürünlere karşı güvensizlik sebebiyle dünyada ve ülkemizde de organik gıdalara olan tüketici talebinde önemli artışlar olmuştur (Aksoy ve ark. 2005).

Tarım ürünlerinin çeşitliliği bakımından zengin bir ülke olmamıza rağmen bu ürünlerin yetiştirilmesi, işlenmesi, taşınması ve depolanması aşamasında çeşitli kimyasal ve biyolojik kontaminasyonlar olabilmektedir. Çeşitli kimyasal ve biyolojik kontaminasyonların

görüldüğü ürünler arasında işlenmiş hububat, bakliyat ile kahvaltılık çerez gibi gıdalar sayılabilmektedir (Jimenez ve ark. 1991). Gıda güvenliği ve güvencesi, temel insanlık hakkı olup, ülkelerin stratejik öneme sahip konuları arasında yer almaktadır. Son yıllarda tüketici taleplerinde güvenilir gıdaların tercih edilmesi yönünde önemli değişiklikler görülmektedir. Tüketici alacağı ürünün insan sağlığına uygun ve güvenli üretildiğinden emin olmak istemekte ve bu ürünleri daha çok tercih etmektedir (Anonim 2013a).

Günümüzdeki teknolojik gelişmeler, toplumları kıyasıya bir rekabete ve her geçen gün yeni değişimlerin yaşandığı ekonomik bir yarışa itmektir. Dünya nüfusunun hızla artış göstermesi, gelişen teknolojiye bağlı çevre kirliliği ve ülkeler arası ekonomik dengesizlikler beslenme sorunlarına yol açarak, güvenli gıda teminini ve bu konudaki denetimleri zorlaştırmaktadır. Tüketicilerin bilinçlenmesi, beslenme alışkanlıklarının değişmesi ve beklentilerinin artması, gıda işletmelerini ürün kalitesini iyileştirmeye daha fazla yönlendirmektedir. Gıda işletmelerde, kontrolün ele alındığı noktadan, kontrolün bırakıldığı noktaya kadar ki tüm süreçleri kapsayan ve olası tehlikelerin oluşmadan önlenmesini hedefleyen, gıda güvenlik sistemlerinin uygulanması ve yetkili kurumlarca etkin bir şekilde denetlenmesi ve bu konuların sürekliliklerinin sağlanması en önemli konudur (Topal 1996). Gıdanın ekonomik önemi ve insan faktörü göz önüne alındığında, toplum içerisinde gıda güvenliğinin ön planda tutulması gerekliliği daha iyi anlaşılmaktadır.

Son yıllarda insanlarda oluşan çevre bilinci, ekolojik dengenin korunmasına yönelik çalışmaların başlamasına neden olmuştur. Tarım sektörünün sağlıklı çevre ve sağlıklı ürün üzerindeki olumsuz etkilerine karşı alternatif üretim yöntemleri ortaya çıkmıştır. Organik tarım da bu alternatif yöntemlerden sadece birisidir. Knudson (2007), organik tarımın temel amacını, öncelikle insan ve çevre sağlığını koruyan, her çeşit gıda ve besin maddesinin canlı çevreye zarar vermeden üretmek ve tüketmek olarak belirtmektedir. Tarım ve hayvancılıktan daha yüksek miktarlarda ürün elde etmek, verimliliği arttırmak için kullanılan kimyasal girdiler insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Ak 2002). Organik tarım çevre kirliliğinin azalmasına olumlu katkılar sağlayarak, ekosistemde sarsılan doğal dengeyi yeniden oluşturmak, biyoçeşitlilik ve sürdürülebilir tarımın devamı açısından olduğu kadar insanların sağlıklı gıdalar ile beslenmesine de olanak sağlayan tarımsal üretim yöntemidir.

Yirminci yüzyılın başından itibaren endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin giderek artması ve buna bağlı 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 farklı kaynaklardan kirlenmesine neden olmaktadır (Şahan 2003, Taşan ve İmer 2018). Bu durum yaşayan her türlü canlının sağlığını tehdit eder hale gelmiş olup ekolojik ortamın sürdürülebilirliğini de tehlikeye sokmuştur. Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC) gıda kontaminantlarını, gıdalara istenilerek katılmadığı halde üretim, işleme, hazırlama, depolama, ambalajlama, taşıma veya çevre kirlenmesi sonucunda gıdalara bulaşan kimyasal maddeler olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda insan sağlığını tehdit eden en önemli gıda kontaminantlarından birisi olarak ağır metaller karşımıza çıkmaktadır (Türközü ve Şanlıer 2014).

İnsan sağlığı ve çevre sorunları günümüzde bütün dünya ülkelerinin üzerinde durduğu önemli konulardan birisidir. Tarım ürünlerinin artan olumsuz etkileri ve konvansiyonel tarım karşısında, organik tarıma geçiş büyük önem kazanmıştır. Çevre korunmasına yönelik, tarımsal çevre kirliliğini önleyebilecek, insanlar üzerinde kimyasalların olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak olan organik tarım, alternatif bir tarım yöntemidir (Yolcu 2013). Organik tarım; ekolojik sistemde kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya ve korumaya yönelik, insana ve çevreye dost üretim sistemlerini içeren, sentetik kimyasal ilaçlar, büyümeyi düzenleyiciler ile gübrelerin kullanımını yasaklamasının yanında, organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, hastalık ve zararlılara karşı bitkinin direncini artırmayı tavsiye eder. Bu üretimde sadece miktar artışının değil, aynı zamanda ürün kalitesinin de yükselmesini amaçlayan, her aşaması kontrollü ve sertifikalı olan alternatif bir üretim şekli olarak ifade edilmektedir (Gök 2008).

Çevre kirliliğine ve doğal dengenin bozulmasına neden olan en büyük etkenlerden biri, yoğun olarak kimyasalların kullanıldığı tarımsal uygulamalardır. Aşırı düzeyde suni gübre ve pestisitlerin kullanıldığı organik tarım dışındaki tarım uygulamaları, yalnızca çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulmasına neden olmamakta aynı zamanda besin zinciriyle tüm canlılara ulaşarak yaşamlarını tehdit etmektedir (Aksoy 2001). Organik tarım, sürdürülebilir tarımda kilit rol oynamaktadır (Gök 2008). Organik tarım giderek yoğunlaşan tarımsal girdi kullanımının oluşturduğu sağlık ve çevre sorunlarının çözümünde etkin bir alternatif tarım sistemi olarak kabul edilmektedir (Aksoy 2001, Güleç 2013). Organik tarım, toprağın yapısının korunması ve toprağın içindeki biyolojik yaşam dengesinin yeniden kazanımını hedeflemektedir (Gökhan 2011). Organik ürünler, doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik, insana ve çevreye dost üretim sistemini içeren, esas olarak sentetik kimyasal tarım ilaçları, hormonlar ve sentetik mineral gübrelerin kullanımını yasaklayan, bunların yerine organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, bitkinin direncini artırma, doğal

düşmanlardan yararlanması gibi birçok çevre dostu tekniği tavsiye eden, üretimde sadece miktar artışını değil aynı zamanda ürün kalitesinin de yükseltilmesini amaçlayan alternatif bir üretim sonucu elde edilen nihai ürünlerdir (Anonim 2006).

Günümüzde gıda endüstrisinde yapılan çalışmalar tüketiciye sağlık açısından daha güvenli ve farklı özelliklerde değişik ürünlerin sunumunu hedeflemektedir (Taşan ve İmer 2018). Organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen çeşitli tarımsal ürünler gıda endüstrisinin bu hedeflerini destekleyici özelliklere sahiptir. Çünkü ülkemizde organik tarım uygulamalarında 1990'ların başlangıcında sadece ihracata yönelik talepler doğrultusunda sınırlı sayıda ürüne (üzüm, incir, kayısı, fındık, baklagil ve pamuk ve benzerleri) yönelik yapılan üretim günümüzde yaş meyve ve sebzeden tarla bitkilerine, hayvancılıktan su ürünlerine, işlenmiş ürünlerden tekstile ve agro-eko turizme kadar birçok alanda organik üretim olarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de organik tarım ürünleri üretimi başlatan önemli nedenlerden birisi geleneksel ürünlerin Avrupa'daki organik pazarlardan talep edilmesi olmuştur. Ülkemizde başta ihracata bağlı olarak gelişen organik tarım, gıda güvenilirliği konusunda tüketici bilincinin gelişmesine paralel olarak iç pazarda da talep edilir hale gelmiştir (Anonim 2013b). Bu gelişmelerle birlikte, 5262 sayılı "Organik Tarım Kanunu" 03.12.2004 tarihli, 25659 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Bu Kanuna dayalı olarak hazırlanan "Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik" ise, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Türkiye'nin yasal düzenlemelerinde ülke koşullarının yanı sıra Avrupa Birliği ile mevzuat uyumu korunmaktadır. Bunun sonucu olarak da Ulusal organik tarım mevzuatı Avrupa Birliği mevzuatı ile uyumlu hale getirilerek 2010 yılında yeniden yayımlanmıştır. Diğer taraftan, ülkemizde 2013-2016 Ulusal Organik Tarım Eylem Planının (Anonim 2013b) hazırlanmış olması bu konuya ne kadar önem verildiğini de ortaya koymaktadır. Bu eylem planında ekolojik dengenin korunarak, tarımda sürdürülebilirliğin sağlanması, tüketiciye güvenilir ve kaliteli ürünlerin sunulması amacıyla organik ürünlerin üretimi ve tüketiminin yaygınlaştırılarak, organik tarımsal üretim ve pazarlamanın düzenlenmesi ve geliştirilmesi hedeflenmektedir.

Tüm dünyada ve Türkiye'de 20. yüzyılın sonlarına doğru teknik gelişmelerle birlikte sosyal ve ekonomik gelişmelerin yaşanması, teknik yeniliklerin tarımda kullanımının yaygınlaşması, tarımsal üretimin artışı, eğitim düzeyinin artışı, kadınların çalışma hayatına atılmaları tüketicilerin gıda ürünlerinden beklentilerini değiştirmektedir. Bu beklenti değişimi gıda üretimlerini çeşitlendirmekte, işlenmiş ürünleri aynı zamanda da sağlık risklerini artırmaktadır. Gıda endüstrisinde yaşanan hızlı büyüme ile gıdalardan kaynaklanan

hastalıkların artması ve son yıllarda daha hızlı yayılması; tüketicilerde güvenli gıda yönünde bir bilinç ve tüketim eğilimi geliştirmektedir (Tokalak 2010). Özellikle organik gıda ürününün tercih edilmesi ve artan çevre bilinci modern tarım uygulamalarına yeni bir bakış açısı getirmiştir (Chen 2009). 20. yüzyılın ikinci yarısında, sentetik kimyasalların gübre ve zirai mücadele ilaçları olarak kullanılmasındaki artış karşısında, organik tarım eğilimi artmıştır. Organik gıda tüketimi son yıllarda hızla artmaktadır (Makatouni 2002). 1960'lı yıllarda yoğun tarım teknikleri ile verimde %100'e varan artışlar sağlanmıştır. Ancak yoğun üretim teknikleri ekosistemi bozmuştur. Kimyasal ilaç ve gübre kullanılarak üretilen gıdalar insanlarda sağlık sorunlarına yol açmıştır. Bunların etkisiyle, ekoloji bilimi önem kazanmış, doğaya zarar vermeyen sağlıklı ürünler üreten tarım teknolojileri ön plana çıkmaya başlamıştır. Bunun sonucunda doğayla dost bu yeni tarım tekniğine ekolojik, organik veya biyolojik tarım denilmektedir (Ak ve Koyuncu 2001).

Organik gıdalar denildiğinde ise basit olarak yetiştirilmesinde ve işlenmesinde genetik mühendisliğin, yapay ve benzeri gübrelerin, böcek ilaçlarının, yabancı ot ve mantar öldürücü ilaçlarının, büyütme düzenleyicilerinin, hormonların, antibiyotiklerin, koruyucuların, renklendiricilerin, katkı maddelerinin, kimyasal kaplama ve parlaticı maddelerinin ve kimyasal ambalaj malzemelerinin kullanılmadığı gıda maddeleri anlaşılmalıdır (Ataseven ve Güneş 2008, Edward 2009). Bir ürünün organik olabilmesi için Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş kontrol ve/veya sertifika kuruluşu tarafından gerekli kontrollerinin ve sertifikalandırılmasının yapılması gerekmektedir. Son yıllarda iç piyasada sıkça kullanılan “Doğal ürün, klasik ürün, köy ürünü, naturel ürün” gibi terimlerle adlandırılan ürünler organik ürünlerle karıştırılmaması gerekmektedir.

Organik tarım alanındaki bu gelişmeye paralel olarak organik pazar da büyümektedir. Organik gıdaların 2014 yılı için küresel pazar büyüklüğü 80 milyar dolar dolayında gerçekleşmiştir. Lider pazar konumundaki Kuzey Amerika'nın pazar büyüklüğünün 38,5 milyar dolar, Avrupa'nın 35 milyar dolar ve Asya, Avustralya ve diğer bölgelerin 6,6 milyar dolar olduğu belirtilmektedir (Sahota 2016). Organik ürün pazarında özellikle, sertifikalı organik ürünlere olan tüketici talebinin geçen yıllarda olduğu gibi arttığı görülmektedir. Organik ürünler açısından en büyük pazar olan Amerika'daki %11'lik artış göze çarpmaktadır. Dünyada kişi başına organik ürün tüketiminde 2014 yılı verilerine göre 221 Euro ile İsviçre ilk sırada yer almaktadır. İsviçre'yi 164 Euro ile Lüksemburg, 162 Euro ile Danimarka izlemektedir (Lernoud and Willer 2016).

Organik ürün pazarındaki bu büyümeye, günümüzde çevre konularında yaşanan olumsuz gelişmeler ve tüketicilerin sürdürülebilir tüketim davranışına yönelmeleri de etkili olmuştur (Sarıkaya 2007, Bartels ve Onwezen 2014). Ayrıca tüketicilerin yaşam standartları ve eğitim seviyelerinin yükselmesi, bilgiye kolay erişim, gelişen çevresel ve sosyal bilinç gibi gelişmeler ve eğilim haline gelen organik kavramı için farkındalığın artması da organik ürünler açısından tüketici ilgisi ve satın alma niyetinin artarak gelişmesine katkıda bulunmaktadır.

Organik ürünlerde gıda güvenliği ile ilgili çalışmalar günümüzde yeterli düzeylerde değildir. Literatürde yer alan bazı araştırmalar genel olarak organik gıdaların konvansiyonel gıdalara kıyasla daha güvenli olduğunu göstermektedir. Ülkemizde bu kapsamda daha fazla çalışmaya gerek vardır. Ülkemizde organik tarım uygulamalarının ne derece doğru olduğu, bu konuda gıda güvenliği açısından çeşitli eksikliklerin bulunup bulunmadığı konusunda ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Gıdalar, besin değerlerinin yanı sıra element içeriklerine bağlı olarak insan sağlığı üzerindeki etkileriyle de ele alınmaktadır. Literatürde konvansiyonel yöntemlerle üretilen tarım ürünlerinin ağır metal içeriklerini konu edinen çeşitli çalışmaların verileri yer almakla birlikte organik tarım yöntemi ile üretilen tarım ürünleri ile ilgili bu yönde henüz yeterli veri bulunmamaktadır.

Ağır metal kontaminasyon riskinin organik gıdalar için belirlenmesi organik tarım uygulamalarının bu riski azaltacak şekilde düzenlenmesine, bu riske karşı önlemler alınmasına ve tüketicinin organik gıdaların güvenliği konusunda daha doğru bilgilendirilmesine yol açabilecektir. Bu çalışmada, son yıllarda ülkemizde üretimi ve tüketimi artarak devam eden ve organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin bilhassa ağır metal kontaminasyon riski yönünden değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çeşitli elementlerin (Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Fe, Sn, As, Al, Mn, Co, S, Ca, P, Na, K, Mg) konsantrasyonlarının indüktif eşleşmiş plazma/optik emisyon spektroskopisi (ICP-OES) cihazı ile organik sertifikalı bakliyat ve hububat çeşitlerinde (pirinç, kuru fasulye, kuru börülce, kırmızı mercimek, yeşil mercimek, nohut, bulgur, yulaf, buğday, mısır) araştırılması amaçlanmış olup, elde edilen verilerin diğer organik gıda grupları ile literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılması hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gıda temin ve tüketim alışkanlıkları hızla değişmektedir. Bir zamanların dünyayı değiştirme ya da olduğu gibi koruma tutkularının yerini güvenliği sağlama kaygısı almıştır (Furedi 2014). Yüz yıl önce yüksek kalori önemli iken bugün düşük kalorili ürünler hızla yaygınlaşmaktadır. Şehirleşmenin yol açtığı yeni tüketim alışkanlıkları neticesinde gıdanın bilinçsiz üretimi, sunumu ve tüketiminden kaynaklanan sağlık ve üretim sorunları gıda güvenilirliği kavramını doğurmuştur.

Alternatif tarım sistemi arayışları, çevre dostu ve doğaya duyarlı bir üretimi benimseyen organik tarım uygulamalarına doğru bir yönelim doğurmuştur. Organik tarım sisteminin vaat ettiği geleceğin bir çıkış yolu olduğu fark edilince tüm dünya ülkelerinde söz konusu tarım sistemine ilişkin ortak bir bilinç oluşturma çabaları başlamıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda organik ürün talebi artmış ve özellikle gelişmekte olan ülkeler için yeni pazar olanakları ortaya çıkmıştır. Ancak söz konusu ürünlerin üretim maliyetlerinin fazla olması ve üretim sürecinin uzun sürmesi dolayısı ile konvansiyonel tarım ürünlerinden daha pahalı fiyatlarla satılması organik ürün ticaretinin yaygınlaşmasındaki en önemli engel haline gelmiştir (Anonim 2018d).

Organik tarım tarımsal üretimin insana ve çevreye en az düzeyde zarar vermeyi amaçlayan, sentetik kimyasallar ve bu kimyasalların hatalı uygulamaları sonucu ekolojik sistemde kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik hedefler geliştiren ve en önemlisi tüm hedeflerini ve vaat ettiklerini tüketiciye sunabilmek için üretim sürecinin takibinin yapıldığı bir tarım yöntemidir (Anonim 2012a).

Organik tarımın amacı; toprak ve su kaynakları ile havayı kirletmeden, çevre, bitki, hayvan ve insan sağlığını korumaktır. Organik tarımın en önemli hedeflerinden biri de üretimde hiçbir şekilde GDO kullanmamaktır. Organik tarımın bir alternatif tarım olarak nitelendirilmesi mümkün değildir. Çünkü klasik ve konvansiyonel tarım yöntemlerine göre üretim girdilerinde organik tarım faaliyetlerinin maliyeti daha yüksektir. Organik tarımda yüksek kalitede ve yeterli miktarda ürün üretmek, maksimum verimi elde etmekten daha önce gelmektedir. Organik tarımın bu hedefi pazarlama ve satış sistemlerinde de farklı uygulamalarla ortaya çıkmaktadır. Kalite ve güven asıl amaç olduğu için ürünün üreticiden tüketiciye gidene kadar hangi aşamalardan geçtiği sertifikalarla ürünün standartlarının uygunluğu belgelenmektedir (Aksoy ve Altındışli 1990).

Doğa dostu olma özelliği herkes tarafından kabul edilen organik tarım, temelde çevre dengesi ve ekonomik olarak kendi kendine yeterliliği bir araya getirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım ekolojik dengenin kurulduğu, toprak produktivitesinin sürdürülebildiği, hastalık ve buna sebep olabilecek zararlıların denetim altına alınarak canlı devamlılığının sağlandığı, optimum kaynak kullanımı ve verimliliği öngören bir tarımsal üretim sistemini ifade etmektedir (Ak 2002).

Organik ürün üretiminde kimyasal artıkların oluşmaması ve kimyasal maddelerin kullanılmaması organik tarımın daha sağlıklı ve güvenilir bir sistem olduğu gerçeğini doğrulamaktadır. Bunun sonucunda ise ürünlerin besin değerlerinde artışlar gözlenmiştir. Bu da hem ilerleyen yaşlarda hem de çocuklukta oluşabilecek kimyasallardan kaynaklı bazı hastalıkların artışını engellemektedir (Anonim 2012b).

Organik tarımın hedefi gelenek, yenilik ve bilimi birleştirerek paylaştığımız çevreye faydada bulunmak ve adil ilişkilerle yaşamın içinde yer alan herkes için iyi bir hayat sağlamaktır. Organik tarım, modern tarımdan farklı olarak ekstansif bir tarım sistemidir. Bu yöntem uygulanırken toprak yoğun bir şekilde işlenmez (Yolcu 2013).

Birçok çalışma CO₂ salınımının organik tarımda geleneksel tarıma göre %15-20 daha az olduğunu göstermektedir. Bunun en önemli nedeni organik tarımda inorganik N kullanılmamasıdır. Toprak atmosfere göre iki kat fazla karbona sahiptir. Tarımda inorganik gübrelerin kullanılması ve üretim düzeyinin yüksek olması topraktan daha çok organik madde kaybına neden olabilecektir. Farklı yollarla toprağın organik maddelerinin korunması ve artırılması amaçlanmaktadır. Eğer toprak bir CO₂ bankası olarak geliştirilirse, fosil yakıtlardan 15 yılda ortaya çıkabilecek gazların toprak tarafından absorbe edileceği tahmin edilmiştir (Rehber 2011).

Organik tarımın besin tüketimi bakımından daha sağlıklı ve güvenilir olduğu vurgulanırken, geleneksel yöntem ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde farklılıkların olmadığı ileri sürülmüştür. Örneğin buğdayın beslenme değerini karşılaştırma amacıyla 21. yıl süren bir araştırma protein yapısı, aminoasit kompozisyonu, mineral ve iz elementler gibi göstergelere göre buğdayın beslenme değeri ve ekmeklik kalitelerinin hemen hemen aynı olduğu ortaya konmuştur (Mader ve ark. 2007).

Kimyasal kullanımları toprak yapısını bozmakta ve erozyonlara sebep olmaktadır. Konvansiyonel tarımda girdi yoğun üretim şekli toprağın üzerindeki tehdit unsurlarını artırıcı etkiye sahiptir. En az kimyasal gübre kullanımı kadar bitki koruma ilaçlarının kullanımı da toprağın muhafaza edilmesini zorlaştırmaktadır. Organik tarım üretiminde organik maddelerin kullanılması sonucu toprağın verimliliği artmakta ve tehdit edici unsurlar azaltılmaktadır. (Hathaway ve ark. 2010).

Son yıllarda, özellikle AB ülkeleri gibi gelişmiş ülkelerde genç kuşakların tarımı ve kırsal kesimi terk etmeyerek daha fazla oranda yerinde kalmaları, organik tarıma karşı duydukları pozitif yaklaşımın bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (Horing ve ark. 2001).

Geleneksel tarımda kullanılan kimyasalların yüksek dozajda verilmesi tarım işçilerinin sağlıkları açısından olumsuz şekilde etkilenmelerine sebep olmaktadır. Organik tarımda olası zehirlenme riski azaltılmış, hatta neredeyse yok edilmiştir. Ayrıca bu kimyasallar maliyet hesabı yapıldığında pahalı olmaktadır. Organik tarımın hem işçi sağlığı üzerinde hem de üretimin ekonomik boyutları açısından olumlu etkileri bulunmaktadır (Doğan 2017).

Organik tarım uygulamaları konvansiyonel tarım uygulamalarının aksine yaban hayatı ve biyoçeşitliliği koruma ilkesini benimsemiştir. Bu yaklaşımdan yola çıkarak su ve enerji tüketiminde tasarrufa gidilerek üretim kaynaklarının verimli kullanımı sağlanmaktadır. Organik üretim sürecinin her aşamada kontrolü yapıldığı için organik tarım uygulama esaslarının dışına çıkılarak üretim yapılması engellenmektedir. Bu esaslar çerçevesinde ürünlerin ışınlanmasına müsaade edilmemekte ve genetiği değiştirilmiş organizmalarla (GDO) üretilmiş olan girdi materyalleri kullanılmamaktadır. Böylece ürünlerin doğal yapılarında bir bozulmaya yol açmadan kaliteli ve sağlıklı ürünler üretilmektedir. Organik tarım sistemi sağlıklı bir nesil vaat etmekle kalmayıp köyden kente göçü en aza indirmekle kendi kendine yeterli bir kırsal kesim yaratmayı hedeflemektedir (Anonim 2012c).

Organik tarımın uygulanması ile birlikte elde edilecek çok sayıda avantaj vardır. Bunlardan bazıları sıralamak gerekirse dünya genelinde, organik tarımda sentetik kimyasallar çiftçiler tarafından ya çok az kullanılmakta, ya da hiç kullanılmamaktadır. Bu nedenle ekolojik tarıma geçişin kolay olması beklenebilir. Fiyatı hızla artan kimyasal gübre, pestisit ve enerji girdilerinden tasarruf edilebilmektedir. Sözleşmeli tarımla üreticilerin tüm ürününün alınması garanti edilebilmektedir. Ekolojik ürünlerin ihracatı ile tarım ürünlerinin üretiminde ilave bir kapasite yaratılmaktadır. Dolayısıyla ihraç edilen her ton daha önce ulaşılamayan tüketici kitlesine gidebilecektir (Yolcu 2013).

Tüm dünyada hızla artan organik tarımda genellikle ülkelerin geleneksel ürünleri örneğin Hindistan'da çay, Danimarka'da süt ve süt ürünleri, Arjantin'de et ve mamulleri, orta Amerika ve Afrika ülkelerinde muz, Tunus'ta hurma, zeytinyağı, Türkiye'de kurutulmuş ve sert kabuklu meyveler organik üretilen ilk ürünlerdir. Mevcut bilgi ve yüksek adaptasyon organik tarıma daha kolay geçişi sağlamaktadır (Deniz 2009).

Çevreye ve insan sağlığına duyarlı kesimlerin çabaları ile bir ürünün maksimum vitamin içermesi için bu tür ilaç ve kimyasal gübrelere uzak durulması gerekliliği çeşitli çalışmalarla anlatılmaya çalışılmaktadır. Bu konudaki ortak bilincin oluşturulması her ne kadar zor gözükse de çalışmaların başarıya ulaştığı bölgelerde kimyasal girdi kullanımı azaltılarak organik tarım uygulamaları tercih edilmeye başlanmıştır (Kırmacı 2003).

Son zamanlarda yaşanan üretim fazlalığı ve artarak zarar gören doğal kaynakların harabiyeti sonucu birçok üründe üretim fazlalığı oluşması ürünlerin değerinden daha az fiyatlara satılmasına neden olmaktadır. Doğal kaynaklara verilen hasarlar tüm tarım sektöründe giderek artmaktadır. Organik tarım ürünleri yetiştirmek doğal kaynakların verimli kullanımını ve korunması için çok etkili bir araç olarak görülmekte ve tüm dünyada hızla önemini artırmaktadır. Organik tarımsal üretim teknikleri sayesinde toprak kaybının en aza indirilmesi yolu ile erozyon tehlikesinin önüne geçilmektedir. Ayrıca organik ürün tüketimi ile insan sağlığının korunması sağlanabilmektedir (Gök 2008).

Organik tarım ile doğallık kavramı iç içedir. Özellikle organik tarım ve geleneksel tarım kıyaslamalarında doğallık kavramından sıkça bahsedilmektedir. Doğal üretimin başlıca unsuru kimyasal gübre kullanımından kaçınılmasıdır. Organik tarım üretiminde ilaçlama ve hormon gibi harici etmenlerin de üretimde yer almaması ürünlerin doğal olmasına sebep olmaktadır. Doğallık kavramı ile birlikte aile işletmeciliğinin etkinliği sağlanmakta ve yaşayan diğer canlılarla ve çevre de korunmaktadır (Doğan 2017).

Yapılan birçok çalışma sonucuna göre, tüketicileri organik ürün satın almaya yönlendiren nedenler arasında; tüketicilerdeki sağlık farkındalığı, organik ürünlerin besin değerleri ve bu ürünlere olan güven, tadının daha iyi olarak nitelendirilmesi, çevre kaynaklı endişeler, eskiye duyulan özlem ve merak gibi çeşitli parametreler şeklinde sıralanmaktadır. Tüketicilerin organik ürünleri satın almama sebepleri arasında ise; fiyatlarının yüksekliği, dağıtım ve pazarlamanın yetersizliği, organik ürünlerdeki etiketlere güvenmeme gibi faktörler öne çıkmaktadır (Hughner ve ark. 2007). Buna karşın bazı çalışmalarda, organik ürünlerin

daha sağlıklı ve besleyici olduğunu ortaya koyan yeterince çalışmanın olmadığı savunulmaktadır (Honkanen ve ark. 2006, Zanolı ve Naspetti 2002).

Organik tarımın sayılan avantajlarının yanında dezavantajları da vardır. Organik tarım yöntemiyle bitkisel üretimde ortaya çıkan bir sorun, arazilerin çok küçük, parçalı ve birbirine yakın olmasıdır. Bu durum organik üretimi olumsuz yönde etkiliyor. Çünkü organik üretim yapan bir işletmenin çevrede üretim yapan diğer klasik işletmelerde kullanılan kimyasallardan etkilenmemesi mümkün değildir. Ekolojik tarım sisteminde yetiştirilen ürünlerin pazarlanması özellikle iç piyasa için yeni ve belirsiz bir konudur. Konunun yeni olması nedeniyle yeterli tarımsal yayım çalışmaları ve eleman bulunmaması da muhtemel dezavantajlardan birisidir (Anonim 2012d). Organik tarıma geçişin oluşturabileceği diğer dezavantajlar ise pestisit kullanılmaması veya çok az kullanılmasına bağlı olarak hastalık ve zararlılarda artış, organik gübre ve organik pestisit piyasasının yeterince gelişmemiş olmasıdır (Aydın ve ark. 2010).

Organik ürünlerin raflara gelene kadar süren yolculuğunun hiçbir basamağında katkı maddesi ve kimyasal kullanılmamaktadır ve tüm aşamalar bağımsız olan kontrol firmaları tarafından denetlenip onaylanmaktadır. İnsanoğlunun birçok hastalıkla savaştığı 21.yüzyılda katkı maddesi ve kimyasal olmayan her ürün tüketiciler için bu ürünleri daha cazip hale getirmektedir. Bu şekilde piyasaya sürülen tüm ürünlere ‘organik ürün’ adı verilmektedir (Elmaz ve Demir 2004).

Organik gıda esasında kimyasalsız üretilmiş sertifikalı gıda demektir. Normalde bir yer ekilip biçildiğinde ilgili bakanlığın izin verdiği ilaçlar kullanılır ve buradaki tek kontrol mercii devlettir. Organik tarım ve üretimde devlet dışında başka bir kontrol mekanizması daha var: Organik sertifika kuruluşları. Bunlar hem tarımı, hem gıda, kozmetik vb üretimi kontrol ederler, uygunsa önce şirkete, sonra da hangi üründen ne kadar üretiliyorsa hesaplayıp belgeleyip miktara göre ürüne sertifika verirler. İzin verilenler dışında herhangi bir madde ürünün üretimi ya da ambalajı sırasında kullanılamaz. Durum böyle olunca da tüketici de güven daha artmaktadır. Tüketici rahatlıkla bu ürünleri kullanabilmektedir. Aksi halde organik ürün tohumunun doğru seçilememesi, üretim, hasat, pazarlama, ambalajlama ve satışta rastlanan hatalar olabilir. Organik ürün üretim ve satışında analizler sonucu görülen uygunsuzluklar organik ürünler konusunda ulusal ve uluslararası güveni sarsacaktır (Anonim 2014a).

Günümüzde gıdaların üretimlerinin çeşitlenmesi ile tarımsal üretimden son tüketiciye gelinceye kadar çeşitli işlemlerden geçmesi, bu gıdaların tüketicilerinin aklına acaba bu gıdalar ne kadar sağlıklı sorusunu getirmektedir. Bilinçli tüketicilerin zihninde, devamlı olarak gıdalar üretilirken hangi aşamalardan geçiyor, ne kadar katkı ve kalıntı maddesi içeriyor, üretici firmalar ne derece hijyen koşullarına uyuyor, firmaların kullandıkları alet ve ekipmanlar ne derece üretime uygun, firmalar ne derece etkin bir şekilde denetleniyor gibi tükettikleri gıdaların ne kadar sağlıklı olduğu ile ilgili soru işaretleri yer almaktadır (Giray ve Soysal 2007).

Gıda güvenliği bugün ve gelecekte sağlıklı üretken ve verimli yaşam sürdürmek için yeterli besin alımı, tüketimi anlamına gelmektedir (Hatlemitoğlu 2006). Güvenli gıda, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri itibariyle tüketime uygun ve besin değerini kaybetmemiş gıda maddesi olarak tanımlanmaktadır. Hem ülke açısından, hem de küresel boyutta diğer ülke üretici ve tüketicileri için sosyal, ekonomik ve çevresel önem taşımaktadır (Ertunç 2010).

İlk Dünya Gıda Konferansının üzerinden yirmi yılı aşkın bir süre geçmesine rağmen, dünyanın gıda kaynaklarında miktardan çok güvenliğin önemi hiç değişmemektedir. Gıda güvenliği hamilelikte başlar; yetişkinlerin, çocukların, bebeklerin uygun koşullarda beslenmeleriyle devam eder. Anne sütüyle beslenmeyi savunanlar anne sütüyle beslenmeyi ulusal gıda güvenliği stratejilerinin bir parçası olarak görmektedirler. Genetik olarak insan proteinleri, ilk transgenik süt danası Herman'a aktarılarak insan proteini ile anne sütü değerinde süt üretmek için insan geni taşıyan biyolojik bir ortam yaratmaya ilişkin çalışmalar yapılmıştır (Hatlemitoğlu 2006).

Vatandaşın bilgi edinme ve güvenli gıdayı elde etme en temel hakkıdır. Gelişmiş ülkelerde bu hak yasalarla korunarak devlet politikası halinde uygulanmaktadır. Ülkemizde de Tüketicilerin Korunması Kanunu'na göre "Devlet, tüketicileri koruyucu ve aydınlatıcı tedbirler alır ve tüketicilerin kendilerini koruyucu girişimlerini teşvik eder" ibaresiyle iradesini ortaya koymakta ancak, bu işlem iyi yönetilememektedir. Ülkemiz adına yetkilendirilmiş bakanlık, dünyadaki gelişmelere yön veren ve uygulamaya sokan yetkili kurum veya organizasyonlarla (WHO ve FAO) istenilen düzeyde ilişkiyi bugüne kadar kuramamıştır. Ülkemizde tarım ilaçları ile gübre gibi tarımsal girdilerin yüksek miktarda ve bilinçsizce kullanımına karşın, kontrolünün ve kullanıcıların bilgilerinin yetersiz olması

nedeniyle, insan sağlığını tehdit edecek gıdalar piyasaya sürölmektedir. Bu kapsamda tarım sanayi entegrasyonu yeterli seviyede sağlanamamaktadır (Ertunç 2010).

Gıda güvenliği konusu ulusal ve küresel bir sorundur. Hem ÷lke hem de küresel boyutta diğer ÷lke üretici ve tüketicileri için sosyal, ekonomik ve çevresel önem taşımaktadır. Artık tüketiciler eski tüketiciler gibi değil, daha bilinçlidir. Ne tükettiğini bilmek istemesinin yanında daha seçici davranmakta; iyi ve sağlıklı gıda tüketmek istemektedir. Bu nedenle de endüstriyel tarım modeli ile üretilmiş olan tarımsal ürünlerin sağlıklılığından kuşku duymakta; organik üretilmiş tarımsal ürünleri tercih etmektedir. Tüketici bilinci üretime yön vermenin yanı sıra üreticileri organik ürün tüketimine zorlamaktadır. Fakat tarımsal ürün üretiminin her tarzına ve sürecine hakim olan yönlendirme gücünü elinde tutanlar, ulus aşırı şirketler organik ürün üretimine de girmektedirler. Tarımda egemenliklerini kurdukları sözleşmeli üreticilikle çiftçilerin ne ekeceğine ve ne tarz üretim yapacaklarına karar vererek tüketicilerin isteğine uygun olarak çiftçilere bu kez organik ürün de ürettirilmektedir (Ertunç 2010).

Tarıma dayalı bir sektör olan gıda sanayinin en önemli sorunlarından biri de yeterli miktar ve kalitede, düzenli olarak hammadde bulamamasıdır. İşletmeler işleyecekleri hammaddenin mevsimsel değişiklik göstermesi, bunun dışında miktar ve kalite yetersizliği sebepleriyle sorun yaşamaktadır. Bu durum atıl kapasitenin doğmasına ve birim maliyetlerin yükselmesine sebep olmaktadır. Hammadde kalitesinden kaynaklanan problemler üretim sürecinde iyi yönetilemezse, güvenli gıda üretimi gerçekleştirilememektedir (Özkan 2008).

Yaş, cinsiyet ve eğitim faktörlerinin gıda güvenliğine etkileri tartışılacak olursa; eğitim süresinin gıda güvenliğinin bilinmesini en fazla etkileyen faktör olduğu ortaya çıkmaktadır. Küreselleşme sürecine girilmesiyle birlikte dünyada tarım ve gıda alanlarında da küresel etkiler gözlemlenmeye başlanmakta, toprakların insan nüfusunu beslemekte zorlanması karşısında dünyada yeni olarak adlandırılabilir bazı zorluklar yaşanmaya başlanmaktadır. Yeni sorunların en önemli olanlarından biri gıda güvenliği ve gıda yoksunluğu-gıda bolluğu çelişkisidir (Anonim 2014b).

Gıdalar konusunda çevresel bazı tehditler kaynaklı olarak insanların yediği ve içtiği bazı gıda ürünlerinin sağlık konusunda risk taşıyan bir karaktere sahip oldukları söylenebilir. İnsanların fazla kilo almaları, zehirlenme vakalarına maruz kalmaları, kanserojen maddelerin tehdidi altında beslenmeye başlamaları vs. gibi gıda güvenliği konusunda yeni sorunlar ile

karşı karşıya kaldıkları söylenebilir. Ayrıca küreselleşmenin piyasa ekonomisine dayalı rekabetçi anlayışı ile kâr marjını artırmak isteyen anlayışların bir ürünü olarak bazı ürünlerde verim artırıcı bazı tarım politikaları (özellikle genetiği değiştirilmiş ürünler) sayesinde ise insanların yeni bazı risk alanları ile karşılaştıklarını ifade etmek mümkündür (Özdemir 2007).

Şehir bölgelerinin tarım alanlarını tehdit etmesi, orman alanlarını yok etmesi, içilebilir su kaynaklarını kirletmesi; sanayileşmenin etkisiyle de bu tür tehditlerin artması insanların gıda güvenliğini ve beslenme imkânlarını yok etme riski ile karşı karşıya kalmalarını temin etmektedir. Bu tür riskler insan toplumlarındaki fiziksel ve sosyal çevrede çok yönlü sorunları ortaya çıkaran faktörler olarak günümüz dünya toplumlarının yaşamsal kaynaklarını tehlike sürecine sokmaktadırlar (Anonim 2014a).

Gıda sektöründeki sorunların başında gıda üretimlerin denetlenmesinde yaşanan aksaklıklar gelmektedir. Gerek yurtiçi gerekse yurtdışı tüketicilerin taleplerine cevap verebilmek açısından firmalara ve denetleme kuruluşlarına kendilerini şartlara göre yenilemeleri adına önemli görevler düşmektedir. Türkiye’de sağlığa zararlı, bozuk ve hileli gıda ürünlerinde artış ürkütücü boyutlara gelmektedir. İhraç edilemeyen kalitesiz ve bozuk bütün gıda maddeleri iç piyasada tüketilmektedir. Sorunun çözümü için gıda firmalarının uluslararası standartlara göre kendilerini yenilemeleri ve devletin gıda kontrol teşkilatını eleman ve laboratuvar olarak güçlendirmesi gerekmektedir (Kenanoğlu ve Karahan 2004) .

Gıda sanayinde; gıda güvenliği yönetim sisteminde ki sistematik uygulamalar işletmenin kontrolü aldığı noktadan, kontrolü bıraktığı noktaya kadarki tüm süreçleri kapsamaktadır. Gıda izlenebilirliği; gıda güvenliğinin sağlanmasında en temel araçlardan biri olup, herhangi bir istenmeyen durum oluştuğunda ürün ve süreçleri geriye doğru izleyerek sorunun kaynağını saptamak üzere oluşturulmuş bir yöntemdir. “kalite ve gıda güvenliği standartlarını karşılamak için izlenebilirliğin sağlanmasında dikey koordinasyona gerek duyulmaktadır. Bu koordinasyon, gıda güvenlik sistemlerinde “tarladan sofraya” terimi uygulamaları ile gerçekleşmektedir. İzlenebilirlik kapsamında “güvenli gıda”, birincil üretim aşamasından başlayarak tarladan sofraya, tüketiciye ulaşana kadar geçen sürede fiziksel, kimyasal ve biyolojik riskleri taşımayan gıdadır (Madeley 2003).

Metaller, özellikle "iz metaller" en yaygın çevre kirleticiler arasında yer almaktadır (Tuna ve ark. 2007). Eser elementlerin önemi ile ağır metallerin insan sağlığı ve beslenmesi üzerindeki toksik etkileri konulu çalışmalar son yıllarda artmıştır (Mendil ve ark. 2009). Vücutta yeterince sentez edilemedikleri için Se, Fe, Cu ve Zn gibi gerekli bazı iz elementler

insan biyolojisinde önemli bir rol oynamaktadır. Besin işlevi gördüklerinden dolayı insan sağlığı açısından da önemlidirler. Öte yandan, Pb, Ni, As, Cd ve Hg gibi toksik elementler insanın yaşam fonksiyonları bakımından gerekli değildir. Sağlığa faydalı etkileri bulunmadığı gibi, aşırı miktarda alınmaları durumunda vücutta zararlı etkilere neden olabileceği bilinmektedir (Mendil ve ark. 2009, Nardi ve ark. 2009).

Gerçekte ağır metal kavramı, fiziksel özellik açısından yoğunluğu 5 g/cm^3 'ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Ağır metal genel anlamda tanımlanacak olursa nispeten yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olan metaldir. Gerçekte tanımı ise atom numaralarına göre sınıflandırıldığında, atom numarası 20'den büyük olan veya bir santimetreküp hacim kaplayan miktarı 5 gramdan ağır olan metaller, ağır metal olarak isimlendirilmektedir. Ağır metal grubuna kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), civa (Hg) ve çinko (Zn) başta olmak üzere 60'tan fazla metal dâhildir (Kahvecioğlu ve ark 2003). Ağır metaller içinde en şiddetli zehir etkisi olanların Cd, Pb ve Hg olduğu ifade edilmektedir (Çepel 1997).

Ağır metaller çevre kirliliğine yol açan en önemli etkenler arasındadır ve bunların çoğu çok düşük konsantrasyonlarda bile toksiktir. Ağır metallerle biyosferin kirlenmesi endüstri devriminin başlangıcından beri hızlı biçimde artmıştır. Ağır metallerin neden olduğu çevre kirliliği endüstri, trafik, evsel atıklar, enerji sağlanması ve çok değişik etkenlerden kaynaklanmaktadır. Nitekim trafik kaynaklı ağır metal kirliliği, ağır metallerin dağınık bir biçimde çevreye yayılmasına güzel bir örnek oluşturmaktadır. Kurşunlu ve kurşunsuz benzinde, dizel yağında, aşınmayı önleyici yağlarda, fren balataları ve lastik aşınmaları sonucunda çok sayıda ağır metal çevreye yayılmaktadır. Ağır metaller ince partiküller halinde ya da çözülmüş olarak çevreye yayılabilirler (Lombardo ve ark. 2001). Ağır metaller toprağa da geçtiği için toprak vasıtası ile bitkilere bulaşmaktadır (Caselles ve ark. 2002).

Ağır metaller içerisinde 20 kadar element ekolojik açıdan dikkati çekmekte (Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Tl, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al) ve bunların bir kısmı, bitki ve hayvanlar için mikrobesein (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Ni) maddesi olabilmekte ve belirli sınırı aşmadığı sürece toksik olmamaktadırlar (Okcu ve ark. 2009). Özgül ağırlıkları 5 g/cm^3 'den, atom numarası 20'den fazla olan elementler periyodik cetvelin geçiş elementleri olarak tanınan geniş bir gruba aittirler. Aslında ağır metal terimi, literatüre çevre kirliliği ile girmiştir. Kirlenme ve toksisite bakımından bir yan anlam olarak kullanılmaktadır. Bu grubun içine 70 kadar element girmekle birlikte ekolojik bakımdan önemli 20 element dikkati

çekmektedir (Fe, Mn, Zn, Cu, V, Mo, Co, Ni, Cr, Pb, Be, Cd, Tl, Sb, Se, Sn, Ag, As, Hg, Al). Bunların bir kısmı (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Ni) bitki ve hayvanlar için mikrobesein maddesi olabilmekte, izin verilebilir sınırı aşmadığı sürece toksik olmamaktadırlar (Yıldız 2001).

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların, organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır, hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır (Kahvecioğlu ve ark. 2009).

Buna karşın, yaşamsal olmayan ağır metaller, çok düşük konsantrasyonda dahi, psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler. Bu gruba en iyi örnek kükürtlü enzimlere bağlanan cıvadır (Duffus 1980). Toksik elementlerden en önemlileri kadmiyum, kurşun, nikel, arsenik ve bakırdır. Bu ağır metallerin toprağa ulaşması daha çok fosforlu gübreler ve bu gübrelerin hammaddelerinden kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalarda fosforlu gübre üretmek için yurt dışından ithal edilen ham fosfat kayasının ağır metal içerikleri önemli oranda yüksek bulunmuştur. Diğer gübrelere kıyasla fosfat kayasının en yüksek Cd ve As konsantrasyonuna sahip olduğu saptanmıştır (Köleli ve Kantar 2006).

Ağır metallerin insan metabolizmasında oluşturdukları etki ve etkin oldukları aşamaları ana sistemler açısından bunları kısaca ele alırsak;

- Kimyasal reaksiyonlara etki edenler,
- Fizyolojik ve Taşınım sistemlerine etki edenler,
- Kanserojen ve mutajen olarak yapı taşlarına etki edenler,
- Alerjen olarak etki edenler,
- Spesifik etki edenler olarak sıralamak mümkündür.

Birçok metal, besinlerin normal bileşeni olabileceği gibi kirlilik sonucu olarak da gıdalarda bulunabilir. Besinlerdeki metal kirliliğinin nedeni; metal ve tuzlarını içeren gübreler ve pestisit kalıntıları, metalden yapılmış besin kapları ve ambalajın besin maddelerine teması, çevre kirliliği nedeniyle toprak ve suda bulunan metallerin bitki ve hayvanlarda biyolojik olarak birikmesi sonucunda besin zincirine geçmesidir (Işık ve ark. 1996). Toprak, su ve havada değişik oranlarda bulunabilen ağır metaller belirli konsantrasyonun üzerinde kirliliğe yol açarlar. Ağır metallerin çevrede yaygın bir şekilde birikmesi, tüm canlılar için boyutları

giderek artan bir tehlike oluşturmaktadır. Çevreyi kirleten bütün unsurlar bitkilerde strese neden olur. Stres ise bitkilerin fizyolojisini etkiler, onların genetik potansiyellerini değiştirir, verimliliklerini kısıtlar ve ölümlerine yol açarak büyük oranlarda ürün kayıpları meydana getirir (Munzuroğlu ve Zengin 2004).

Ağır metallerin çevreye yayılmasında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler; çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir (Kahvecioğlu ve ark. 2004). Çevresel kirliliğe sebep olan ve insan vücudu için esansiyel olmayan metaller, vücutta metal yükü oluşturmaktadır. Bu metallere Al, V, Ti, Cr, Sr, Sn, Cd ve Pb gibi bazıları ise insan vücudunda ortalama 40 yaşına kadar sürekli birikmekte ve dolayısıyla vücuttaki konsantrasyonları artmaktadır (Vural 1996).

Toprak, su ve havada değişik oranlarda bulunabilen ağır metaller belirli konsantrasyonun üzerinde kirliliğe yol açarlar. Ağır metallerin çevrede yaygın bir şekilde birikmesi, tüm canlılar için boyutları giderek artan bir tehlike oluşturmaktadır. Çevreyi kirleten bütün unsurlar bitkilerde strese neden olur. Stres ise bitkilerin fizyolojisini etkiler, onların genetik potansiyellerini değiştirir, verimliliklerini kısıtlar ve ölümlerine yol açarak büyük oranlarda ürün kayıpları meydana getirir (Munzuroğlu ve Zengin 2004).

Yüksek konsantrasyonlardaki bazı ağır metaller, bitkileri ve bitkilerle beslenen insan ve hayvanları olumsuz yönde etkileyebilmektedirler (Yıldız 2001). Bazı ağır metal iyonlarının biyolojik birikime sahip oldukları bilinmektedir. Bu sebeplerle birikime neden olan söz konusu ağır metallerin gıda maddelerinde ya hiç bulunmaması ya da standartlarla belirlenen düzeylerde bulunması ve bunun üzerine çıkmaması önem taşımaktadır.

Çizelge 2.1. Elementlerin zehirlilik durumuna göre sınıflandırılması (Bedir 2010)

| Kritik olmayan | | Zehirli fakat çok az çözünür olan | | | Çok zehirli olan | |
|----------------|----|-----------------------------------|----|----|------------------|----|
| Na | C | F | Ti | Ga | Be | As |
| K | P | Li | Hf | La | Co | Se |
| Mg | Fe | Rb | Zr | Os | Ni | Hg |
| Ca | S | Sr | W | Rh | Cu | Au |
| H | Cl | Al | Nb | Ir | Zn | Ag |
| O | Br | Si | Ta | Ru | Sn | Cd |
| N | | | Re | Ba | | Pt |

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansına göre on iki farklı ülkede çeşitli gıdalar gerçekleştirilen bir çalışmada, sağlık ve kontaminasyon riski açısından üzerinde önemle

durulması gereken metallerin kurşun, kadmiyum, civa ve arsenik olduğu; antimon, demir, bakır ve çinkonun ise bu minerallere göre daha düşük öneme sahip olduğu belirtilmiştir (Cortes ve ark. 1994).

Kirliliğin esas kaynağı olan havadan gelen Pb, bitkiler tarafından alınarak yapraklara geçmektedir. 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 (Bakırcıoğlu 2009). Pb, çevrenin en önemli kimyasal kirleticisidir. Bazı ülkelerde son yıllarda insan aktivitesiyle bitkilerde Pb konsantrasyonu artmıştır. Bitkilerde Pb miktarının değişimi çeşitli çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Örneğin, jeokimyasal anormallikler, kirlenme, mevsimsel değişiklikler ve Pb biriktirme yeteneği gibi kontamine olmamış topraklarda yetişen bitkilerde Pb miktarı 0,1-10 ppm arasındadır ve ortalama 2 ppm'dir (Bakırcıoğlu 2009). Kurşun, gıdalarda hem doğal hem de kontamine olarak bulunmaktadır. Tahıllar, meyve ve sebzeler, et ve deniz ürünleri, su ve bazı içecek türleri ile baharatlar doğal veya kontamine olarak Pb içerebilmektedir. On Avrupa ülkesindeki gıda örneklerinin Pb konsantrasyonlarının analiz edildiği SCOOP çalışmasında; bitkiler ve baharatların (379 ppm), av hayvanları etlerinin (188 ppm), diyetetik gıdaların (34,8 ppm) ve besin takviyelerinin (18 ppm) yüksek seviyede (1 ppm üzerinde) Pb içerdiği ortaya konmuştur (Şanlıer ve Türközü 2014).

Kadmiyum çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmektedir. Çinko üretiminde ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde kadmiyum da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yer almaktadır. Günümüzde kadmiyum endüstriyel olarak nikel/kadmiyum pillerde, korozyona karşı özellikle denizel koşullara dayanımı nedeniyle gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC stabilizatörü olarak, alaşımlarda ve elektronik sanayinde kullanılmaktadır. Kadmiyum empürüte olarak fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunup ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliğine neden olmaktadır. İnsan yaşamını etkileyen önemli kadmiyum kaynakları; sigara dumanı, rafine edilmiş yiyecek maddeleri, su boruları, kahve, çay, kömür yakılması, kabuklu deniz ürünleri, tohum aşamasında kullanılan gübreler ve endüstriyel üretim aşamalarında oluşan baca gazlarıdır. Endüstriyel olarak kadmiyum zehirlenmesi kaynak yapımı esnasında kullanılan alaşım bileşimleri, elektrokimyasal kaplamalar,

kadmiyum içeren boyalar ve kadmiyumlu piller nedeniyledir. Kadmiyum önemli miktarda gümüş kaynaklarda ve sprey boyalarda da kullanılmaktadır (Anonim 2014b, Kahvecioğlu ve ark. 2007).

Bakır, organizma için hem esansiyel hem de toksik bir mineraldir. Bakır aslında konsantrasyonu çoğunlukla 0,05-2 ppm arasında değişmek üzere neredeyse birçok gıdada mevcuttur. USDA 1989-1991 Besin Tüketimi Araştırmasında diyetle alınan bakırın ortalama %40'ının mayalandırılarak yapılmış ekmek, beyaz patates, domates, tahıllar, sığır eti, kuru fasulye ve mercimekten geldiği saptanmıştır. Bakır kaplardan yiyeceklere, özellikle karbonatlı ve asidik olanlara önemli miktarda Cu geçişi olmaktadır. Bakır tavada pişirilen yemeklerin paslanmaz çelik ya da Al kaplarda pişirilen yemeklere oranla yaklaşık iki kat daha fazla Cu içerdiği bildirilmiştir (Şanlıer ve Türközü 2014).

Bakır vücut fonksiyonları açısından önemli olmakla beraber özellikle saç, deri esnek kısımları, kemik ve bazı iç organların temel bileşenidir. Erişkin insanlarda ortama 50-120 mg bulunan bakır, amino asitler, yağ asitleri ve vitaminlerin normal koşullarda metabolizmadaki reaksiyonlarının vazgeçilmez ögesidir. Birçok enzim ve proteinin yapısında bulunan bakır, demirin fonksiyonlarını yerine getirmesinde aktivatör görevi üstlenmektedir. Bakır eksikliğinde hayvanlarda anormallikler, kansızlık, kemik hataları ve sinir sisteminde bozukluklar tespit edilmiştir (Anonim 2014c, Kartal ve ark. 2007). Akut bakır zehirlenmesi seyrek olarak gözlenir. Genelde yiyecek ve içeceklere kazayla bakır ihtiva eden maddelerin karışmasıyla veya kasten bakır tuzlarının yutulması sonucu zehirlenme gerçekleşir ve bakır çalığı olarak biliniyor (Merts 1987, Kartal ve ark. 2007). Ağız yoluyla alındığında akut zehirlenme insanlarda, LDLo, 100 mg/kg'dır, ancak 600 mg/kg'a kadar emilim olduğunda dahi tedavisi mümkündür. Akut bakır zehirlenmesinde gözlenen belirtiler tükürük salgılamının artması, mide ağrıları, bulantı, ishal gibi sindirim sistemi mukozasının tahriş olmasından kaynaklanır. Ayrıca alınan doza bağlı koma durumuna ve ölümlere sebebiyet verebilmektedir. İçme sularında Dünya Sağlık Örgütü tarafından açıklanan sınır değeri 2 mg/L'dir. Gün içinde alınabilen maksimum bakır değeri kadınlarda 12 mg/gün, erkeklerde 10 mg/gün, 6-10 yaş grubu çocuklarda ise 3 mg/gündür (Anonim 1996, Habashi 1997, Kartal ve ark. 2007).

Nikel demir absorpsiyonuna girişim yapar, diğer metabolik etkileşimleri bilinmemekte, aşırısı egzema ve kansere neden olur (Yörük 2008). Krom, nikel ve kurşun topraklarda 10-100 mg/kg arasında, kadmiyum ise 1 mg/kg'ın altında bulunuyorsa bu

miktarlar normal seviyeler olarak kabul edilmektedir. Krom esansiyel bir mikroelementtir ve yüksek konsantrasyonlarda memeliler ve diğer hayvanlar için toksik bir element iken, nikel ise aynı grup canlılar için olası kanserojen bir elementtir (Yıldız 2001).

Alet ve ekipmanla beraber gıda maddelerine uygulanan bazı işlemler de nikel kontaminasyonu düzeyini etkilemektedir, örneğin, hububatın öğütülmesi veya tahılın parçalanması bu ürünlerin nikel içeriğini azaltırken, pişirme işlemi bu düzeyi artırmaktadır. Yapılan bir çalışmada bir saatlik pişirme sonrası çelikten gıda maddesine 0,13-0,22 ppb düzeyinde nikelin geçtiğini göstermiştir. Rusya'da nikel rafinasyon işçileri üzerinde yapılan bir çalışmada, mide ve akciğer kanserine yakalanma oranının yüksekliği dikkat çekicidir. Aynı sonuçlar İngiltere ve Japonya'daki rafinasyon işçileri üzerinde de saptanmıştır (Vural 1993). Nikelin zehirleyici miktar olarak vücuda 7 ile 35 mg/kg alımı sonucu gözlenen akut sonuçlarına göre bulantı, kusma, ishal, nefes darlığı, karaciğer ve böbrek hasarı oluşabilmekte, kronik zehirlenme ile de alerjik reaksiyonlar oluşabilmektedir (Tunçok 2008).

Çevresel Ni kirlenmeleri, bu metalin bitkilerdeki konsantrasyonunu etkilemektedir. Aerosol kirliliği olan ekosistemlerde bu metal bitkinin yukarı kısımlarda fazla konsantre olur. Fakat yaprak yüzeylerinde yıkamayla kolaylıkla uzaklaştırılabilir. Kanalizasyon çamurları bitkilerde Ni kirliliğinin çok ciddi kaynaklarıdır (Kabata ve Pendias 2001).

Çinko doğada yaygın olan ve bileşikler halinde bulunan bir elementtir. Çinko bitki ve hayvan dokularında bulunduğu gibi insan beslenmesinde de esansiyel olarak kabul edilen bir elementtir. Et, balık, yumurta, midye gibi hayvansal proteinlerde yüksek konsantrasyondadır. İnek sütünde 3-5 mg/L çinko bulunur. Anne sütü ile beslenen bebekler günde 0,7-5 mg çinko alırlar. Normal bir insanda günlük gıda ile alınan çinko miktarı 13,2 mg'dır. Gıdalardaki çinko miktarına bunların hazırlanışı, pişirilmesi ve saklanması büyük ölçüde etki etmektedir (Gümüş 1977).

Çinko ve kadmiyum yerkürede bir arada ve benzer yapılarda bulunmaktadır. Bu iki metal insan vücudunda da benzer strüktürel ve fonksiyonel özellikler göstermektedirler. Kadmiyum, önemli enzim ve organ fonksiyonlarında çinkonun yerini alabilmektedir ve bu fonksiyonların gerekli şekilde gerçekleşmesini engellemektedir. Zn ve Cd elementlerinin vücut içindeki oranları Cd zehirlenmesi Zn yetersizliğiyle arttığından çok önemli olmaktadır. Tahılların rafinasyon işlemi bu oranı düşürmekte ve dolayısıyla Zn eksikliği ve Cd zehirlenmesi fazla rafine edilmiş tahıl ve unların tüketimiyle artış göstermektedir.

Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanında çökelir. Kromun başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır. Günde ortalama krom alımı (tüm değerliklerde) ortalama 30-200 µg'dır ve bu oranda alınan kromun toksikolojik bir etkisi yoktur ve yetişkin bir insanda günlük krom ihtiyacını karşılar. Günde 250 µg'a kadar alınan kromun vücut sağlığına zararı yoktur. Yaklaşık olarak alınan Cr^{3+} 'ün %0,5-3'ü vücut tarafından adsorbe edilirken Cr^{6+} 'nın sindirim sistemindeki adsorbsiyonu Cr^{3+} 'ün 3-5 kat (yaklaşık %3-6 Cr^{6+}) daha fazla olmaktadır. Adsorbe olan krom genelde üre bileşiği olarak atılır ve günlük atılan krom 0,5-1,5 µg olup bu da günlük alınan kroma yaklaşık olarak eşittir. Çözeltideki krom deri tarafından hemen adsorbe edilir ve kırmızı kan hücreleri vasıtasıyla böbrekler gider ve dışarı atılır (Anonim 2015, Mertz 1987, Kartal ve ark. 2007). Günlük alınan krom miktarı tüketilen besin maddeleri ile ilişkilidir. Et, hububat, bakliyat ve baharatlar en iyi krom kaynağıdır, süt ürünleri, pek çok sebze ve meyve ise az miktarda krom ihtiva eder. İnsan vücudundaki krom eksikliği, şeker hastalığı olarak kendini gösterir (Anonim 1996, Kartal ve ark. 2007).

Krom eksikliği, kurşunun toksikliğini artırırken, biyolojik sistemlerdeki aşırı Cr^{6+} farklı tipte kanser oluşumuna neden olmaktadır. Kromat bilenen en genel alerjen maddedir. Ancak krom kaynaklı cilt kanserine rastlanmamıştır. Pek çok araştırma sonucunda, solunum ve deri teması sonucunda kroma maruz kalan kişilerin sağlık sorunu ile karşılaştıkları tespit edilmesine rağmen kesin sınır değerleri belirlenmemiştir. Cr^{6+} 'nın hava yoluyla vücuda alınması ile burun akmaları, burun kanamaları, kaşınma ve üst solunum yollarında delinmelerin yanı sıra kroma karşı alerji gösteren insanlarda da astım krizleri görülmektedir. Cr^{3+} 'nın havayla alınması solunum yollarına Cr^{6+} kadar negatif etki yapmamaktadır. Yetişkin bir insan için ağızdan alınan öldürücü doz 50-70 mg Cr^{6+} /kg'dır (Anonim 2015, Kartal ve ark. 2007).

Cıva, hava, su ve toprakta bulunabilen bir elementtir ve bu ortamlarda birkaç şekilde bulunur: elementel cıva, inorganik ve organik cıva bileşikleri. Elementel ya da metalik cıva parlak, gümü beyaz bir metaldir ve oda sıcaklığında sıvıdır. Cıva elementinin kendisi ve bileşikleri çok zehirlidir. Elementel cıva, termometre, barometre, vakum tulumbalar, cıva buharlı ve floresan lambalar ve redresörlerde kullanılır. Ayrıca aynaların sırlanmasında, altın

ve gümüş üretiminde, tıpta tedavi maddesi olarak cıvadan faydalanılır. Cıva ayrıca, bazı elektrik devre anahtarlarında kullanılır. Altın üretiminde, altın ile amalgam oluşturmak suretiyle altının kazanılmasında da kullanılır. Cıva pestisitlerde, pigment üretiminde, pillerde, diş dolgularında katalizör üretiminde ve aşlarda kullanılır. İnorganik ve organik (Fenilcıva ve etilcıva) bileşikleride, antiseptiklerde ya da dezenfektanlarda kullanılır. Bazı deri kremlerinde ve eczacılıkta da cıva bileşikleride kullanılmaktadır (Anonim 2017a).

Cıva doğada bozulmadığından cıva ve cıva bileşikleride halk ve çevre sağlığı bakımından çok tehlikeli ve toksiktir. İçme suyu veya gıda zinciri yolu ile insan vücuduna giren cıva; Bazı nörolojik bozukluklara, merkezi sinir sisteminin tahribine ve kansere, böbrek, karaciğer, beyin dokularının tahribine, kromozomları tahrip edip sakat doğumlara neden olmaktadır (Llobet ve ark. 2003).

Cıva doğada mevcut olan bir elementtir. Ancak yer kabuğunda dağılmış vaziyettedir. İnsan faaliyetleride sonucunda cıva atmosfer, göl ve akarsu ekosistemlerinin bazı kısımlarında yoğunlaşmaktadır. İnsan ve hayvanlar bu ekosistemlerde yaşayan canlılarla beslendikleri takdirde cıva zehirlenmesine maruz kalabilirler. İnsanlar cıvayı; yiyeceklerden, çevresel ve endüstriyel maruz kalmalardan ve amalgam restorasyonlardan alırlar. Doğmamış bebeklerin ve küçük çocukların kanlarındaki yüksek seviyede cıva, gelişmekte olan sinir sistemlerine zarar verir. Hemen hemen herkes, çevreye dağılmış bulunan cıva nedeniyle, dokularında eser miktarda cıva taşır. Cıvaya maruz kalan insanın zarar görüp görmeyeceği birçok faktöre bağlıdır. Bunlar, cıvanın kimyasal formu (elementel, metalik, inorganik ya da organik bileşikler halinde olması), doz, maruz kalma süresi, maruz kalma şekli (yeme, soluma, enjeksiyon, dokunma), yaş, sağlık gibi insanın kişisel özelliklerine bağlı olarak değişebilir (Shills ve ark. 1994).

Kimyasal simgesi Fe olan demirin atom numarası 26, atom ağırlığı 55,9 g/mol, kaynama noktası 2861°C (3134 K), yoğunluğu 7,874 g/ml ve elektron yerleşimi 2-8-14-2 olup periyodik tablonun VIII. grubunda yer alır (Erdik ve Sarıkaya 1986). İnsanlar tarafından ilk işlenen metal olan demir, cevher olarak doğada oksitler şeklinde %5 düzeyinde bulunmaktadır. Eski çağlardan beri doğudan batıya tüm medeniyetler güç dolayısıyla bu metalle ilgilenmişlerdir. Bugün de endüstride demir kullanımı oldukça yaygındır. Sert ve iletken olması kolaylıkla şekillendirilerek silah, araç, pişirme gereçleri haline getirilmesi onu cazip kılmıştır. Demir, insan ve diğer pek çok canlı türü için temel bir elementtir erişkin bir insan vücudunda 3-4 gram demir vardır ki, vücudun %0,004'ünü oluşturur. Tüm vücut

tartısının %7'sini oluşturan kan demirinin %70'ini içerir. Kanın %15'ini teşkil eden hemoglobinde %0,335 demir vardır. Demir dokuya oksijen taşınması ve dokudaki oksidasyon olaylarının sürdürülmesi için gereklidir. Vücutta ve besinler içerisinde büyük kısmı organik maddelerle birleşmiş durumda bulunmaktadır. Vücutta demir, öncelikle ince bağırsaklarda kontrol edilir. İnce bağırsak demir için hem emilim hem de dışlama işlemini yapar (Ezer ve Laçin 2005).

Erişkin bir insanın günlük demir ihtiyacı 10 mg olarak hesaplanmaktadır. Kadın ve çocukların erkeklere göre demir ihtiyacı daha fazladır. Besinlerin çoğunda pek az demir vardır. Besin maddeleri arasında en fazla demir içerenler, kasaplık hayvanların karaciğer, böbrek, kalp ve dalak gibi iç organları, yumurta sarısı ve bira mayasıdır. Bitkisel besinlerden kuru baklagil tohumları da fazla demir içermektedir. Sayılan besinlerin 100 gramında bulunan demir miktarı 5 mg'ın üstündedir. Daha az oranda olmak üzere tavuk, balık ve deniz ürünleri dâhil bütün et ürünlerinde, kabuğundan ayrılmış buğday tanesi ve ondan yapılan unda, yulafta, yeşil sebzelerde, incir, ceviz, fındıkta da bulunmaktadır. Buna karşılık sütte, süttten yapılan ürünlerde ve yeşil olmayan sebzelerin çoğunda demir miktarı düşüktür (Ezer ve Laçin 2005).

Kalay dövülebilir ve sünek bir metaldir. Kolayca tel ve levha haline getirilebilir. Kuvvetli asitlerden, alkalilerden ve asit tuzlarından etkilenir. Havada ısıtıldığında SnO₂ oluşturur. Klor ve oksijenle birle erek seyreltik asitlerden hidrojeni uzaklaştırır. Oda sıcaklığında dövülebilir olmasına karşın ısıtıldığında kırılma eğilimi vardır (Marc Records 1989).

Kalay teneke yapımında, kaplamacılıkta, çeşitli alarmlar, lehim ve kimyasal madde yapımında kullanılır. Otomotiv endüstrisinde de motor yataklarında, kaporta, radyatör, yağ ve hava filtrelerinde kullanılır. Uçak ve gemi endüstrisi ile elektrik ve elektronik sanayinde geniş bir kullanım alanı vardır. Kimya sanayiinde boya, parfüm, sabun, poliüretan üretiminden diş macunu yapımına kadar geniş bir alanda tüketilir. Bunların yanında matbaacılıkta, mutfak malzemeleri ve cam endüstrisinde de kullanılmaktadır. Kalay çeşitli organik maddelerde kullanılır. Organik kalay bağları, insanlar için en tehlikeli olan kalay formlarıdır. Kalay bileşikleri tarım alanında; tarım ilaçları gibi, plastik endüstrisi, boya endüstrisi gibi çok sayıda endüstride kullanılır. Organik kalay maddelerinin kullanıldığı alanların sayısı her gün artmaktadır (Marc Records 1989).

Kalay bileşiklerinin alınması, uzun dönem etkileri kadar, akut etkilere de sebep olabilir. Akut etkileri, göz ve cilt tahrişleri, baş ağrısı, karın ağrısı, baş dönmesi, şiddetli terleme, nefes darlığı ve idrara çıkma problemleri olmakla beraber, uzun dönem etkileri olarak depresyon, karaciğer hasarları, bağışıklık sistemlerinin yetersizliği, kromozomsal zedelenme, kırmızı kan hücrelerinin eksikliği, beyin zedelenmesi, asabiyet, uyku bozukluğu, unutkanlık ve baş ağrılarına neden olmaktadır. Fakat gıdalardan kaynaklanan kalay zehirlenmeleri çok nadirdir ve sadece çevresel kirliliklerden sonra meydana gelir (Shills ve Olson 1994).

Arsenik, yer kabuğunda geniş bir alana yayılmış ve yer kabuğundaki ortalama konsantrasyonu 2 ppm olan, $5,78 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğa sahip olan bir metaloid elementidir. Arsenik 200'den fazla mineral türünde bulunmakla beraber doğada jeolojik olarak geniş bir alana yayılmış trivalent ve pentavalent formlarda yiyecek ve yeraltı sularında mevcut olup en çok bilinen minerali arsenopirittir (FeAsS). Endüstride arseniğin en bilinen uygulamaları yarı iletken teknolojilerinde ve laser üretimindedir. Bunun yanında antik çağlardan beri bilinen bir kullanım alanı daha vardır, o da zehirdir. İnorganik arsenik bileşikleri 60 ppm üzerindeki konsantrasyonlarda oral yolla vücuda alındığında insanlar için sonuç ölümdür (Habashi 1997, Anonim 2017a, Anonim 2000a, Güven ve ark. 2007). Arseniğin metalik formda kullanılmasının herhangi bir faydası olmadığı için bu tür çalışmalar genellikle yapılmamaktadır. Elementel arsenik suda çözünmezken inorganik arsenik tuzları, pH ve iyonik ortama bağlı olarak geniş aralıkta çözünürlükler göstermektedir. Madencilik, demirdışı metallerin ergitilmesi ve fosil yakıtların yanması gibi büyük endüstriyel prosesler arseniğin hava, su ve toprağa yayılarak kirlenmesine sebep olmaktadır. Arsenik içeren tarımsal ilaçların kullanılması ve kereste muhafazasında arsenik kullanılması çevre kirliliğine neden olmaktadır (Anonim 2015, Anonim 1996, Anonim 2000b, Güven ve ark. 2007).

Alüminyum yer kabuğunda en çok bulunan üçüncü element olmasına rağmen, bitki ve hayvan dokularında düşük konsantrasyonlardadır ve az biyolojik öneme sahiptir. İnsanların yediği çoğu sebzelerde 0,5-5,0 ppm arasında yüksek alüminyum konsantrasyonları belirtilmiştir. Alüminyumun insan için gerekli olup olmadığına dair kesin bir bilgi elde edilememiştir. Ancak çocuklarda ve yetişkinlerde olumsuz sonuçlar rapor edilmiştir. Kuzey Amerika'da normal bir yetişkinin yiyecek ve içeceklerden aldığı ortalama alüminyum, yiyeceklerde 28 günün üzerinde 36,4 mg/gün olarak ve aynı periyot süresince günlük dışkılarda 41,9 mg olarak bulmuşlardır.

Son yıllarda alüminyumun çeşitli biyolojik fonksiyonları bozduğundan şüphelenilmesi nedeni ile biyolojik ve çevre örneklerinde eser düzeydeki alüminyumun tayinine büyük önem verilmektedir. Alzheimer hastalığı gibi çeşitli nörolojik hastalıklar ile bu hastalıkların dokularında bulunan yüksek alüminyum arasındaki potansiyel ilişki gıda, içme suyu, kronik böbrek hastalıklarında diyaliz sıvısında alınan alüminyuma dikkatleri çekmiştir. Bu nedenle Dünya Sağlık Organizasyonu (WHO) gıdalarla ilgili uzmanlar komitesi, erişkin bir kimsenin hastalık alabileceği alüminyumu 7 mg/kg olarak belirlemiştir.

Özellikle ileri yaşlarda ortaya çıkan ve kesin tedavisi olmayan Alzheimer hastalığı günümüzde önemli bir hastalıktır. Beyin hücreleri yavaş yavaş ölür ve insanı felce götürür. Ölüme de yol açabilir. Bu hastalıkta en önemli rolü alüminyum artıklarının beyinde birikerek biyolojik fonksiyonları bozması olduğu düşünülüyor. Alzheimer hastalığına yakalanmış bir insanın, çekilen tomografisinde beyin minik alüminyum tuzlarının meydana getirdiği taşlar ve geniş boşluklarla kaplı olduğu görülmüştür. Bu hastalarda normal sağlıklı insanların beyinlerine oranla 10 kat alüminyum biriktiği görülmüştür (Anonim 1993).

Alüminyum tuzları ile tehlikeli endüstriyel zehirlenmeler görülmesine karşın maden cevheri boksit (alüminyum oksit), kaplama, seramik maddeleri ve elektrik malzemesi yapımında, dişçilikte laboratuarlarda, tedavilerde vb. yaygın olarak kullanılmaktadır. Boksit işleyen maden ocakları ve fabrikalarda buharların solunması ya da yüksek dozda ağızdan alınması, bitkinlik, solunum düzensizlikleri ve spontan pnömotoks gibi bazı toksik belirtilere yol açabilmektedir. Alüminyum tuzlarının inhibasyonu ile insanların akciğerlerinde fibrözis olduğu belirtilmiştir. Deneysel olarak da intratrakeal alüminyum verilmesi hayvanlarda akciğer fibrozisine yol açmaktadır (Dökmeci 1988).

Mangan elementi, kemik oluşumu ve bakımı, beyin fonksiyonlarının normal çalışması, bazı enzimlerin üretimi ve bağ dokuları için çok gereklidir. Protein ve genetik malzemelerin sentezine katkıda bulunur ve besinlerden enerji üretmeye yardımcı olur. Aynı zamanda antioksidan görevi görür ve normal kan pıhtılaşmasına yardımcı olur. Manganez, glikoz metabolizmasının anahtar enziminde önemli bir yardımcı faktördür. Azlığı diyabete ve sık sık pankreas sorunlu erken doğumlara sebep olabilmektedir. Diyabetliler normal kişilerin yaklaşık yarısı kadar mangana sahiptirler. Ayrıca mangan eksikliği eklem ağrılarında, kanda şekerin yükselmesine, kemik problemlerine ve hafıza zayıflamasına da neden olabilmektedir. Maden suları, avokado, ananas, kuru bezelye, yumurta, yeşil yapraklı sebzeler, fındık, deniz sebzeleri, tahıl taneleri, karahindiba çiçeği ve çay fazla miktarda mangan içerir (Onat ve

Emerk 1995). Mangan, fetal gelişimde, laktasyonda, iskelet gelişimi, hidrolazlar, kinazlar, dekarboksilazlar ve transferazların aktivitelerinde, protein ve polisakkarit sentezinde, glikozil transferaz aktivitesinde ve kolesterol sentezinde görev almaktadır. Bütün dokulara yayılmış Mangan 12-20 mg`dır. Günlük gereksinim 3-8 mg`dır. Kalsiyum, fosfor, ferrik sitrat ve soya proteini mangan emilimini azaltır. Kronik mangan zehirlenmesi ağır maden işçilerinde, ilaç sektöründe, seramik-cam sanayinde çalışanlarda görülebilir ve parkinson benzeri nörolojik ve şizofreni gibi psikiyatrik semptomlar görülmektedir (Keser 2007).

Yeryüzünde 25 mg/ton ortalama ile kobalt en az sıklıkla bulunan elementler grubundadır. Okyanus diplerinde bulunan mangan yumruları (%0,25 Co) dışında, tahmini rezervi 5,7x106 ton olarak tahmin edilmektedir (Sibley 1986). Kobalt stratejik ve endüstriyel uygulamalarda ve askeri alanda önemli kullanım alanlarına sahiptir. Kobalt, en çok süper alaşım olarak jet motor türbinlerinde kullanılırken, malzemelere manyetiklik özelliği kazandırma, korozyondan korunma ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla alaşımlarda, yüksek hız çeliklerinde, takım çeliklerinde, elmas takımlarında ve kesici uçlarda alaşım elementi olarak da kullanılabilir. Uzun süre kobalt tozuna maruz kalındığında, alerjik tepkilere ve kronik bronşite neden olmasına rağmen kobalt kaynaklı deri tahrişi ve hastalıklar çok nadir gözlenir ve etki iki ayrı gruba ayrılabilir. Birinci grup; vücudun bazı bölgelerinde meydana gelen kızarıklıklar şeklinde; özellikle sıcak havalarda, ellerde kobalt temasından kısa süre sonra oluşur. İkinci grup; uzun yıllar kobalt bileşikleriyle temas sonucunda ortaya çıkan egzamadır (Anonim 2015, Mertz 1987, Kartal ve ark. 2007).

Kükürt atmosferde en fazla bulunan sekizinci ve dünya kabuğunda bulunan 14. elementtir (Klose ve ark. 2011) . Kalsiyum ve magnezyumun ardından ikincil makro element olarak, maksimum ürün ve verim eldesi için gerekli bir bitki besin elementidir. Gübreler ve atmosferden sağlanan yeterli kükürt miktarları nedeniyle önemi yeterince anlaşılamamıştır (Schrer 2001).

Kükürt doğrudan ya da dolaylı olarak bitkilerin metabolik fonksiyonları üzerinde de etkilidir. Bununla birlikte birçok metabolik faaliyetin önemli bir birleşimidir. Kükürtün enzim ve metabolik süreçler üzerindeki etkisi ile ilgili oldukça fazla çalışma bulunmaktadır. (Lakkineni and Abrol 1994). Düşük sülfür konsantrasyonları bitkilerin klorofil içeriğini azaltmakta (Rao and Sahu 1991) ve bazı bitkilerde karbonhidrat ve azot metabolizmasını ciddi bir biçimde olumsuz olarak etkilemektedir (Ghosh ve ark. 1990).

Kalsiyum iyonları hücre içi habercisi olarak görev yaparlar. Bu iyonun haberci görevine çoğunlukla 148 aminoasitten oluşan sitoplazma, membranlar ve organellerde serbest olarak ve bol miktarda bulunan kalmodulin proteini aracılık eder. Bu proteinlerde kalsiyum bağlayan bölgelerde bulunan negatif elektrik yüklü glutamik ve aspartik asitlerin karboksil grupları pozitif yüklü kalsiyumun buraya bağlanmasını olanak sağlarlar. Kalmodulin, kalsiyumu bağlayıncaya kadar aktif değildir ve kalsiyumu bağlayınca aktive hale geçerek, birçok enzimin aktivitelerini düzenlemekte görev alır. Kalsiyum metali ilk defa 1808 yılında keşfedilmiştir. Kalsiyum yeryüzünde en fazla bulunan metaller arasında üçüncü sırayı alır. Kalsiyum, kemik ve diş oluşumu, hücre bölünmesi, glikojen metabolizması, hormon salgılanması ve kas kasılması, kanın pıhtılaşması, metabolik mekanizma ve sinirsel kontrol gibi pek çok fizyolojik fonksiyonlara katılır (Sağ 2007).

Fosfor bitki için en önemli besin maddelerinden biri olmasına rağmen topraktaki toplam fosfor içeriği genellikle azot ve potasyum göre daha az oranda bulunmaktadır. Tarım topraklarındaki fosforun miktarının düşük olması, ayrıca toprak değişik şekilde reaksiyona girmesinden dolayı büyük bir kısmının topraklarda kalsiyum fosfatlarca, demir ve alüminyum oksitlerce bitkilerin yararlanamayacağı formlarda tutulmaktadır. Bu nedenle ihtiyaç duyulan fosfat önemlilik arz eden bir makro besin elementidir (Alam ve Ladha 2004).

Fosfor, bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için en fazla kullanılan makro besin elementlerinden biridir. Türkiye’de ekilebilir alanların %29’unda fosfor eksikliği vardır. Özellikle yarı kurak iklim koşullarında fosfor eksikliği azottan sonra verimi sınırlayıcı en önemli besin elementidir. Fosfor bitki gelişmesinde enerji sağlama, fotosentetik etkinliği artırma, şeker ve nişasta oluşumu için gereklidir (Eyüpoğlu 1999).

Fosfor vücudumuzun olmazsa olmazlarından biridir diyebiliriz. Fosforun simgesi P’dir. Fosfor vücudumuz da en çok bulunan minerallerden kalsiyumdan sonra ikinci sırada bulunmaktadır. Vücudumuzdaki her yerde fosfor bulunmaktadır. Buda demek oluyor ki eğer fosfor miktarı yeterli düzeyde değilse vücudumuz normal işlevini yapamaz. Fosforun büyük bir kısmı yaklaşık yüzde 80’i kemik ve dişlerde bulunmaktadır. Geri kalanı ise vücutta kas, beyin, kan, sinirler, vücut sıvıları ve diğer dokularda bulunmaktadır (Anonim 2017b).

Fosfor sindirimi kolaylaştırır; sindirimin kolaylaşması açısından etkili bir mineraldir. Fosfor sindirimin kolaylaşması içinde Riboflavin ve Niasin adı verilen iki B vitamini çeşidini

uyararak halleder. Sağlık açısından da bu iki vitamin gerçekten çok önemlidir ve bu nedenle de vücuda alınmasının en üst seviyede olması önemlidir. Enerji metabolizmasından nörolojik ve duygusal tepkiye kadar her şeyden bu iki B vitamini sorumludur. Fosfor eksikliğinde kemik problemleri, deri hassasiyeti, düzensiz nefes alışları, uyuşma ve titreme meydana gelebilir (Anonim 2017b).

Sodyum; ekstraselüler sıvının büyük bir kısmını oluşturan bir katyondur. Sinir iletiminde, vücut pH'nın ve sıvı dengesinin sağlanmasında rol oynar. Sodyum insan hayatı için önemli bir elektrolittir. İnsan vücudunda sodyum dengesinin sağlanmasında birçok mekanizma rol oynamaktadır. Bu denge bozulduğunda sodyum seviyesinde anormal değişimler olmaktadır (Anonim 2017c).

Vücut normal fonksiyonları yerine getirebilmek için belirli oranlarda sodyuma ihtiyaç duyar fakat gerekenden fazla sodyum tüketimi inme, kalp krizi, yüksek tansiyon ve böbrek hastalığı riskini artırır. Sağlık Bakanlığı tarafından tavsiye edilen günlük sodyum tüketimi en fazla 2,4 g'dır. Ancak bu alanda farklı ülkelerin farklı standartları bulunmaktadır. Sodyum içeren besinler arasında her türlü fast-food gıdalar, konserve gıdalar, ketçap, hardal, soya sosu, salata sosları, unlu mamuller ilk sıralarda gelmektedir. Günlük tavsiye edilen sodyum tüketimi 2,4 gram olmakla birlikte bu oran her yaş grubu için geçerli değildir ve bazı hastalıklarda sodyum tüketimi düşürülmelidir. Örneğin 51 yaşın üzerinde bulunanların, karaciğer hastalığı olanların, yüksek tansiyon ve diyabet hastalarının günde 1,5 gramdan fazla sodyum tüketmesi sakıncalıdır (Anonim 2017c).

Potasyum bitki ve hayvan hücrelerinde en çok bulunan katyondur (Cherel 2004) ve hücre içi konsantrasyonun da büyük farklılıklar gösterebilmektedir (Marschner 1995). Toprak çözeltisinde K^+ konsantrasyonu 0,1–6 mM arasında değişkenlik gösterirken (Adams 1971) bitkiler daha yüksek konsantrasyonlarda % 2-10 potasyumu dokularında bulundurmaktadır (Ashley ve ark. 2006, Gierth ve Maser 2007) bu yüksek konsantrasyon farkı nedeniyle bitkilerde potasyumun alınabilmesi için metabolik enerjiye ihtiyaç vardır ve bu yüzden potasyum bitkiler tarafından aktif olarak taşınmaktadır (Siddiqi ve Glass 1987, Fernando ve ark. 1990, Shin ve Schachtman 2004), ancak toprak çözeltisinde potasyum konsantrasyonun bitki içerisindeki konsantrasyonundan yüksek olduğu durumlarda kök hücrelerinde ki plazma membranlarındaki seçici K^+ kanalları aracılığıyla pasif olarak da kökler tarafından alınabilir (Harada ve Leigh 2006). Bitki içerisinde potasyum konsantrasyonu çok geniş bir aralıkta

değişkenlik gösterir ancak birçok bitkide kuru ağırlık olarak 10g/kg altına düştüğü durumlarda bitkilerde noksanlık belirtisi gözükmeye başlamaktadır (Gierth ve Maser 2007).

Vücuttaki su ve mineral dengesinin korunmasına yardımcı olan potasyum besinlerin hücre içine taşınmasını sağlar. Potasyum bakımında oldukça zengin olan baklagiller aynı zamanda önemli lif kaynaklarıdır. Kuru fasulye ve mercimek potasyum içeriği en yüksek olan yiyecekler arasındadır. Potasyum eksikliği aşırı yorgunluk, kabızlık, baş ağrısı, yüksek tansiyon gibi sorunlara yol açar. Ancak her mineralde olduğu gibi potasyumun da fazla tüketilmesi başta kalp rahatsızlıkları olmak üzere önemli sorunlara neden olur. Özellikle ileri yaştaki kişiler potasyum alımı konusunda çok daha dikkatli olmalıdırlar (Anonim 2017d).

İnsan vücudunda %0,05 magnezyum bulunur. Bu da ortalama bir insanda 35 grama karşılık gelir. Kanın litresinde 1,6-2,1 mg magnezyum bulunur. Magnezyum insan vücuduna kalsiyumun kullanımı, kalp fonksiyonları, sinirlerin ve kasların doğru çalışması, kan basıncı ve enerji üretimine yardım etmede gereklidir. Kemiklerin sağlıklı kalması için de gereklidir. Sinerjik etkisinden dolayı kalsiyumla uyumlu bir şekilde çalışır (Gözdaşoğlu ve Çavdar 1989).

Magnezyum azlığı, hiperirritabilite, tetani, konvülsiyonlar ve kardiyak problemlere yol açabilir. Kanser ile ilgili çalışmalarda çok az yaygın mevcuttur. Yapılan literatür çalışmalarında çeşitli kanser türlerinde özellikle baş-boyun kanserli hastalarda kan magnezyum düzeylerinin azaldığı tespit edilmiştir (Gözdaşoğlu ve Çavdar 1989, Kohli ve ark. 1989).

2.1.Baklagil ve hububatların beslenmedeki önemi

Kuru baklagiller Leguminous bitkilerinin olgunlaşmış tohumlarıdır. Bu bitki ailesi tohum bitkilerinin en geniş olanıdır. Kuru baklagiller Leguminous bitki ailesinin 600 geneli 13000 kadar özel çeşidi vardır, bu bitki ailesi havanın azotunu biriktirme özelliğine sahiptir ve bu özelliğinden dolayı toprağı azot yönünden zenginleştirirler. Baklagiller ilk çağlardan beri kültürü yapılarak üretilen bitkisel besin gruplarından biridir. Milattan önce 5500 yıllarında Güney Anadolu'da insan besini olarak kullanıldığı arkeolojik çalışmalardan anlaşılmaktadır. Amerika kıtasında MÖ 4000 yıllarında kullanıldığına ait belirtiler vardır. Çok eski çağlardan beri insan besini olarak tanımlanmaktadır (Baysal ve Başoğlu 1988).

İnsan besini olarak kullanılan kuru baklagillerin başlıcaları nohut, mercimek, bakla, fasulye, bezelye, börülce ve soya fasulyesidir. Bunlar içerisinde en verimli üretilenleri soya fasulyesi, nohut ve mercimektir. Soya fasulyesinin verimi hektar başına 1000-2000 kg,

nohutun 880-1200 kg, fasulyenin 400-2500 kg arasında değişmektedir. Ülkemizde soya fasulyesi Karadeniz ve Çukurova'da az miktarda üretilmektedir. Soya fasulyesinin anavatanı Güneydoğu Asya'dır. Günümüzde en çok ABD'de üretilmektedir. Nohut ve mercimeğin anavatanı Akdeniz çevresidir. Kırmızı mercimek en çok Güneydoğu Anadolu, yeşil mercimek İç Anadolu'da yetiştirilmektedir (Baysal 1996). Doğada insan en gelişmiş birey olduğu halde, proteinlerin yapıtaşları olan aminoasitleri sentezleme yeteneğine sahip değildir. Aminoasitlerin sekiz tanesi (izolösin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan ve valin) insanların günlük besinleriyle karşılanmaktadır. Bu açıdan bakıldıklarında birçok baklagil protein ve aminoasit kapsamı yönünden oldukça zengindir. Proteinin çoğunluğunu tuzlu çözültide çözünebilen globulin oluşturur. Bu proteinin proteolitik (proteinleri yıkan) enzimlere dirençli olması baklagil proteinin sindirimin güç olmasının başlıca nedenidir. Baklagil proteininde, gerekli aminoasitlerden metiyoninin sınırlı bulunması vücuttaki kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Yemeklik tane baklagiller geleneksel besin çeşidimiz buğdaya göre 2-3 kat daha fazla proteine sahiptirler. Ayrıca yüksek karbonhidrat içmeleri nedeniyle de önemli enerji kaynağı olarak da değerlendirilirler (Saldamlı 1998, Owen 1985, Fagioli 1983, Baysal 1988). Yemeklik baklagillerin kolesterol seviyeleri çok düşüktür ve içerdikleri antibesinsel maddeler sebebiyle sindirimleri zaman alır (Anonymous, 1998a).

Halkımızın beslenmesinde hem lezzet, hem de beslenme değeri açısından bakliyat ürünleri önemli bir yer tutmaktadır. Günümüzde bakliyat ürünleri taze veya kurutulmuş olarak da kullanılmaktadır. Özellikle et ve yumurta bulunmadığı zaman; kuru baklagiller beslenmeyle alınarak protein gereksinimi karşılanabilir. Proteince zengin olmalarına rağmen kuru baklagillerin protein kalitesi düşüktür. Kuru baklagillerin protein kalitesinin düşük olmasının nedeni gerekli aminoasitlerden kükürlü aminoasitlerin sınırlı oluşu sindirim güçlüğüdür. Bu bakımdan kuru baklagiller belirli oranlarda tahıllarla karıştırılırlar ve pişirilirse karışımın biyolojik değeri %70'e kadar yükselmektedir. Kuru baklagiller Ca, Zn, Mg ve Fe yönünden de zengindir. Kuru baklagiller B₁₂, B ve E vitaminleri yönünden de oldukça zengindir (Levy 1998).

Bakliyat ürünleri daha çok beslenme açısından sadece protein içerikleriyle ön plana çıkarılmışlardır. Oysa bakliyat ürünleri mineral ve vitaminler açısından da oldukça önemli gıda kaynaklarıdır. Bakliyatlardaki mineral maddeler buldukları miktar ve öneme göre majör, minör elementler olarak ayrılmaktadır. Majör mineral maddeler özellikle; Na, K, Ca, Mg, fosfatlar, sülfatlar ve klorürlerdir. Minör mineraller ise; Fe, Mn, Cu, Zn'dir. Ancak bu mineral içerikleri özellikle bu ürünlerin yetiştirildiği bölgelerdeki toprakların içeriklerine ve

gübrelemeye bağı olarak farklılıklar göstermektedir (Kaçar 1972). Yemeklik tane baklagiller bileşimlerinde bulunan %18-31,6 oranında protein içeriği ve diğer bitkisel proteinlere nazaran daha dengeli aminoasit bileşimi, aynı zamanda vitaminlerce ve özellikle A, D ve B vitaminlerce de insanların başlıca protein ve mineral kaynağıdır. Dünya ölçüsünde düşünüldüğünde insan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si yemeklik baklagillerden sağlanmaktadır (Özkaya 1998).

Ülkemiz baklagillerin özellikle de mercimeğin yetiştirilmesi ve ihracatı yönünden önemli bir konumda bulunmaktadır. Bu konumunu sürdürebilmesi ileri teknolojiler kullanılarak, verim yanında besin değeri yüksek çeşitlerin yetiştirilmesine çalışılması büyük önem taşımaktadır (Özkaya 1998).

Yeryüzünde ekiliş ve üretimi en fazla ürün grubu olan tahıllar, dünyada insan beslenmesinin yanında hayvan beslenmesinde ve endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay 1995).

İnsanın beslenmesi bakımından günümüzde tahıla bakış açısı, yüksek oranda içerdikleri karbonhidrata dayalı enerji sağlayıcı özelliği üzerinde odaklanmaktadır. Bunun yanında tahıl ürünlerinin doyum sağlayıcı fonksiyonu kayda değer diğer bir özelliktir. Tat ve aroma yönünden nötr (etkisiz) karakterde olup bu sayede çağlar boyu bıkıp usanmadan yenilen gıda maddesi olma özelliklerini korumuşlardır. Bu nötr özellik diğer aromatik gıda maddeleri ile birlikte tüketilebilmesini sağlar (Anonim 2016b).

Başlıca hububat çeşitleri arasında mısır, yulaf, buğday, pirinç, arpa, çavdar vardır. Ucuz olması, kolay temin edilmesi, enerji kaynağı olması, doyurucu özelliği, kısmen de olsa biyolojik değerleri yüksek protein içermesi ve bıkırtmayan nötr tat ve aromada olması nedeniyle tahıllar çok tüketilir. Özellikle gizli açlık ve dengesiz beslenmenin söz konusu olduğu geri kalmış bölge insanların besin ihtiyaçlarının karşılanmasında ve çeşitli yardım programlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu amaçla un, pirinç ve bulgur gibi tahıl ürünleri; eksiklik belirtileri yaygın olarak görülen antiberberi, vitamin thiamin, antipelegra özelliği olan vitamin niasin (nikotinik asit), riboflavin gibi B kompleksi vitaminleri, bazen vitamin D ve anemiye karşı demir, raşitizme karşı kalsiyum gibi mineral maddeler bakımından zenginleştirilmekte, söz konusu bölgelere ulaştırılmaktadır (Anonim 2016c).

2.2.Ağır Metal Bulaşma Kaynakları

Teknolojik gelişmelerle birlikte ortaya çıkan çevresel kirlenme kendini gıda zincirinde de hissettirmektedir. Özellikle genetik yapısıyla oynanan gıdalar hormonlu gıdalar gibi, insan sağlığı açısından çeşitli yan etkileri belirlenen veya bilinmeyen ürünlerin giderek yaygınlaşması insan sağlığı açısından ciddi sorunlara yol açmaktadır. Bu sebeple, doğal girdilerle üretilmeye çalışılan insan sağlığı açısından yan etkisi olmayan organik ürünlere olan talep gün geçtikçe artmaktadır (Coleman 1988).

Gıda maddelerinin yapısında doğal olarak bulunmayan yabancı maddeler arasında yer alan ve çeşitli yollarla gıdalara bulaşan maddelerin bir grubunu oluşturan metal kalıntıları, gıda maddelerinin imalatı ve depolanması sırasında temas ettiği makine ekipman veya paketleme materyallerinden bulaşabileceği gibi, bu maddelerle kirlenmiş olan doğadan hammaddeye bulaşması ile de ürüne taşınabilmektedir. Katı ve sıvı yakıtların içerdiği metaller (kurşun vs.) ve büyük şehirlerde trafik yoğunluğunun oluşturduğu egzoz gazlarındaki kurşun bileşikler çevredeki havayı önemli ölçüde kirletebilmektedirler (Akın ve ark. 2003).

Başta gıda maddeleri olmak üzere su ve hava yolu ile vücuda alınan ağır metaller, konsantrasyonlarına bağlı olarak vücutta çeşitli düzensizlikler ve zararlar oluşturabilmektedirler. Bu düzensizlikler; uyku bozuklukları, merkezi sinir sistemi bozuklukları, baş dönmesi, iştahsızlık, nefes darlığı ve hafıza yetersizliği gibi belirtilerle ortaya çıkmaktadır (Clayton 1994, Klaassen 1996). Ağır metaller, kalp ve damar hastalıklarının ortaya çıkmasında ve kan oluşum sistemlerinin bozulmasında da rol oynayabildikleri gibi anemi, zehirlenme ve erken ölüm gibi olaylara da neden oldukları belirtilmektedir (Işık ve ark. 1996, Kılıçel ve ark. 2000). Ayrıca bu metaller, proteinlerin fonksiyonel gruplarına bağlanarak birçok biyokimyasal reaksiyonu etkileyebilir, farklı yollardaki enzimatik aktivitelerde rol alabilir, çekirdek metabolizmasına ve ATP sentezine müdahale edebilirler (Viarengo 1985).

Ağır metal iyonları, gıdanın yapısında tabii olarak bulunmayan, çevreden (topraktan, sudan, havadan), gıdaların üretimi sırasında kullanılan metalik ekipmanlardan, depolama ve dağıtım sırasında kullanılan ambalaj ve materyallerden bulaşmaktadır (Beliles 1975, Hışıl 1987, Vural 1993).

Ağır metal bulaşma kaynakları arasında toprak, endüstriyel kirlilik, hava kirliliği, atık sular, lağım atıkları, işleme ekipmanları, pişirme araç ve gereçleri, paketlenme ve kutulama işlemi vardır (Şanlıer ve Türközü 2012).

Toprak, gıdalarda bulunan esansiyel ve toksik minerallerin başlıca kaynağıdır. Verimli topraklar bitkinin yetişmesi için gerekli olan elementlerle birlikte geniş oranda ve değişen konsantrasyonlarda metal içermektedir (Basta ve ark. 2005). Çeşitli yollar ile kirlenen toprakta yetiştirilen ürünler kirlenmekte ve ağır metal içerikleri artış göstermektedir (Notten ve ark. 2005).

Ayrıca, birçok ağır metal, sanayide kullanılmakta ve atık olarak doğaya karışabilmektedir. Ağır metallerin çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler; çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Temel endüstrilerden atılan metal türleri Çizelge 2.2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Endüstride en çok kullanılan ağır metaller (Tok 1997)

| Endüstri dalı | Cd | Cr | Cu | Fe | Hg | Mn | Pb | Ni | Sn | Zn |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Kağıt, karton ve selüloz sanayi | | X | X | | X | | X | X | | X |
| Organik kimyasallar ve petrokimya | X | X | | X | X | | X | | | X |
| Alkaliler, klor, inorganik kimyasallar | X | X | | X | X | | X | | X | X |
| Gübreler | X | X | X | X | X | X | X | X | | X |
| Petrol rafinerileri | X | X | X | X | | | X | X | | X |
| Demir-çelik dökümhaneleri | X | X | X | X | X | | X | X | X | X |
| Demir-çelik dışındaki metal sanayi | X | X | X | | X | | X | | | X |
| Motorlu taşıt ve uçak kaplaması | X | X | X | | X | | | X | | |
| Cam, çimento ve asbest üretimi | | X | | | | | | | | |
| Tekstil sanayi | | X | | | | | | | | |
| Deri tabaklanması | | X | | | | | | | | |
| Enerji üretimi (termik) | X | X | X | | X | | X | X | X | X |
| Buharla çalışan elektrik santralleri | | X | | | | | | | | |

Endüstriyel faaliyetler nedeniyle gıdaların kirlenmesi oldukça yaygındır. Türkiye’de yapılan çalışmalarda da, sanayi atıkları ile kirlenen sularda bulunan yumuşakçaların çeşitli dokularında geniş oranda potansiyel zehirli metallerin biriktiği saptanmıştır (Atabeyoğlu ve Atamanalp 2010).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, değişik kaynaklardan sulama suyu ile sulanan sebzelerde Fe, Cu ve Zn gibi ağır metal miktarları belirlenmiştir. Sonuçta, atık sular ile sulanan sebzelerde ağır metal birikiminin fazla olduğu görülmüştür. Örneklerde 116-378 mg/kg Fe ve 22-46 mg/kg Zn tespit edilmiştir (Arora ve ark. 2008).

Ağır metal kirliliğinin %60'ını oluşturan maddelerden; kurşun (Pb) motorlu araçlarda vuruntuyu önlemek üzere benzine katılan tetra etik kurşundan, nikel (Ni) ise daha çok dizel yakıtından ve motor yağlarından kirletici olarak açığa çıkmaktadır. Kadmiyum (Cd) ise yanan motor yağından ve en çok dizel yakıtından atmosfere katılmaktadır. Bu ağır metaller canlılar üzerinde, özellikle kurşun ve nikel kirlenmesi bitkiler üzerinde son derece toksik etkiye sahiptir (Bingöl ve ark. 2010).

Günümüzde ağır metal iyonlarının ciddi sağlık problemlerine yol açtığı hatta bazı vakaların ölümlere kadar gittiği bilinmektedir. Bu yüzden ağır metal bulaşması konusuna gerekli önemin verilmesi ve muhtelif bulaşma kaynaklarının incelenerek etkin önlemlerin alınması gerekmektedir (Şahan 2003).

Organik ürünün işlenmesi esnasında, organik ürünün ilgili yönetmeliğe uygun olmayan ürünlerle karışma ya da bulaşmasını önleyecek ve ürünün organik niteliğini koruyacak gerekli tedbirler alınır. Konvansiyonel üretimde kullanılan binalar, alet ve ekipmanlar temizlenip dezenfekte edildikten sonra organik üretimde kullanılır (Anonim 2008). Organik tarım ürünleri depolanırken, ürünün organik özelliğini kaybettirecek hiçbir ilaç ya da sentetik kimyasal kullanılmaz (Marangoz 2008).

Nijerya'da yapılan bir çalışmada, trafik yoğunluğu fazla olan bölgelerin topraklarında emisyonun etkisiyle toprakta daha yüksek oranda Fe, Cu, Cd, Pb, Mn ve Zn birikiminin olduğu bildirilmiştir (Abechi ve ark. 2010).

Gıdalardaki metalik kirlilikte önemli etkenlerden biri de atık sulardır. Çeşitli endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan atık suların içinde bazen eser miktarda bazen de yüksek derişimlerde ağır metaller bulunur (Kumbur ve ark. 2008).

Lağım atıkları; genellikle yaklaşık 1,5 mg/kg Cd, 8 mg/kg Cu, 62 mg/kg Fe ve 49 mg/kg Zn olmak üzere çeşitli potansiyel zehirli elementleri yüksek konsantrasyonlarda içermektedir (Reilly 2007, Smith 2009). Dolayısıyla, lağım atıklarının serpme gübre olarak kullanılması, ürünlerde kirliliğe neden olabilmektedir. Lağım atıklarıyla işlenmiş topraklarda

yetiştirilen gıdaların yol açtığı sağlık sorunları nedeniyle Türkiye’de dâhil olmak üzere pek çok ülkede tarımda lağım atıkları ve atık suların kullanımına yönelik kısıtlamalar getirilmiştir (Kukul ve ark. 2007).

Kadmiyumun çinko ile birlikte galvanize çinko kaplı ambalajlarda kullanılması, bu tür ambalaj materyallerinin asitliği yüksek gıdalarda zehirlenme olaylarını artırdığını göstermiştir (Concon 1988).

Yapılan bir çalışma bir saatlik pişirme sonrası çelikten gıda maddesine 0,13-0,22 ppb (0,0013-0,0022 mg/kg) düzeyinde nikelin gıdaya geçtiğini göstermiştir. Örneğin, hububatın öğütülmesi veya parçalanması bu ürünlerin nikel içeriğini azaltırken pişirme işlemi bu düzeyi artırabilmektedir (Vural 1993).

Besin işleme ekipmanları, uzun yıllardır besinlerdeki metal kirliliğinin bir kaynağı olarak kabul edilmekte olup son zamanlarda modern işletmelerde kullanılmak üzere onaylanmış olan yüksek kaliteli metal malzemeler bu kontaminasyonu engellemektedir. Ayrıca ekipmanları temizlemek amacıyla kullanılan bazı deterjan türleri de paslanmaz çelikte; As, Pb ve Cd çözünmesine yol açabilmekte ve kontaminasyonlara neden olabilmektedir (Whitman 1978).

Licata ve ark (2003), İtalya’nın Calabria kentinde farklı çiftliklerde topladıkları 40 farklı süt örneğinde kurşunu 1,32 µg/kg, kadmiyumu 0,02 µg/kg, çinkoyu 2,16 µg/kg, kromu 2,03 µg/kg ve bakırı 1,98 µg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Yapılan bir araştırmada peynir numunelerinde, kaşar peynirlerde tespit edilen ortalama çinko içeriğinin (27,15 mg/kg), beyaz salamura ve tulum peynirlerinin çinko içeriğinden (sırasıyla 15,35 mg/kg, 15,96 mg/kg) anlamlı düzeyde ($P < 0,001$) yüksek olduğu belirlendi (Yalçın 2009).

Eskiden olduğu gibi günümüzde de kalaylı bakır tavalarda besinlerdeki ağır metalin kaynağı olup, bu mutfak malzemeleri içinde pişirilen lahanadaki Pb seviyesinin 0,15 mg/kg’dan 0,79 mg/kg’ye ve Cu seviyesinin 1,36 mg/kg’dan 2,07 mg/kg’ye yükseldiği bildirilmektedir (Reilly 1978).

Çeşitli gelişmiş tekniklerin kullanımıyla paket ve kutulama işlemi kontaminasyon sorunu büyük ölçüde çözülmüş olup risk az da olsa devam etmektedir (Alvarez ve ark. 2011). Özellikle kutulanmış besinlerden ağır metal kontaminasyonu en fazla asidik besinlerde

görülmekte ve bu durum depolama sıcaklığına ve süresiyle ilişkili bulunmaktadır (Ramonaityte 2001).

WHO ve FAO kontaminantlar üzerinde ısrarla durmakta ve bu konuda bir seri çalışmalar yapmaktadırlar. Özellikle ağır metal iyonları, bunların gıdalarla bulaşması ve günlük tolere edilebilir sınırların üzerine çıkıldığında sorun oluşturması, bu örgütlerin üzerinde durduğu öncelikli konulardır. FAO ve WHO'nun ortaklaşa kurmuş oldukları ve dünya standartlarını oluşturmaya yönelik çalışmaların yapıldığı Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC), belirli gıdalarda ağır metaller için limit değerlerin ve bazı ülkelerin kendilerine özgü maksimum değerlerin belirlenmesine yönelik çalışmalarını halen sürdürmektedirler (Yüzbaşı 2001).

Havadaki kirletici maddelerin toprağı kirletmesi; fabrika bacalarından, termik santrallerden ve konut bacalarından gaz, aerosol (gaz-toz veya gaz-sıvı karışımı) ve katı parçalar halinde çıkan zararlı maddeler, çeşitli yollarla toprağı ulaşıarak, toprakta birikirler, bazı kimyasal ve biyolojik reaksiyonlara girerek toprağı zarar verirler. Zarar şekilleri toprağın verim gücü üzerinde rol oynayan fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerini bozmak, toprak canlılarını öldürmek şeklinde olabilir (Anonim 2011b).

Hava kirletici olarak toprağı ulaşıp, kirlilik yaratan gaz maddeler, özellikle sıvı maddelerden sülfürik asit içeren yağışlardır. Atmosferden toprağı ulaşan katı parçacıklar (tozlar), kimyasal bileşim bakımından çeşitlidir. Bunlar sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, alüminyum, mangan ve demir gibi mineral maddelerdir. Hava yoluyla toprağı gelen ağır metal parçacıkları toprağı çok yönlü zararlı etkilerde bulunmaktadır. Sulardaki toprak kirletici maddeler, endüstriyel ve kentsel atık sular içindeki zararlı maddeler ile çöplerden kaynaklanan yüzey ve sızıntı sular, çiftlik gübrelerine ait çözeltiler, sulardaki toprak kirleten başlıca kirleticilerdir. Bunlar ya doğrudan, ya da kontrolsüz sulamalarla toprağı giderek, içerdikleri zararlı maddelerle toprağın doğal özelliklerini bozmakla ve verimini azaltmaktadır. Tarımsal aktivitelerin yarattığı toprak kirleticileri bu hususta toprağı kirleterek zarar veren başlıca kaynaklar şunlardır:

- Toprağı verilen mineral maddeler, özellikle azotlu gübreler,
- Tarımsal zararlılara karşı kullanılan kimyasal mücadele ilaçları,

- Tarımsal sanayi kuruluşlarında meydana gelen atık maddeler, bunlar genellikle, et kombinaları, deri işleyen sanayi, yağ ve yem fabrikaları, şeker ve bira sanayi üretim işletmeleri, tekstil ve konserve fabrikalarıdır.

Tarım topraklarındaki toksik metallerin en önemli kaynağı fosforlu gübrelerdir. Fosforlu gübrelerdeki bu metallerin varlığı ve miktarı ise ham kaya fosfatının metal içeriğine bağlıdır. Fosfat kayası olarak bilinen ham kaya fosfatı, fosforlu gübrelerin ana maddesidir (Sezen 1995). Tarım topraklarında verimi artırmak amacıyla kullanılan fosforlu gübreler; diamonyum fosfat (DAP), triple süper fosfat (TSP) ve kompoze gübrelerdir. Gerek tarım alanlarındaki fosfor (P) miktarının az olması (% 0.04-0.30), gerekse suda çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin ancak %5-25'inden bitkiler yararlanabilmektedir. Bu nedenle her yıl toprağa aşırı ve bilinçsiz bir şekilde fosforlu gübre uygulanmaktadır. Fosforlu gübrenin toprağa uygulanması, toprağın özellikle üst kısmındaki toksik metal konsantrasyonunu artırmaktadır (Camelo 1997).

Diğer toprak kirletici madde kaynakları da petrol, mineral yağlar, radyoaktif maddeler, katı atık maddeler uçucu küller ve tuzlardır (Anonim 2011c). Bu tip kirlenmenin temel kaynakları fosil yakıtlar, gübreler, pestisitler, evsel atıklar, metal içeren maden filizlerinin eritilmesi yani madencilik faaliyetleri ve atmosferik depozisyonudur. Atmosferde ağır metaller genellikle partikül şeklinde bulunurlar. Atmosferden bu partiküllerin toprağa veya suya geçişi ıslak çökeltme (yağmur, kar), kuru çökeltme (gaz, toz) ve nemli çökeltme (sis, duman) ile olur (Shrivastav 2001).

Ağır metallerin toprağa ulaşımı, kirlenmiş atmosferle, kirli suların sulamada kullanılmasıyla, katı atıkların toprağa verilmesiyle, ağır metal içeren pestisitler ve fosforlu gübrelerin kullanılmasıyla olmaktadır. Ayrıca, trafik yoğunluğunun fazla olduğu karayollarının kenarında bulunan topraklar ve burada yetişen ürünler, ağır metal kontaminasyonuna uğramaktadır (Ece ve ark. 2001). Bu toksik metallerin tarım ürünleri tarafından alınmasıyla besin zincirine girmesi ya da topraktan yıkanarak su ortamına ulaşma olasılığı büyük bir çevresel tehlike yaratmaktadır (Alloway 1995). Ayrıca bu tip metaller toprakta mevcut doğal organik asitler ile bileşik oluştururlar. Bu da metallerin topraktan aşağı taşınımını hızlandırarak yer altı suyuna karışmalarına ve dolayısıyla içme ve sulama sularının kirlenmesine neden olmaktadır (Fukushima ve ark. 2001, Kantar 2001).

Havanın metallerle kirlenmesinde ise en önemli faktör, fosil kaynaklı yakıtların kullanılmasıdır. Katı ve sıvı yakıtların içerdiği As, Se, Pb ve Cd gibi metaller baca ve egzoz gazları ile havaya karışmaktadır. Ayrıca metal endüstrisinde metal filizlerinin kavrulması sırasında ortama salınan baca gazları ve tozlar hava kirliliğine neden olan önemli faktörleri oluşturmaktadır (Mor 2002).

Bölgedeki yerleşme alanlarından kaynaklanan hava kirliliği, Orta ve Doğu Avrupa üzerinden gelen ve Karadeniz-Marmara üzerinden esen rüzgârların getirdiği kirli hava ve asit yağışları ile birleşerek tarım alanlarını ve ormanları etkilemektedir (Çevre 2003).

Cd, Pb ve Cu gibi tarım topraklarının kirlenmesine neden olan ağır metallerin, hayvanlar ve bitkilerde yüksek konsantrasyonlarda toksik etkileri olduğu bilinmektedir (Zheljazkov ve ark. 2006). Bundan başka, toprak ve bitkilerde toksik etki yaratan metaller ile çözülebilir tuzları yüksek seviyelerde içermesi sebebiyle kanalizasyon suları, yeraltı sularına karışma riski nedeniyle kirlenmenin başlıca sebeplerindendir (Gasco ve Lobo 2007). Kanalizasyon ve endüstriyel atık sularının tarım arazilerini sulamada sıkça kullanılması, toprakta ve sebzelerde ağır metal birikimine yol açabilir (Singh ve ark. 2010). Çevresel açıdan ağır metallerin yok edilmesi mümkün değildir. Az miktarda da olsa yeme-içme, soluk alma ve benzeri yollarla vücuda girmektedirler (Mendil ve ark. 2009, Angioni ve ark. 2006). Ağır metaller; böbrekler, kemik ve karaciğer gibi insan vücudunda yaşamsal organlarda birikerek birçok ciddi sağlık sorunlarına sebep olmaktadır (Singh ve ark. 2010). Ayrıca, ağır metallerin (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Al, Mn vb.) besinlerle vücuda alınması neticesinde metabolizma bozulmasından kaynaklanan bağışıklık sistemi zayıflığı, doğum öncesi gelişme geriliği, psikososyal işlev bozuklukları, yetersiz beslenme sonucu sakatlıklar ve yaygın kanser etkileri oluşabileceği belirtilmiştir (Khan ve ark. 2010).

Ülkemiz 1946 yılında FAO'ya üye olmuş, bu çerçevede Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği 16.11.1997 tarih ve 23172 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliği" ile gıda maddelerinde bulunabilecek maksimum metal ve metaloid konsantrasyonları belirlenmiştir (Anonim 2002).

ICP-OES, çok küçük derişimlerde yüksek hassasiyette elementlerin tayini yapmaktadır. ICP kaynağı, inert gazlar genellikle argon gazı ile yüksek enerjili ve yüksek frekanslı iyonlaşmış bir plazmayı üretmektedir. Bir numune plazmanın merkezine enjekte edildiğinde, 10000 K sıcaklıktaki plazma, numunedeki elementlerin ayrışma, atomlaşma ve uyarılma işlemlerinin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu olaylar, çalışılan elementlerin kendilerine özgü frekansta ışığı yayarlar. Bu ışık şiddeti, numune içerisindeki elementlerin derişimi ile doğru orantılıdır ve bir emisyon spektrometresi ile ölçülmektedir. Spektrometre özgün frekansları farklı dalga boylarına ayırabilme ve nicel sonuç alabilmeyi sağlamaktadır (Yiğenoğlu 2007).

Özellikle çocuklar, yetişkinlere göre vücut ağırlıkları birimi başına daha fazla su ve gıda aldıkları için ilaç kalıntılarına karşı daha fazla duyarlıdır. Seattle'de yaşayan 2-5 yaşlarında çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada, geleneksel olarak yetiştirilen sebze ve meyve tüketen çocukların, organik olarak üretilen gıdaları tüketen çocuklara göre 6 kat daha fazla kalıntıya maruz kaldıkları saptanmıştır (Curl 2003).

Yüksek konsantrasyonlardaki bazı ağır metaller, bitkileri ve bitkilerle beslenen insan ve hayvanları olumsuz yönde etkileyebilmektedirler. Bazı ağır metal iyonlarının biyolojik birikime sahip oldukları bilinmektedir. Bu sebeplerle birikime neden olan söz konusu ağır metallerin gıda maddelerinde ya hiç bulunmaması ya da standartlarla belirlenen düzeylerde bulunması ve bunun üzerine çıkmaması önem taşımaktadır (Yıldız 2001).

Kouba (2003) organik olarak üretilen gıdalarda konvansiyonel olanlara göre kimyasallardan kaynaklanan daha az kalıntı olduğunu tespit etmiştir. Organik tarım uygulamalarının biyoçeşitliliği ve biyolojik aktiviteyi, sosyolojik, ekolojik ve ekonomik olarak sürdürülebilirliği artıracığı bildirilmiştir (Samman vd. 2008).

Çoğunlukla iz miktarda bulunan ağır metaller, insan etkinlikleri sonucunda kirlilik problemini oluşturmaktadır. Ekosisteme karışan ağır metaller, bitkiler tarafından alınarak vejetatif kısımlarında depolanırlar. Böylece zamanla bitkilerde ağır metal kirliliği oluşmaktadır. Ayrıca bitkisel besinlerin içerdiği ağır metal düzeyleri; bitkinin türü, toprak ve çevresel faktörlere bağlıdır (Angioni 2006).

Ağır metaller, normal olarak toprak bileşiminde bulunmaktadır ve tüm ekosistemin bir parçasıdır. Diğer taraftan, insanlar bu elementlerin çevredeki dağılım ve miktarını ciddi şekilde değiştirmektedir. Toprakta, suda ve havada bulunan ağır metaller; besinleri, içme

suyunu ve sonuç olarak da insanları kontamine edebilmektedir (Angioni 2006). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), tüm akut ve kronik hastalıkların %60-70'nin ağır metal kirliliği ile ilişkili olabileceğini bildirmektedir (Anonim 1993).

Bir çalışmada üzümler üzerinde kullanılan bakır içerikli mantar ilacının şarapta bulaşma olduğu belirlenmiştir (Melgar ve ark. 2009). Polonya, Bulgaristan ve İtalya'da belirli bölgelerde yetiştirilen ve pestisit ile gübre kullanılan meyvelerden elde edilen şarap ve alkollerde ağır metal seviyesi Avrupa Birliğinin yasal olarak izin verdiği sınırlardan yüksek bulunmuştur (Formicki ve ark. 2012). Durum buğdayında kullanılan pestisitlerin kadmiyum, kurşun ve arsenik gibi ağır metal kirliliğine neden olduğu ifade edilmektedir (Atafar ve ark. 2010).

Organik ve konvansiyonel olarak üretilen süt içeriklerinde diğer besin maddelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada (Guinot ve Thomas 1991) kuru madde, yağ, kalsiyum (Ca), potasyum (K), demir(Fe), bakır (Cu) içerikleri bakımından önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Bunun dışında organik sütte konvansiyonele göre daha düşük oranda çinko (Zn), azot (N), protein ve daha yüksek oranda nitrat gözlenmiştir. Başka bir çalışmada, Lund (1991) organik ve konvansiyonel beslenen ineklerden elde edilen sütlerde toplam kuru madde, yağ, protein, non-kazein N, non-protein N, laktoz, vitamin C, kül, fosfor (P), sodyum (Na), K, Ca, Mg ve yağ asitleri yönünden genel olarak küçük farklılıklar görüldüğünü bildirmişlerdir.

Macaristan'da yapılan bir çalışmada ağır metal kirliliğinden kaynaklanan toprak kirliliğinin toprak mikroorganizmalarına olan etkisi araştırılmıştır. Kirli toprakta gerçek ağır metal kirliliği düşük seviyelerde saptanırken Cr ve Cd değerleri Macar Toprak Kirliliği Yönetmeliği'ne göre yüksek bulunmuştur. Kirli topraklarda gözlemlenen Zn miktarı (123 mg/kg) kirli olmayan topraklardaki miktar ile benzer olmakla birlikte, Cr (83,6 mg/kg) ve Cd (2,3 mg/kg) değerleri önemli oranda yüksek belirlenmiştir. Toprak mikroorganizmalarının metabolik aktivitelerini topraktaki ağır metal kirliliği etkilemektedir (Mathe ve ark. 2005).

Yaprak ayası ve yaprak sapının toplam N, P, K, Ca, Mg ve Na besin element içerikleri üzerine organik ve konvansiyonel üretim uygulamaları arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir. Yaprak ayası örneklerinin P içerikleri, yine aynı dönemde Fregoni (1984)'in yaprak ayası için önerdiği %0,15, Atalay (1988)'in önerdiği %0,23 ve Levy (1970)'in önerdiği %0,24 sınır değerleri ile karşılaştırıldığında yaprakların P içeriğinin yeterli olduğu saptanmıştır. Tane tutumu döneminde yaprak ayası potasyum miktarı Fregoni (1984), Levy (1970) ve Bergmann (1988)'a göre sırasıyla %1,20-1,40; %1,40 ve %1,20-1,60 olarak

önerilmekte bu değerlere göre yapılan değerlendirmelerde her iki uygulamada da yaprak ayasının K içeriğinin yetersiz olduğu saptanmıştır. Yaprak ayası Ca değerleri, Fregoni (1984) tarafından önerilen %2,5-3,5 sınır değerlerine göre incelendiğinde organik ve konvansiyonel üretim yöntemlerinde kalsiyumun yetersiz olduğu, ancak, Chapmann (1965) tarafından tane tutumu döneminde yaprak örnekleri için verilen sınır değerler (%1,27-3,19) ile Bergmann (1988)'ın Cahoon (1970)'un önerdiği (%1,0 ; %1,5-2,5) sınır değerlere göre ise her iki üretim yönteminde de yaprak ayası Ca değerlerinin yeterli olduğu belirlenmiştir. Levy (1970), Chapmann (1965) ve Mills ve Jones (1996)'nın yaprak ayası magnezyum içeriği için sırasıyla önerdikleri %0,20; %0,23-0,29 ve %0,25-0,50 referans değerlerine göre yaprak ayası Mg içeriğinin bu referans değerlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yaprakların (aya ve sap) toplam Fe, Zn ve Mn içerikleri açısından organik üretim yöntemi ile konvansiyonel üretim yöntemi birbirleriyle karşılaştırıldığında organik üretim yönteminde yaprakların (aya ve sap) Fe, Zn, ve Mn içeriklerinin konvansiyonel üretim sisteminden daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır.

Asit yağmurları ve ağır metal kirliliğinin Romanya'da Elatna bölgesinde önemli toprak kirliliğine yol açtığı Lacatusu ve ark tarafından araştırılmıştır (Lacatusu 1999). Bu bölge bir endüstri bölgesi olup madencilik, metalürji ve kimyasal aktivitelerin yoğun olduğu bir bölgedir. Toprağın %68'inin bu aktiviteler tarafından kirletildiği saptanmış, toprak asitliği pH 3,6 ve 3,9 değerleri arasında bulunmuştur. Toprakta olması gereken değerlerin çok üzerinde Pb (41), Cu (41), Zn (7) ve Cd (4) değerleri belirlenmiş ve toprakta ağır metal kirliliği tespit edilmiştir. Toprak biyolojisine ağır metal kirliliğinin verdiği zarar ve kayıplara dair çeşitli çalışmalar mevcuttur (Lacatusu 1999, Nahmahi vd. 2004, Vasiliu 1995, Lacatusu 1998). Kuzey Fransa'da tarım arazilerinde yapılan bir araştırmada Zn, Cd ve Pb ile bulaşmış toprakta toprak canlılığı için gerekli olan toprak solucanlarının türlerinde kirli bölgelerde sayıca azalma görülmüştür (Lacatusu 1999).

Yeni Zelanda'da gerçekleştirilen bir araştırmada 60 farklı çeşitte sertifikalı organik meyve, sebze, çerez, baharat ve hububatlarından incelenen 300'den fazla örnekte 45 farklı kimyasalın varlığı açısından incelenmiş ve organik ürünlerin %99'undan fazlasında tespit edilebilir düzeyde kalıntıya rastlanmamıştır (Mcgowan 2003).

Carlosena ve ark. (1999)'da yaptıkları çalışmada trafiğin yoğun olduğu bölge civarlarında toprak ve bitkiler üzerinde yoğunlaşmışlardır. Bu çalışmada insanların bitkiler kanalıyla bünyelerine aldıkları ağır metal varlığına vurgu yapılmıştır. Bu ürünlerin

yetiştirildiği topraklarda Pb, Cd ve Cu varlığının önemine dikkat çekilmiştir. Tarımsal şartlar ve farklı trafik yoğunluklu bölgeler, bitkilerden elde edilen çevresel kirlilik belirtilerini desteklemektedir.

Konca ve ark. (2010), organik ve konvansiyonel olarak elde edilen hayvansal ürünlerde bazı farklılıkların gözleendiği, hatta bir kısım araştırmacıların hayvansal gıdalarda istenen bir durum olarak özellikle organik sistemde elde edilen etlerde yağlılık ve kolesterol düzeylerinin daha düşük ve tekli/çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinin yüksekliğine dikkat çekmişlerdir. Çalışmada araştırmacılar organik ürünlerde mikrobiyal içerik bakımından konvansiyonel ürünlere göre bazı dezavantajların görüldüğünü de bildirmektedirler.

Erdal ve ark. (2000)'ının, değişik organik materyallerin mısır bitkisinin gelişimi ve mineral madde içeriği üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada organik materyal olarak çay atığı, tütün tozu, fındık cürufu ve ahır gübresini dekara iki ton olacak şekilde uygulamışlardır. Deneme sonunda toprağa ilave edilen organik maddeye bağlı olarak bitki kuru ağırlığı ile bitkinin N, P, K, Fe, Cu ve Zn konsantrasyonları değişik düzeylerde artışlar göstermiş ve elde edilen artışların istatistiksel olarak önemli seviyede olduğunu tespit etmişlerdir.

Yorulmaz ve ark. (2010), organik zeytinyağlarının geleneksel yetiştirme yöntemleriyle üretilen zeytinlerden elde edilen yağlara göre daha kaliteli olduğu kanıtlanmıştır. Organik zeytinyağları daha düşük serbest asit içeriği, peroksit değeri ve daha uzun raf ömrüne sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Organik ve konvansiyonel olarak üretilen sütte besin maddelerinin karşılaştırıldığı çalışmada (Guinot ve Thomas 1991) Ca, K, Fe, Cu içerikleri bakımından önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Bunun dışında organik sütte konvansiyonele göre daha düşük oranda Zn, N, protein ve daha yüksek oranda nitrat gözlenmiştir. Organik ve konvansiyonel etlerin mineral içerikleri ile ilgili yapılan bir çalışmada organik etlerde Fe, Zn, Ca, Se konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu ve nitrat konsantrasyonları arasında farklılığın bulunmadığı belirlenmiştir (Barbieri ve ark. 2008).

Yapılan bir çalışmaya göre, geleneksel yollarla üretilen hububatlardan buğdayda %1,8 oranında, mısırdaki %1,2 oranında, yulafta %3,6 oranında, pirinçte ise %1,6 oranında mineral içeriği tespit edilmiştir (Anonim 2016b).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada ülke genelinde satışı yapılan ve tüketicilerin kolay ulaşabileceği organik sertifikalı kuru bakliyat ve hububat çeşitleri, marka çeşitliği ve bunlara bağlı olarak da örnek sayısı belirlenmek üzere öncelikle piyasa araştırması yapılmıştır. Organik bakliyat ve hububat örnekleri İstanbul ilinde bulunan ve organik ürünlerin satışının yapıldığı satış noktalarından temin edilmiştir. Seçilen ürünlerin üretim yılı 2017 olacak şekilde seçilmiştir. Seçilen örnekler ülke içinde olmak üzere Afyonkarahisar, Konya, Gaziantep, Mersin illerinde üretilen organik ürünlerdir. Bu bağlamda, çalışmada 10 farklı organik sertifikalı kuru bakliyat ve hububat çeşidi ön plana çıkmış ve çalışılacak çeşitler yemeklik bulgur (*Triticum durum* L.), buğday (*Triticum durum* L.), yeşil ve kırmızı mercimek (*Lens culinaris* L.), kuru börülce (*Vigna unguiculata* L.), kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), mısır (*Zea mays* L.), nohut (*Cicer arietinum* L.), pirinç (*Oryza sativa* L.), yulaf (*Avena sativa* L.) olarak belirlenmiştir.

Çalışmada her bir organik sertifikalı kuru bakliyat ve hububat çeşidinden piyasada satışa sunulan altı farklı markadan iki farklı parti numarasına sahip olacak şekilde temin edilmiştir. Örneklemede ambalaj etiketinde logo ve sertifika numarası bulunmasına özen gösterilmiştir. Çalışmada temin edilen ve materyal olarak kullanılan 10 farklı hububat ve kuru bakliyat çeşidinden iki tekerrürlü örnekleme yapıldığı dikkate alındığında toplamda 120 adet örnek incelenmiştir. Alınan tüm örnekler numaralandırılmıştır. Analiz edilinceye kadar orijinal ambalajlarında muhafaza edilmiştir. Sonuçların açıklandığı çizelgelerdeki değerler her bir örnek için ortalama değer olarak verilmiştir.

Örneklerin mikrodalga yakma sisteminde element analizine hazırlanmaları ve element konsantrasyonu analizleri İndüktif Eşleşmiş Plazma/Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) cihazında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü (NABİLTEM) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metod

Organik sertifikalı kuru bakliyat ve hububat örneklerinin orijinal ambalajları açılarak alınan 20'er g örnekler 80°C'de sabit ağırlığa ulaşana kadar etüvde kurutulmuştur. Etüvden

Çıkarılan rnekler desikatörde soğutulmuştur. Kurutulan rnekler daha sonra ğtlp 0,5 mm'lik eleklerle elenerek analize uygun hale getirilmiştir.

Örnekler NOVAWAVE SA model mikrodalga yakma sisteminde element analizine hazırlanmıştır. Yakma işlemi Aryapak ve Ziarati (2014) tarafından verilen yöntemler modifiye edilerek uygulanmıştır.

Yaş yakma işleminde nitrik asit (%65'lik HNO₃, Merck), sülfirik asit (%96,5'lik H₂SO₄, Merck) ve perklorik asit (%70'lik HClO₄, Sigma-Aldrich) karışımı kullanılarak örneklerin zndrme işlemi yapılmıştır. Kurutulmuş olan örneklerden homojen şekilde 0,5 g tartılıp mikrodalga tüpüne konulmuştur. Karışım asitten (3 birim nitrik asit: 2 birim sülfirik asit: 2 birim perklorik asit) ilave edilmiştir. Mikrodalga yakma setinde kademeli olarak artırılan ısı derecelerinde yakma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işleminin ilk basamağında 15 dakikada sıcaklığın 200°C'ye ulaşması sağlanmıştır. 200°C'de 30 dakika süre ile sabit sıcaklıkta kalınmıştır. Yakma işlemi tamamlandıktan ve soğuma işlemi (5 dakika) gerçekleştikten sonra üzerine seyreltik HNO₃ zltisi ilave edilmiş ve süzgeç kğı ile süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen zlti 25 ml'lik balon jöjeye alınarak balon jjenin çizgisine kadar seyreltik HNO₃ zltisi eklenmiştir.

19 elementin konsantrasyonları (Na, Mg, K, Ca, P, Mn, Al, S, Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Fe, Sn, As, Co) SPECTROBLUE model İndüktif Eşleşmiş Plazma/Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) cihazı ile belirlenmiştir. Analizi yapılacak olan elementlere ait standartlardan CPI International Analytical and Life Science Solutions markasının 1000 ppm'lik stok zltisinden 10 ppm'lik ana stok hazırlanmıştır. Daha sonra analize yönelik uygun standartlar ana stoklardan seyreltilmiştir. Her bir element için kalibrasyon eğrileri çizilmiştir. Kr numune için de aynı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek üç paralel olacak şekilde çalışılmıştır.

ICP-OES cihazında analizi yapılan elementlerin LOD ve LOQ değerleri izelge 3.1 ve izelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. ICP-OES cihazında analizi yapılan elementlerin LOD ve LOQ değerleri (ppb)

| Element | Tespit ve tayin limitleri | |
|---------|---------------------------|-----------|
| | LOD (ppb) | LOQ (ppb) |
| Fe | 1,056 | 10 |
| Cu | 2,009 | 10 |
| Zn | 1,566 | 10 |
| P | 10,66 | 10 |
| S | 0,5189 | 10 |
| Ni | 4,098 | 10 |
| Cr | 2,517 | 10 |
| Pb | 17 | 25 |
| Cd | 0,7297 | 10 |
| Mn | 0,5189 | 10 |
| Sn | 1,837 | 10 |
| Co | 2,713 | 10 |
| As | 1,380 | 10 |
| Al | 0,4847 | 10 |
| Hg | 3,507 | 10 |

Çizelge 3.2. ICP-OES cihazında analizi yapılan elementlerin LOD ve LOQ değerleri (ppm)

| Element | Tespit ve tayin limitleri | |
|---------|---------------------------|-----------|
| | LOD (ppm) | LOQ (ppm) |
| Ca | 2,980 | 5 |
| Mg | 0,166 | 5 |
| Na | 0,488 | 5 |
| K | 2,400 | 5 |

3.3. İstatistiksel değerlendirme

Elde edilen verilere tesadüfî blokları deneme desenine göre SPSS paket programı kullanılarak varyans analizleri uygulanmıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal 1998). Çizelgelerde ortalama veriler arasındaki farkın önem durumu harflendirme sistemi ile gösterilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd), Krom (Cr), Cıva (Hg), Arsenik (As) ve Kobalt (Co) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinde yapılan analizler sonucunda kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), cıva (Hg), arsenik (As) ve kobalt (Co) elementinin tespit edilir düzeyde bulunmadığı görülmüştür. Tüm örneklerde tespit edilebilir düzeyde bulunmadığı için istatistiksel analiz uygulanmamıştır.

Dünya Sağlık Örgütü sınıflandırmasına göre Pb birinci sınıf kanserojendir (Duffus 1980). Topraklarda Pb'nin durumu son zamanlarda çok dikkat çekmektedir. Çünkü bu metal insan ve hayvanların yiyecek zincirinde yer almasından dolayı tehlikelidir (Bakırcıoğlu 2009). FAO/WHO Ortak Uzmanlar Komitesi (JECFA) tarafından ağır metallerin tolere edilebilir haftalık alım düzeylerini belirlemiştir. Buna göre yetişkinler için tolere edilebilir haftalık kurşun alım düzeyi 0,025 ppm'dir (Türközü ve Şanlıer 2014). Özellikle metallerin insan sağlığı üzerinde olan etkilerinin ortaya konulmasıyla birlikte, belirli bir dozun üzerine çıktığında sağlık açısından tehlike oluşturabilecek kurşun, kadmiyum, krom, arsenik ve cıva gibi toksik metallerle, demir, bakır, çinko, magnezyum, mangan, potasyum, sodyum gibi metallerin gıdalardaki düzeylerinin belirlenmesi yoluna gidilmiş ve yasal sınırlamalar oluşturulmuştur (Sajit 2003).

Çorlu'da tarımsal alanlarda buğday, maydanoz, soğan, biber, mısır, salatalık ve patates üzerinde Pb ve Cd içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada İstanbul yolu çevresi araştırma bölgesi olarak seçilmiştir (Sahmurova ve ark. 2008). Araştırma sonuçlarına göre Pb, 0,221-0,383 ppm buğdayda; 0,526-0,754 ppm ayçiçeğinde; 0,122-0,223 ppm mısırdaki; 1,469-3,517 ppm salatalıkta; 2,013-2,323 ppm maydanozda; 0,587 ppm biberde; 2,672 ppm patatesteki; 1,367-4,586 ppm soğanda bulunmuştur. Yunanistan'da gerçekleştirilen bir çalışmada marketlerde satışa sunulan organik olarak üretilmiş gıdalarda Pb miktarları belirlenmiştir. Bakliyalarda 0,02 ppm Pb ve alkollü içkilere 0,02 ppm Pb en yüksek konsantrasyonlardır. Geleneksel olan ürünlerle organik olanlar karşılaştırıldığında, geleneksel olanlarda, bu iki metal yüzdesi organik olanlara göre yüksek bulunmuştur (Karavoltsos 2008).

Tarım alanlarındaki toplam Pb konsantrasyonu 100 mg/kg'ı, ekstrakte edilebilir Pb miktarı ise 4 mg/kg'ı aşmadığı sürece bitki ve insan sağlığı bakımından herhangi bir sorun oluşturmamaktadır. Ancak bu rakamlar aşıldığında potansiyel olarak insan sağlığı tehlike

altındadır (Chapman 1971, Dürüst ve ark. 2004). Carlosena ve ark. (1999)'da yaptıkları çalışmada trafiğin yoğun olduğu bölge civarlarında toprak ve bitkiler üzerinde yoğunlaşmışlardır. Bu çalışmada insanların bitkiler kanalıyla bünyelerine aldıkları ağır metal varlığına vurgu yapılmıştır. Bu ürünlerin yetiştirildiği topraklarda Pb, Cd ve Cu varlığının önemine dikkat çekilmiştir. Tarımsal şartlar ve farklı trafik yoğunluklu bölgeler, bitkilerden elde edilen çevresel kirlilik belirtilerini desteklemektedir.

Cd ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir. Suda çözünür özelliğinden dolayı Cd²⁺ halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınıp akümüle olma özelliğine sahiptir (Tuna 2001). Edirne ili İpsala ilçesinde konvansiyonel yöntemle üretilmiş pirinç üzerine yapılan bir çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, 0,045 mg/kg Cd sonuçları tespit edilmiştir (Arda ve ark. 2015). Çorlu'da tarımsal alanlarda buğday, maydanoz, soğan, biber, mısır, salatalık ve patates üzerinde Cd içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada İstanbul yolu çevresi araştırma bölgesi olarak seçilmiştir (Sahmurova ve ark. 2008). Araştırma sonuçlarına göre Cd sonuçları; 0,026- 0,048 ppm buğday; 0,072- 0,093 ppm ayçiçeği; 0,452-0,025 ppm mısır; 0,501-0,621 ppm salatalık; 0,209-0,396 ppm maydanoz 0,014 ppm biber; 0,462 ppm patates ve 0,213-0,513 ppm soğanda bulunmuştur.

Yunanistan'da gerçekleştirilen bir çalışmada marketlerde satışa sunulan organik olarak üretilmiş gıdalarda Cd miktarları belirlenmiştir. Hububatlarda 0,02 mg/kg Cd, yapraklı sebzelerde 0,01 mg/kg Cd en yüksek konsantrasyonlardır. Geleneksel olan ürünlerle organik olanlar karşılaştırıldığında, geleneksel olanlarda, bu iki metal yüzdesi organik olanlara göre yüksek bulunmuştur (Karavoltsos 2008). Diğer bir çalışmada, bazı bakliyalardan fasulye, bakla, nohut, kırmızı mercimek ve yeşil mercimekte ortalama ağır metal eser element konsantrasyonları karşılaştırıldığında, en yüksek Pb (0,161 mg/kg) konsantrasyonu yeşil mercimekte bulunmuştur. Diğer yandan en düşük Cd konsantrasyonu 0,017 mg/kg ile bakla ve yine kırmızı mercimekte gözlenmiştir (Özkaynak 2014). Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yapılan bir çalışmada, buğdayda bulunan Cd ortalama değeri 0,04 ppm olarak bulunmuştur. Buna karşılık, Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yapılan çalışma sonucu yulafta Cd ortalama değerinin 0,01 ppm olduğu belirlenmiştir (Tezcan 2009).

Bir çalışmada geleneksel yöntemlerle üretilen nohuttaki Cr miktarı 1,92 ppm olarak tespit edilmiştir (Kahraman 2014). Bursa ilinde şeftali yetiştirilen alanlarda ağır metal

kirliliğini araştıran Başar ve Aydınalp (2005) topraklarda bulunan ortalama toplam Cr miktarının 85–98 mg/kg⁻¹, DTPA ile ekstrakte edilebilir kromun 0,03–0,08 mg/kg⁻¹ arasında olduğunu belirlemişlerdir. Tezcan (2009), Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yapılan bir çalışmada, buğdayda bulunan Cr ortalama değeri 7,67 ppm olarak bulunmuştur. Buna karşılık, Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yapılan çalışma sonucu yulafta bulunan Cr ortalama değeri 0,67 ppm olarak bulunmuştur.

Cr elementinin kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton Cr bu çevrimden ayrılarak denize akar ve okyanus tabanında çökeler. Cr elementinin başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır. Günde ortalama Cr alımı ortalama 30-200 µg'dır ve bu oranda alınan kromun toksikolojik bir etkisi yoktur ve yetişkin bir insanda günlük krom ihtiyacını karşılar (Anonim 2015, Mertz 1987, Kartal ve ark. 2007).

Kafaoğlu (2012) konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerdeki ağır metal içerikleri ile ilgili yapmış olduğu çalışmada Hg elementi içeriklerini bademde 0,006 ppm, antepfıstığında 0,001 ppm, fındıkta 0,001 ppm, ayçekirdeğinde 0,002 ppm, kabak çekirdeğinde 0,004 ppm ve yerfıstığında 0,001 ppm olarak tespit edilirken cevizde tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda organik ürünlerde rastlanması beklenmediği gibi tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.

Tezcan (2009) Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yaptığı bir çalışmada, buğdayda bulunan As ortalama değerini 0,01 ppm olarak bulunmuştur. Buna karşılık, Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yaptığı çalışma sonucu yulafta bulunduğu As ortalama değeri 0,01 ppm'dir. As elementinin gıdalara ve çevreye bulaşması, başlıca tarım ilaçları ve endüstriyel uygulamalar ile olmaktadır (Chakraborti ve ark. 2010). As elementi, özellikle balık ve deniz ürünlerinde, alg ve hijiki bazlı supplementlerde, tahılların kepek ve germ kısımlarında özellikle de pirinç ve pirinç bazlı gıdalarda kontamine olarak yüksek seviyede bulunmaktadır (EFSA 2009). Bizim çalışmamızdaki sonuçlara bakıldığında organik sertifikalı pirinç ürünlerinde arsenik miktarı tespit edilemediği görülmektedir. Deniz ürünleri dışındaki gıdaların As elementi içeriği 1 ppm seviyesini nadiren aşmaktadır (Türküzü ve Şanlıer 2014). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), içme sularında inorganik arseniği, kanser yapıcı olarak belgelendirmiş ve en yüksek kirlilik seviyesini 0,01 ppm olarak önermiştir. Ülkemizde ise

2006 yılında, Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan ve TSE 266 sayılı bir standart ile içme sularında As elementi derişimi en yüksek 0,01 ppm seviyesine indirilmiştir (Demircioğlu ve Gizli 2014). ‘‘Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği’’nde (Anonim 2011) As için kabul edilebilir en yüksek değer konserve gıdalarda 0,2 ppm, teneke kutu içerisinde satışa sunulan içeceklerde 0,1 ppm, teneke kutu içerisinde satışa sunulan bebek ve devam formüllerinde 0,5 ppm olarak verilmektedir.

Gerçekleştirilen bir çalışmada konvansiyonel yöntemlerle üretilen nohuttaki Co miktarı 0,15 ppm olarak tespit edilmiştir (Kahraman 2014). Mac Masters ve ark. (1971) kepekte 0,0095-0,12 ve ruşeyimde 0,09-0,017 mg/kg Co bulmuşlardır. Kırmızı sert ve yumusak buğdaylarda Jones (1977) tarafından Co oranını 0,4 mg/kg, unda 0,232 mg/kg, ekmekte 0,4 mg/kg olarak belirtmiştir. Altan (2006) çalışmasında da benzer değerleri (buğday 0,30 mg/kg, un 0,33 mg/kg, kepek 0,41 mg/kg, razmol 0,44 mg/kg, ruşeym 0,26 mg/kg) elde etmiş olup, bu farklılıkların analiz metotlarından kaynaklandığı da ifade edilmektedir (Mac Master ve ark. 1971, Lorenz ve ark. 1980).

4.2. Bakır (Cu) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin bakır (Cu) elementi değerleri Çizelge 4.1.’de verilmiştir. Çizelge 4.1. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Cu elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. Cu elementi en yüksek değeri organik kuru börölce örneğinde ortalama olarak 17,84 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değer ise 2,13 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Cu elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.1.’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Cu elementi içerikleri arasında 7 farklı grup olmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değere bakıldığında firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.1. Organik bakliyat ve hububatlarında Cu elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | |
|---------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ort. |
| Nohut | 8,58c | 8,63cd | 8,90d | 8,65cd | 6,77a | 7,08b | 8,11 ^D |
| Kuru fasulye | 9,98e | 9,41c | 8,75a | 9,01b | 9,01b | 9,79e | 9,32 ^E |
| Kuru börülce | 10,89bc | 10,22a | 11,02c | 10,72b | 10,18a | 11,10c | 17,84^G |
| Yeşil mercimek | 10,22d | 9,32b | 9,24b | 9,69c | 8,59a | 8,56a | 9,27 ^E |
| Kırmızı mercimek | 10,76c | 10,76c | 10,37b | 9,59a | 10,05b | 14,23d | 10,96 ^F |
| Pirinç | 1,01a | 2,46c | 2,38c | 1,84b | 2,37c | 2,72d | 2,13^A |
| Buğday | 5,09d | 4,69c | 5,75e | 4,21b | 3,81a | 4,74c | 4,71 ^{BC} |
| Bulgur | 6,95d | 3,78b | 4,07c | 3,62b | 4,05c | 3,38a | 4,31 ^B |
| Yulaf | 5,15b | 5,55c | 4,90b | 4,07a | 6,50d | 4,10a | 5,04 ^C |
| Mısır | 3,06c | 2,27b | 1,78a | 1,57a | 2,32b | 1,89ab | 2,15 ^A |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir ($P<0,05$). Çizelgedeki Cu elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,002 ppm'dir.

Uçar (2016) buğdayda yaptığı analizlere göre; danedeki en düşük Cu içeriği 0,25 mg/kg iken danedeki en yüksek Cu içeriği 19,15 ppm olduğunu tespit etmiştir. Organik sertifikalı ürünlerle yaptığımız çalışma sonucunda buğdayda bulduğumuz Cu ortalama değerinin, bu araştırmanın sonucuna göre yüksek olduğu; bulduğumuz en yüksek Cu değerinin (5,75 ppm) yapılan araştırmanın sonucuna göre düşük bir değer olduğu görülmektedir. Avrupa Birliği günlük alım miktarını 1,15 mg/gün olarak belirlemiştir (Anonim 2018).

Ünüvar (2009) bulgurda yaptığı analizler sonucunda 4,51-12,25 ppm aralığında Cu tespit etmiştir. Organik ürünlerle yaptığımız araştırma sonucu bulgurda bulduğumuz Cu miktarının bu çalışmaya göre düşük kaldığı görülmektedir. Köse ve ark. (2018) yeşil mercimekte bulduğu Cu miktarı 7,6-10,1 ppm aralığındadır. Bizim çalışmamızdaki Cu değerleri bu değerlerle örtüşmektedir.

Özbahçe (2008) kuru fasulyede ortalama 10 ppm Cu tespit etmiştir. Bulunan değer çalışmamız sonucunda organik kuru fasulyede bulduğumuz ortalama değerden (9,32 ppm) yüksektir. Mc Kone ve ark. (1989) yaptıkları bir çalışmada en yüksek Cu miktarını ise patatesten saptamıştır. Maruldaki Cu miktarını 0,14-0,54 Cu olarak tespit etmişlerdir. (Mc Kone 1994, Stern 1993, Travis ve ark. 1992). Arda ve ark. (2015) Edirne ili İpsala ilçesinde konvansiyonel yöntemle üretilmiş pirinç üzerine yapılan bir çalışmadan elde edilen sonuçlarda 7,02 mg/kg Cu olduğunu tespit etmişlerdir. Organik pirinç üzerinde yaptığımız analizler sonucunda bulduğumuz ortalama değere göre oldukça yüksek bir değer olduğu görülmektedir.

Bayrak (2010) çalışmasında Konya ekolojisinde yetiştirilen nohut çeşitlerinde Cu miktarının 4,69-8,20 ppm aralığında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Benzer olarak yapılan diğer çalışmalarda nohutta bakır miktarı (ppm), 6-11 (Khan ve ark. 1995), 7,2-12 (Mut ve Gülümser 1998), 3-14 (Wang ve Daun 2004) aralığında değişim gösterdiği ifade edilmiştir. Organik nohut örneklerinde bulduğumuz Cu miktarları bu değerlerle benzerlik göstermektedir. Tezcan (2009) Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yaptığı bir çalışmada, buğdayda bulunan Cu ortalama değerini 7,67 ppm olarak bulmuştur. Bu değer çalışmamız sonucu organik buğdayda bulduğumuz değere göre yüksektir. Buna karşılık, Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yaptığı çalışma sonucu yulafta bulunduğu Cu ortalama değeri 4,36 ppm'dir. Bu sonucun, organik yulafta bulduğumuz ortalama değere göre düşük seviyede olduğu görülmektedir.

Tarımsal kesimlerde havadaki ortalama Cu konsantrasyonu 5-50 ng/m³ iken endüstriyel kirletilmemiş bölgelerde deniz suyundaki Cu konsantrasyonu 0,15 µg/L ve tatlı suda ise 1-20 µg/L'dir. Doğal suların pH değerine bağlı olarak çözünürlük sınırındaki azalma sonucu suların dibinde çöker ve doğal yer altı tatlı suların çökelelerinde yaklaşık 16-5000 mg/kg (kuru ağırlık) arasında ve deniz dibinde ortalama 2-740 mg/kg (kuru ağırlık) Cu bulunur. Kirletilmemiş toprakta Cu konsantrasyonu ortalama 30 mg/kg (sınır değeri 2-250 mg/kg) seviyelerindedir (Bigersson 1988). Konvansiyonel tarımda, bilhassa seracılıkta, tarım ilacı olarak yoğun olarak Cu içeren preparatlar kullanılmakta ve böylece toprakların Cu kapsamı artmaktadır. Sönmez ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada topraklara farklı oranlarda Cu uygulanmış ve yetiştiricilik dönemi sonunda toprakta ve yaprakta bakır birikiminin olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte beslenmedeki gereksinimleri ve tolere edilebilir Cu elementi seviyeleri tahminlere dayalı olduğundan bu bulguların insan sağlığı üzerindeki etkileri bilinmemektedir (Buttriss ve Hughes 2000).

4.3. Nikel İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin nikel (Ni) elementi değerleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Çizelge 4.2. incelendiğinde pirinç organik hububatına ait bir firmanın örneğinde tespit edilir düzeyde bulunmamıştır. Bununla birlikte diğer tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Ni elementi tespit edilebilir düzeyde bulunmuş olup en yüksek değeri organik kuru fasulye örneklerinde ortalama 5,39 ppm ve belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 0,32 ppm olarak organik mısır örneklerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Organik bakliyat ve hububatlarda Ni elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | Ort. |
|---------------------|------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Nohut | 0,95ab | 1,14bc | 1,75d | 0,81a | 1,38c | 1,29c | 1,22 ^B |
| Kuru fasulye | 4,66b | 4,77bc | 2,41a | 8,84e | 6,45d | 5,22c | 5,39^D |
| Kuru börülce | 2,03b | 0,88a | 3,15c | 2,56b | 3,26c | 0,76a | 2,11 ^C |
| Yeşil mercimek | 2,16c | 1,52ab | 1,33a | 1,61b | 2,07c | 1,45a | 1,69 ^B |
| Kırmızı mercimek | 2,00b | 2,35c | 2,08b | 1,79a | 1,92ab | 2,78c | 1,82 ^{BC} |
| Pirinç | 0,48c | 0,43c | TEDB | 0,12a | 0,16a | 0,32b | 0,38 ^A |
| Buğday | 0,91c | 0,92c | 0,73b | 0,29a | 0,30a | 0,93c | 0,68 ^A |
| Bulgur | 0,52b | 0,34a | 0,55b | 0,26a | 0,32a | 0,51b | 0,42 ^A |
| Yulaf | 1,13a | 2,47b | 4,16d | 1,37a | 3,78c | 1,42a | 2,39 ^C |
| Mısır | 0,41c | 0,25a | 0,32b | 0,46c | 0,26a | 0,22a | 0,32^A |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir (P<0,05). Çizelgedeki Ni elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,004 ppm'dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Ni elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan

çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Ni elementi içerikleri arasında 4 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmadığı gözlenmiştir.

Hamnér ve ark. (2013) kışlık buğdaylarda Ni tane içeriğinin 1,88 mg/kg ve yazlık buğdaylarda ise 1,29 mg/kg bulmuştur. Bu değer çalışmalarımız sonucu organik buğdayda bulduğumuz ortalama değerden yüksektir. Bakırcıoğlu (2009) Ni oranını 0,023-0,52 mg/kg aralığında tespit etmiştir. Bu değerler bulduğumuz ortalama değerden düşüktür. Karataş ve ark. (2006) 5,55-11,23 mg/kg arasında değerler tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu değerlerin ise bulduğumuz ortalama değerden oldukça yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

Arda ve ark. (2015), Edirne ili İpsala ilçesinde konvansiyonel yöntemle üretilmiş pirinç üzerine yaptıkları bir çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre, pirinçte 11,58 mg/kg Ni tespit etmişlerdir. Organik sertifikalı ürünlerle yaptığımız çalışmada bulduğumuz ortalama Ni değerinin bu değerden oldukça düşük olduğu, üstelik bir firmada organik pirinçte nikel değerinin tespit edilemediği görülmektedir.

Özkaynak (2014), bazı bakliyalardan fasulye, bakla, nohut, kırmızı mercimek ve yeşil mercimekte ortalama ağır metal eser element konsantrasyonları karşılaştırdığında en yüksek Ni konsantrasyonunu (0,65 ppm) baklada bulmuştur. Diğer yandan en düşük Ni konsantrasyonunu nohutta 0,16 ppm olarak gözlemiştir. Bu değer ile bizim bulduğumuz ortalama değer karşılaştırıldığında bulduğumuz değer yüksek olduğu görülmektedir.

Bakırcıoğlu (2009), buğday tanelerinde Ni ortalama değerini 0,2-0,6 ppm olarak bulmuştur. Organik buğday üzerinde yaptığımız analizler sonucu bulduğumuz değerle karşılaştırdığımızda hemen hemen aynı değer olduğu görülmektedir. Yulaf tanelerinde bulunduğu Ni miktarı ise 0,3-2,8 ppm arasındadır. Yine organik yulaf üzerinde yaptığımız aynı çalışmanın sonucu ile karşılaştırıldığında bu sonuçla aynı değer olduğu görülmektedir. Tahıllarda bulunduğu Ni ortalama değeri ise 0,50 ppm'dir. Çalışmamızda kullandığımız organik tahılların değeri ile karşılaştırıldığında genel olarak bizim incelediğimiz ürünlerin daha düşük değerde olduğu görülmektedir.

Tezcan (2009), Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yaptığı bir çalışmada, buğdayda Ni ortalama değerini 1,43 ppm olarak bulmuştur. Organik sertifikalı ürünlerle yaptığımız çalışma sonucu buğdayda bulduğumuz ortalama Ni değerinin bu değere göre düşük olduğu

görülmektedir. Buna karşılık, Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yapılan çalışma sonucu yulafta Ni ortalama değerini 1,11 ppm olarak bulmuştur. Çalışmamız sonucu organik yulafta bulduğumuz Ni ortalama değerinin bu değerden yüksek olduğu görülmektedir. Araştırma bulgularına benzer olarak, Konya ekolojisinde 41 farklı kuru fasulye çeşidi üzerinde yapılan bir diğer araştırmada ise tanedeki Ni miktarının 0,70-12,70 ppm (Kahraman ve Önder 2013) aralığında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Organik kuru fasulye örneklerinde bulduğumuz Ni miktarının bu değer aralığında olduğu görülmektedir.

Maden filizleri, tasfiye fırınları ve rafineri artıkları Ni kontaminasyonunun en önemli etkenleridir. Ni elektronik, çelik, pil ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır. Alet ve ekipmanlarla beraber gıda maddelerine uygulanan bazı işlemler de Ni kontaminasyonu düzeyini etkilemektedir. Örneğin, hububatın öğütülmesi veya tahılın parçalanması bu ürünlerin Ni içeriğini azaltırken, pişirme işlemi bu düzeyi artırmaktadır (Soylu 2011).

4.4. Çinko (Zn) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin çinko (Zn) elementi değerleri Çizelge 4.3.'te verilmiştir. Çizelge 4.3. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Zn elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. Zn elementi en yüksek değeri organik kırmızı mercimek örneğinde ortalama olarak 32,48 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 9,09 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Zn elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.3.'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Zn elementi içerikleri arasında 5 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında buğday, bulgur, mısır ürünlerinde firmalar arasında belirli farklılıklar gözlenmiştir. Diğer ürünlerde tespit edilen miktarlar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, nohut tanesindeki Zn miktarı (ppm olarak); 38,60-44,20 (Attia ve ark. 1994), 57,00 (Poltronieri ve ark. 2000), 43,20 (Alajaji ve ElAdawy 2006), 33,50 (Abebe ve ark. 2007), 36,30-50,70 (Kopaç Kork 2009) olarak tespit edilmiştir. Söz konusu bulguların araştırma sonuçlarımıza göre yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.3. Organik bakliyat ve hububatlarda Zn elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | Ort. |
|---------------------------|------------|--------|---------|--------|---------|--------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Nohut | 21,78a | 24,19 | 37,87 | 23,79 | 19,52a | 17,92a | 24,18 ^E |
| Kuru fasulye | 17,14b | 17,10b | 18,28c | 18,99c | 15,63a | 15,83a | 17,16 ^D |
| Kuru börülce | 24,06b | 26,08c | 23, 11a | 23,39a | 23,25a | 27,33d | 24,54 ^E |
| Yeşil mercimek | 24,58c | 23,28b | 25,97cd | 27,39e | 26,36d | 20,85a | 24,74 ^E |
| Kırmızı mercimek | 32,66c | 28,59a | 35,54d | 30,85b | 31,68bc | 35,57d | 32,48^F |
| Pirinç | 7,75a | 9,45c | 9,41c | 8,27ab | 8,50b | 11,18d | 9,09^A |
| Buğday | 17,86d | 16,60c | 23,10f | 13,29b | 11,91a | 18,48e | 16,87 ^C |
| Bulgur | 27,12e | 16,30d | 10,88b | 12,37c | 12,22c | 6,57a | 14,24 ^B |
| Yulaf | 17,53a | 17,04a | 23,00c | 20,57b | 20,53b | 21,50b | 16,23 ^C |
| Mısır | 20,24d | 16,80c | 27,42e | 9,40a | 17,31c | 15,55b | 17,79 ^D |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir ($P<0,05$). Çizelgedeki Zn elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,001 ppm'dir.

Aydın ve ark. (2010), organik yöntemlerle üretilen buğdayda 99,10 ppm Zn tespit etmişlerdir. Organik ürünlerle yaptığımız analizler sonucunda buğdayda bulduğumuz Zn miktarı bu değere göre düşük kalmaktadır. Uçar (2016), buğdayda yaptığı analizlere göre; danedeki en düşük Zn içeriği 2,75 ppm iken danedeki en yüksek Zn içeriğinin 31,75 ppm olduğunu tespit etmiştir. Organik ürünlerle yaptığımız analizler sonucunda en düşük Zn miktarının 11,91 ppm ile bu değere göre yüksek kaldığını ve en yüksek 23,10 ppm bulduğumuz sonucun bu değere göre düşük kaldığı görülmektedir. Benzer bir araştırmaya göre bulgurda bulunan Zn miktarı 12,795 – 52,213 ppm aralığında tespit edilmiştir (Ünüvar 2009). Çalışmamız sonucu bulduğumuz değerler bu değer aralığında seyretmektedir.

Özbahçe (2008), kuru fasulyede ortalama 45 ppm Zn, tespit etmiştir. Bu değer bizim bulduğumuz sonuçlara göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Wang ve ark. (2010)

yaptıkları bir çalışmada fasulye ve nohutta sırasıyla Zn miktarlarının 25,3-30,4 ppm olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar incelendiğinde fasulyedeki çinko miktarının bu çalışmaya göre düşük olduğu; nohuttaki çinko miktarının aynı çalışmaya göre yine düşük kaldığı görülmektedir. Ertaş (2010) bazı baklagillerde mineral içeriklerini belirlediği bir çalışmada, nohuttaki Zn miktarını 21,3 ppm, kuru fasulyedeki Zn miktarını 33,4 ppm, soya fasulyesindeki Zn miktarını 68,4 ppm olarak tespit etmiştir. Yapılan bu çalışma ile bizim çalışmamızdaki organik ürünlerin Zn miktarı karşılaştırıldığında; nohuttaki Zn miktarının biraz yüksek olduğu, kuru fasulyedeki Zn miktarının oldukça düşük kaldığı görülmektedir. Arda ve ark. (2015) Edirne ili İpsala ilçesinde konvansiyonel yöntemle üretilmiş pirinç üzerine yapılan bir çalışmadan elde ettikleri sonuçlara göre, 10,70 ppm Zn, tespit etmiştir. Bu çalışma ile bulduğumuz sonuçlar karşılaştırıldığında organik pirinçte bulduğumuz Zn miktarının düşük kaldığı görülmektedir. Tezcan (2009), Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yaptığı bir çalışmada, buğdayda Zn ortalama değerini 23,7 ppm olarak bulmuştur. Organik buğday üzerinde yaptığımız analizler sonucunda bulduğumuz Zn değerinin bu çalışmadaki sonuca göre düşük olduğu görülmektedir. Buna karşılık, Tekirdağ'da temiz ve kirli bölgelerde yaptığı çalışma sonucu yulafta Zn ortalama değerini 16,5 ppm olarak bulmuştur. Yulaf üzerinde yaptığımız aynı analizler sonucunda bulduğumuz Zn değerinin çok az bir miktarda düşük olduğu görülmektedir. Köse ve ark. (2018) mercimek üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda Zn miktarını 36,3-39,7 ppm aralığında bulmuştur. Bulduğumuz değerler bu araştırmaya göre düşük kalmaktadır.

4.8. Demir (Fe) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin demir (Fe) elementi değerleri Çizelge 4.4.'te verilmiştir. Çizelge 4.4. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Fe elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. Fe elementi en yüksek değeri organik nohut örneğinde ortalama olarak 42,70 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 1,34 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Fe elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.4.'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Zn elementi içerikleri arasında 7 farklı grup

oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Organik bakliyat ve hububatlarda Fe elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | |
|---------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ort. |
| Nohut | 28,76a | 29,98a | 94,16d | 33,03b | 38,87c | 30,87a | 42,70^F |
| Kuru fasulye | 45,87bc | 34,88a | 31,35a | 46,65c | 47,93c | 43,86b | 41,80 ^{EF} |
| Kuru börülce | 29,11c | 28,53c | 23,82a | 21,10a | 32,03d | 26,42b | 26,83 ^C |
| Yeşil mercimek | 55,17d | 31,10a | 28,57a | 38,93b | 38,43b | 46,60c | 39,80 ^E |
| Kırmızı mercimek | 29,80b | 30,53b | 40,30c | 22,23a | 28,63b | 60,10d | 35,26 ^D |
| Pirinç | 0,18a | 3,40c | 0,58b | 0,37a | 0,33a | 3,13c | 1,34^A |
| Buğday | 24,54d | 15,05b | 19,30c | 7,41a | 18,06c | 14,04b | 16,40 ^B |
| Bulgur | 25,30d | 17,44c | 9,33b | 14,63c | 8,46b | 4,21a | 13,23 ^B |
| Yulaf | 20,57a | 92,74e | 19,12a | 23,74b | 31,56d | 26,78c | 35,76 ^D |
| Mısır | 24,67e | 21,56d | 10,01b | 7,17a | 11,02b | 18,26c | 15,44 ^B |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir (P<0,05). Çizelgedeki Fe elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,001 ppm 'dir.

Aydın ve ark. (2010), yaptıkları bir araştırmaya göre organik yöntemlerle üretilen buğdayda toplam Fe miktarını 99,10mg/kg olarak ölçmüşlerdir. Bizim organik ürünlerle yaptığımız çalışmada buğdayda bulduğumuz Fe miktarını bu değerle karşılaştırdığımızda bulduğumuz sonucun bir hayli düşük olduğunu görmekteyiz. Uçar (2016) buğdayda yaptığı analizlere göre; danedeki en düşük Fe 0,75 mg/kg iken danedeki en yüksek Fe değerinin 48,95 mg/kg olduğunu tespit edilmiştir. Organik sertifikalı buğdayda yaptığımız çalışma sonucunda bulduğumuz en düşük miktarla karşılaştırdığımızda bulduğumuz değer yüksek olduğunu; en yüksek miktarla karşılaştırdığımızda bulduğumuz değer bu değere göre düşük olduğunu görmekteyiz. Köse ve ark. (2018), yeşil mercimekte 54,9-71,9 ppm aralığında Fe miktarı tespit etmişlerdir. Çalışmamızda organik mercimekte bulduğumuz Fe değeri bu değere göre düşük kalmaktadır.

Devos (1988), bir çalışmada konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş mercimekte 70 ppm, kuru fasulyede 50 ppm, pirinçte 4 ppm Fe içeriği tespit etmiş olup bulduğumuz değerlerden yüksektir. Bu çalışmada nohutta belirlenen Fe elementi değeri (30 ppm) bulduğumuz değerden düşüktür. Özbahçe (2008) tarafından yapılan bir çalışmaya göre, kuru fasulyede ortalama 180 ppm Fe olduğunu tespit etmiş olup bulduğumuz değerden oldukça yüksektir.

Bir çalışmada bulgurda bulunan Fe miktarı 12,3-58,56 ppm aralığında tespit edilmiş olup (Ünüvar 2009) organik ürünlerle yaptığımız çalışmada bulduğumuz sonuçlar genel olarak bu aralık içinde seyretmektedir. Feldberg (1959), Özkaya ve Kahveci (1989) bulgur ve/veya bazı tahıl ürünlerini bazı kimyasal özellikleri bakımından karşılaştırmış ve mahalli koşullarında yapılan bulgurda Fe miktarını 25 ppm olarak tespit etmişlerdir. Sonuç bizim çalışma ile karşılaştırıldığında yaklaşık değerlerin bulunduğu gözlemlenmektedir.

Wang ve ark. (2010) demir miktarlarını fasulyede ve nohutta sırasıyla; 54,1-69,5 mg/kg ve 45,9-55,0 mg/kg olduğunu belirtmişlerdir. Organik fasulyede belirlediğimiz alt ve üst değerlerinin her ikisinin de bu sonuca göre oldukça düşük olduğunu görmekteyiz. Organik nohutta ise alt sınırın bu değere göre düşük, üst sınırın ise bu değere göre yüksek olduğunu görmekteyiz. Bu araştırmanın bulgularına benzer olarak, nohut çeşitlerinde Fe miktarı (ppm); 64,20-71,00 (Attia ve ark. 1994), 12,10 (Poltronieri ve ark. 2000), 47,80 (Viadel ve ark. 2006), 13,40 (Abebe ve ark. 2007), 37,00 (Haq ve ark. 2007), 32,30- 48,40 (Kopaç Kork 2009) olarak tespit edilmiştir. Organik nohut örneklerinde bulduğumuz Fe miktarları bu değerler aralığındadır.

Bazı baklagillerde mineral içeriklerinin belirlendiği bir çalışmada, nohuttaki Fe miktarı 67,8 mg/kg, kuru fasulyedeki Fe miktarı 61,6 mg/kg, soya fasulyesindeki Fe miktarı 78,9 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Ertaş 2010). Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlara bakıldığında bu değerlere göre bizim sonuçların oldukça düşük kaldığı görülmektedir.

Arda ve ark. (2015), Edirne ili İpsala ilçesinde konvansiyonel yöntemle üretilmiş pirinç üzerine yapılan bir çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, 0,8 mg/kg demir (Fe), tespit etmişlerdir. Organik pirinç üzerinde yaptığımız sonuçlara bakıldığında bu sonuca göre yüksek olduğu görülmektedir. Bilgiç ve Türker (2000) yaptıkları bir çalışmada elde ettikleri sonuçlara göre, geleneksel yöntemlerle üretilmiş bazı hububatlardan pirinçte 8 mg/kg, buğdayda 29 mg/kg, bulgurda 25 mg/kg Fe olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda bulduğumuz değerlerden yüksek sonuçlar olduğu görülmektedir.

4.9. Kalay (Sn) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin kalay (Sn) elementi değerleri Çizelge 4.5.'te verilmiştir. Çizelge 4.5. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Sn elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. Sn elementi en yüksek değeri organik nohut örneğinde ortalama olarak 3,01 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 1,07 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Organik bakliyat ve hububatlarda Sn elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | Ort. |
|---------------------|------------|--------|--------|-------|--------|-------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Nohut | 4,15c | 2,76b | 5,38d | 1,54a | 3,27b | 0,98a | 3,01^E |
| Kuru fasulye | 2,46c | 2,04bc | 1,08a | 1,47a | 1,57ab | 3,23d | 1,98 ^{BC} |
| Kuru börülce | 2,55cd | 2,91d | 2,26bc | 2,43c | 1,84ab | 1,15a | 2,19 ^{CD} |
| Yeşil mercimek | 2,68b | 2,28b | 3,37c | 1,03a | 2,57b | 3,01c | 2,49 ^D |
| Kırmızı mercimek | 2,29c | 2,77c | 2,89c | 1,23b | 0,63a | 3,52d | 2,22 ^{CD} |
| Pirinç | 1,72c | 2,62d | 0,26a | 0,09a | 1,04b | 0,66b | 1,07^A |
| Buğday | 2,16d | 3,31e | 3,53f | 0,65b | 0,07a | 1,70c | 1,90 ^{BC} |
| Bulgur | 0,77a | 3,15c | 1,92b | 0,69a | 0,87a | 1,77b | 1,53 ^{AB} |
| Yulaf | 3,10c | 4,58d | 2,17b | 1,89b | 1,63b | 0,68a | 2,34 ^{CD} |
| Mısır | 1,34c | 0,44a | 0,91b | 2,78d | 0,59a | 0,49a | 1,09 ^A |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir ($P<0,05$). Çizelgedeki Sn elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,001 ppm'dir.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Sn elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.5.'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Sn elementi içerikleri arasında 5

farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmadığı gözlenmiştir.

Sn kaplamanın hasarlanmasına bağlı olarak kutu içindeki besinde yüksek seviyelerde Sn bulunabilmektedir (Reilly, 1985). Fransa’da taze besinlerdeki kalay miktarı 0,05 mg/kg olarak bildirilirken, kutulanmış besinlerde 76,6 mg/kg olarak rapor edilmiştir (Booth 1996). Kutulanmış etler nadir olarak eser miktarlarda Sn içerirken, domateslerde deki miktarı 50 mg/kg seviyesine kadar çıkabilmektedir. Kafaoğlu (2012) konvensiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerdeki ağır metal içerikleri ile ilgili yapmış olduğu çalışmada Sn elementi içeriklerini bademde $60,39 \pm 11,89$ ppb, cevizdeki $27,11 \pm 6,32$ ppb, antepfıstığında $39,35 \pm 3,43$ ppb, fındıkta $40,55 \pm 2,52$ ppb, ayçekirdeğinde $48,20 \pm 3,45$ ppb, kabak çekirdeğinde $19,36 \pm 0,92$ ppb olarak tespit edilmiştir. Yapılan çeşitli çalışmalarda ise buğday tanelerinde %1,5 kadar mineral içeriği bulunmuştur. Bu minerallerin başlıcaları potasyum, magnezyum, kalsiyum, fosfat ve sülfat tuzları, sodyum, klor, kükürt, alüminyum, nikel, kalaydır (Anonim 2016a).

4.7. Alüminyum (Al) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin alüminyum (Al) elementi değerleri Çizelge 4.6.’da verilmiştir. Çizelge 4.6. incelendiğinde organik kırmızı mercimek örnekleri hariç diğer örneklerde Al elementi tespit edilebilir düzeyde bulunmuştur. Al elementi en yüksek değeri organik yeşil mercimek örneğinde ortalama olarak 7,42 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 0,39 ppm olarak organik bulgur örneklerinde belirlenmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Al elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.6.’da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Al elementi içerikleri arasında 6 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında firmaların arasında farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Organik bakliyat ve hububatlarda Al elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | |
|---------------------------|------------|-------|-------|--------|--------|-------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ort. |
| Nohut | 1,96a | 3,10b | 6,32c | TEDB | 2,23a | TEDB | 2,27 ^D |
| Kuru fasulye | 3,71b | 5,58c | 3,99b | 2,91a | 4,51c | 2,40a | 3,85 ^E |
| Kuru börülce | 0,23a | TEDB | 0,25a | TEDB | 1,82b | 0,32a | 0,44 ^B |
| Yeşil mercimek | 13,21d | 0,77a | TEDB | 12,36c | 12,72c | 5,48b | 7,42^F |
| Kırmızı mercimek | TEDB | TEDB | TEDB | TEDB | TEDB | TEDB | TEDB ^A |
| Pirinç | TEDB | TEDB | 2,54b | 0,85a | 0,94a | 0,72a | 0,84 ^C |
| Buğday | TEDB | TEDB | 0,86b | 0,83b | 0,84b | 0,31a | 0,47 ^B |
| Bulgur | 0,76b | TEDB | TEDB | 1,32c | 0,27a | TEDB | 0,39^B |
| Yulaf | TEDB | TEDB | 0,20a | 0,29a | 0,99b | 1,10b | 0,43 ^B |
| Mısır | 5,21d | 2,26c | 0,92b | 0,41a | 2,78c | 2,73c | 2,39 ^D |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir ($P<0,05$). Çizelgedeki Al elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,004 ppm'dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.

Müller ve ark. (1998) tarafından yapılan bir araştırmada, Alman marketlerinden temin edilen buğday ve çavdar ekmeği, tost ekmeği, beyaz ekmekte tespit edilen en yüksek Al miktarı 3,4 ppm'dir. Bu nispeten yüksek Al miktarının, Al içeren gıda katkılarının kullanılmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Çalışmamızdaki organik buğday örneklerinin sonucuna baktığımızda bazı firmalarda Al tespit edilmemiş olup Al tespit edilen firmalarında bu çalışmada bulunan Al miktarına göre oldukça düşük olduğu açıkça görülmektedir. Baklagillerde alüminyum miktarı taze örneklerde yaklaşık 10 ppm'dir. Ancak mercimeğin 16 ppm ile alüminyumca en zengin baklagil olduğu görülmüştür. Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlara baktığımızda bu çalışmaya göre genelde düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Organik sertifikalı ürünlerle yaptığımız çalışmalar sonucunda en yüksek alüminyum miktarının yeşil mercimekte (7,42 ppm) olduğu gözlemlenmektedir. Nişastalı gıdaların ortalama Al miktarları, maddelerin farklı orijinli olması nedeniyle geniş bir konsantrasyon

aralığını kapsamaktadır. Ysart ve ark. (2000), İngiltere’de tüketilen çeşitli gıda gruplarının Al içeriklerini belirlemişlerdir. Çalışmada ekmekte 6,6 ppm, nişasta içeren tahıllarda 5,2 ppm olarak tespit edilmiştir. Bulduğumuz sonuçlara göre organik sertifikalı tahıllardaki Al miktarının bu miktara göre düşük olduğu görülmektedir.

Temürçi ve Güner (2006), Ankara’da tüketime sunulan beyaz peynirlerde Al içeriğini 23,28 ppm olarak ifade etmişlerdir. Tuzen ve Soylak (2007) ülkemizde satılan on konserve gıdanın (mısır, fasulye) iz elementlerini araştırmışlardır. Çalışmada Al içeriğini 0,93 ile 3,17 ppm arasında belirlenmiştir. Çalışmamızda bulunan sonuçların bu araştırmanın sonuçlarına göre bir miktar yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Saracoglu ve ark. (2009), grafit fırın yardımıyla kuru kayısının iz elementlerini incelemişler ve Al içeriğini 0,08-0,22 µg/g arasında saptamışlardır. Bratakos ve ark. (2012), Yunanistan halkının tükettikleri gıdaların Al içeriklerini incelemişlerdir. Gıdaları Al içeriğine göre sınıflandırmışlardır. Al içeriğini en yüksek baklagiller (5,85-18,70 mg/kg), tahıl ve ürünlerinde (1,40-42,25 mg/kg) belirlemişlerdir. Çalışmamızda organik baklagil örneklerinin genel olarak alt sınır değerinden de düşük olduğu, organik tahıl örneklerinin sonuçlarından ise genel olarak düşük olduğu gözlemlenmiştir.

4.8. Mangan (Mn) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin mangan (Mn) elementi değerleri Çizelge 4.7.’de verilmiştir. Çizelge 4.7. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Mn elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. Mn elementi en yüksek değeri organik yulafta örneğinde ortalama olarak 22,83 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 4,68 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Mn elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.7.’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Mn elementi içerikleri arasında 6 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında nohut, kuru fasulye, buğday, bulgur örneklerinde firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Diğer organik ürün örneklerinde firmaların arasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir.

Aydın ve ark.'nın (2010) yaptığı araştırmaya göre organik yöntemlerle üretilen buğdayda toplam Mn 115,90 ppm olarak ölçülmüştür. Organik sertifikalı ürünlerle yaptığımız araştırma sonucu buğdayda bulduğumuz değerler bu araştırmanın sonucuna göre bir hayli düşüktür. Uçar (2016) buğdayda yaptığı analizlere göre; danedeki en düşük Mn içeriği 12,25 ppm iken danedeki en yüksek Mn değeri 47,45 ppm olduğu tespit edilmiştir. Organik sertifikalı ürünlerle yaptığımız araştırma sonucu buğdayda bulduğumuz en yüksek Mn değeri bu sonuca göre düşük; en yüksek Mn değeri ise bu sonuca göre oldukça düşüktür.

Çizelge 4.7. Organik bakliyat ve hububatlarda Mn elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | |
|---------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|---------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ort. |
| Nohut | 15,97bc | 15,15b | 32,22e | 12,81a | 19,72d | 17,05c | 18,81 ^F |
| Kuru fasulye | 11,85a | 11,50a | 13,12b | 23,97d | 13,77c | 12,11ab | 14,39 ^E |
| Kuru börülce | 8,88c | 8,63bc | 8,03a | 8,14a | 8,48ab | 8,64bc | 8,47 ^{BC} |
| Yeşil mercimek | 8,76c | 9,65de | 9,27d | 8,01ab | 10,48e | 7,70a | 8,98 ^C |
| Kırmızı mercimek | 6,43a | 6,04a | 10,25d | 8,26c | 8,18c | 7,67b | 7,80 ^B |
| Pirinç | 3,46a | 4,40b | 6,15d | 4,41b | 4,51b | 5,14c | 4,68^A |
| Buğday | 18,76bc | 17,13b | 17,79b | 9,23a | 8,76a | 19,86c | 15,25 ^E |
| Bulgur | 22,64e | 15,39d | 7,34b | 8,23bc | 8,72c | 4,72a | 11,17 ^D |
| Yulaf | 18,03a | 23,49c | 20,11b | 25,54d | 25,13d | 24,71d | 22,83^G |
| Mısır | 6,50d | 4,91b | 5,87c | 2,50a | 5,76c | 4,88b | 5,07 ^A |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir (P<0,05). Çizelgedeki Mn elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,005 ppm'dir.

Arda ve ark. (2015) Edirne ili İpsala ilçesinde konvansiyonel yöntemle üretilmiş pirinç üzerine yaptıkları bir çalışmada 3,80 mg/kg Mn tespit etmişlerdir. Organik pirinçte bulduğumuz sonuçların bu değerden yüksek olduğu görülmektedir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda nohut tanesindeki Mn miktarı 17,80-51,60 ppm (Pettersen ve ark. 1997, Iqbal ve ark. 2006) aralığında ve bir diğer çalışmada (Daur ve ark. 2008) ise ortalama olarak 19.30±0.31 ppm olarak belirtilmiştir. Organik nohut örneklerinde bulduğumuz Mn miktarının

bu değer aralığında olduğu görülmektedir. Köse ve ark. (2018), yeşil mercimek üzerinde yaptığı çalışmalar sonucu Mn miktarını 11,1-15,0 ppm aralığındadır. Çalışmamız sonucunda yeşil mercimekte bulduğumuz Mn miktarı ile karşılaştırıldığında bulduğumuz değerlerin düşük olduğu görülmektedir.

4.9. Kükürt (S) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin kükürt (S) elementi değerleri izelge 4.8.'de verilmiştir. Çizelge 4.8. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde S elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. S elementi en yüksek değeri organik nohutta örneğinde ortalama olarak 2413,2 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 1147,4 ppm olarak organik pirine bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Organik bakliyat ve hububatlarda S elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik rn eşidi | Firma Kodu | | | | | | Ort. |
|---------------------|------------|---------|----------|----------|---------|---------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Nohut | 2594,7b | 2647,9c | 2812,4d | 1872,3a | 2639,5c | 1912,6a | 2413,2^F |
| Kuru fasulye | 2687,7b | 2989,8c | 3175,0d | 3280,5d | 2965,1c | 2502,6a | 2409,6 ^F |
| Kuru brlce | 2158,8d | 2099,1d | 1612,3a | 1755,8b | 1876,8c | 1659,2a | 1860,3 ^C |
| Yeşil mercimek | 2031,9c | 1724,9a | 1882,3b | 2088,4c | 1612,5a | 2009,0c | 1560,0 ^B |
| Kırmızı mercimek | 2205,9bc | 1941,1a | 2307,4cd | 2140,1ab | 2565,4e | 2415,9d | 2262,6 ^E |
| Pirinç | 1138,3b | 1000,2a | 1553,4d | 1676,2e | 1255,0c | 1503,5d | 1147,4^A |
| Buğday | 1961,0c | 1872,9b | 1903,6c | 2335,7d | 2206,2d | 1701,4a | 1673,2 ^B |
| Bulgur | 3280,8e | 1573,1b | 1698,7c | 2140,6d | 2146,1d | 1345,4a | 2030,8 ^D |
| Yulaf | 1849,6a | 2111,0b | 2343,4c | 2670,8d | 3279,9f | 2992,9e | 2192,9 ^{DE} |
| Mısır | 1892,7e | 1778,7d | 1959,3e | 1165,7a | 1632,6c | 1289,2b | 1619,7 ^B |

*Her bir değer  tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Ortalamalar stnunda bulunan büyük harfler ise organik ürün eşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir (P<0,05). Çizelgedeki S elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,005 ppm'dir.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında S elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.7.'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin S elementi içerikleri arasında 6 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında tüm organik ürünlerde firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Kaboneka ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada buğday anızının 900 mg/kg S içerdiği bildirilmiştir. Organik ürünlerle yaptığımız çalışma sonucunda buğdayda bulduğumuz S değerinin bu çalışmada bulunan değerden yüksek olduğu görülmektedir.

4.10. Kalsiyum (Ca) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin kalsiyum (Ca) elementi değerleri Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Çizelge 4.9. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Ca elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. Ca elementi en yüksek değeri organik kuru fasulye örneğinde ortalama olarak 602,1 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 20,3 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Ca elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.9.'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Ca elementi içerikleri arasında 5 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında tüm organik ürünlerde firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmuştur.

Aydın ve ark. (2010), tarafından yapılan bir araştırmaya göre organik yöntemlerle üretilen buğdayda toplam Ca 184,40 mg/kg, olarak ölçülmüştür. Buğdayda bulduğumuz Ca değerinin bu çalışmada bulunan değere göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Rafine edilmemiş diğer besinler gibi baklagiller de mineraller, özellikle potasyum, fosfor, kalsiyum ve demir bakımından oldukça zengindir. Devos (1988), bir çalışmada konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş mercimekte 680 mg/kg Ca, nohutta 580 mg/kg Ca, fasulyede 800 mg/kg Ca, pirinçte 120 mg/kg Ca içeriği tespit etmiştir. Organik sertifikalı ürünlerle yaptığımız

çalışmada söz konusu bütün ürünlerde elde edilen sonuçların bu değerlere göre düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.9. Organik bakliyat ve hububatlarında Ca elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | |
|---------------------------|------------|--------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ort. |
| Nohut | 308,7a | 316,3a | 431,8b | 429,4b | 322,9a | 413,9b | 370,5 ^D |
| Kuru fasulye | 584,9c | 678,2d | 861,3e | 492,7a | 520,4b | 474,6a | 602,1^E |
| Kuru börülce | 296,3c | 234,9b | 264,5b | 198,1a | 357,8d | 215,9a | 261,2 ^C |
| Yeşil mercimek | 437,2e | 214,7d | 191,3cd | 185,1bc | 156,4a | 170,1ab | 225,8 ^C |
| Kırmızı mercimek | 83,4ab | 71,8a | 149,2d | 121,2c | 116,9c | 97,0b | 106,5 ^B |
| Pirinç | 12,6a | 13,7a | 24,7c | 28,0d | 19,8b | 22,5bc | 20,3^A |
| Buğday | 110,6c | 96,3b | 71,4a | 103,4bc | 104,9bc | 125,0d | 101,9 ^B |
| Bulgur | 114,1c | 84,0b | 58,9a | 94,0b | 89,2b | 47,6a | 81,3 ^B |
| Yulaf | 299,8c | 229,3b | 180,7a | 188,2a | 382,8d | 226,9b | 251,2 ^C |
| Mısır | 40,4d | 45,2e | 27,4bc | 14,1a | 33,4c | 22,4b | 30,4 ^A |

*Her bir değer üç tekrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir (P<0,05). Çizelgedeki Ca elementi için tespit limit (LOD) değeri 2,98 ppm'dir.

Feldberg (1959), Özkaya ve Kahveci (1989) bulgur ve/veya bazı tahıl ürünlerini bazı kimyasal özellikleri bakımından karşılaştırmış ve mahalli koşullarında yapılan bulgurda Ca miktarını 612 ppm olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda bulduğumuz Ca değeri ile karşılaştırdığımızda bulduğumuz değere göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Benzer bir çalışmada bulgurda tespit edilen Ca değeri 261,2-958,2 ppm aralığında değişim göstermektedir (Ünüvar 2009). Araştırmamızda bulduğumuz değer aralıklarından yüksek olduğu görülmektedir. Köse ve ark. (2018), yeşil mercimekteki Ca miktarını 752-847 ppm olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamız sonucu yeşil mercimekte bulduğumuz Ca miktarının bu değere göre oldukça düşük kaldığı görülmektedir.

Ertay (2010) bazı baklagillerde mineral içeriklerini belirlediği bir çalışmada, nohuttaki Ca miktarı 138,63 mg/100g, kuru fasulyedeki Ca miktarı 156,86 mg/100g, soya fasulyesindeki Ca miktarı 334,28 mg/100g, olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz değerler bu sonuçlardan yüksektir. Bilgiç ve Türker (2000) tarafından yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre, geleneksel yöntemlerle üretilmiş bazı hububatlardan pirinçte 24 mg/100g Ca, buğdayda 69 mg/100g Ca, bulgurda 61 mg/100g Ca olduğu tespit edilmiştir. Organik pirinçte bulduğumuz Ca değerini bu sonuçtan düşük, organik buğday ve bulgur örneklerinde bulduğumuz Ca değerini ise bu sonuçlardan yüksektir.

Baklagiller bazı B grubu vitaminler ve mineraller bakımından da zengindir (zkaya ve ark. 1998). Kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum ve fosfor gibi makro elementler, bakır, demir, manganez ve çinko gibi mikro elementlerce zengin iyi bir mineral kaynağıdırlar. Soya fasulyesi, brlce, fasulye gibi bazı önemli baklagiller iyi bir kalsiyum (595-2220 mg/kg) kaynağıdırlar (El-Tabey Shehata 1992, Mohan ve ark. 1995). Yapılan diğer çalışmalarda nohutta kalsiyum miktarı (ppm); 400-1600 (Wang ve Daun 2004), 1096 (Patane 2006), 878,23-1635,85 (Bayrak 2010) aralığında değişim gösterdiği belirtilmiş olup çalışmamız sonucunda organik nohut örneklerinde bulduğumuz Ca değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

4.11. Fosfor (P) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin fosfor (P) elementi değerleri izelge 4.10.'da verilmiştir. Çizelge 4.10. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde P elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. P elementi en yüksek değerini organik kuru fasulye örneğinde ortalama olarak 2854,8 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değerini ise 698,2 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat eşitleri arasında ve farklı firmalar arasında P elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. nemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan oklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar izelge 4.10.'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat eşitlerinin P elementi içerikleri arasında 6 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında genel olarak tüm organik ürünlerde firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Organik bakliyat ve hububatlar da P elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | |
|---------------------------|------------|----------|---------|----------|---------|---------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ort. |
| Nohut | 2648,0b | 2512,5b | 3101,4c | 1839,3a | 2524,4b | 2095,3a | 2453,4 ^E |
| Kuru fasulye | 2851,4b | 2597,5a | 2490,1a | 3038,3c | 3120,9c | 3031,1c | 2854,8^F |
| Kuru börölce | 2301,2a | 2609,7c | 2219,3a | 2413,07b | 2449,1b | 2336,4a | 2388,1 ^D |
| Yeşil mercimek | 2031,0b | 2373,8c | 2600,8d | 1990,3ab | 1920,9a | 1916,6a | 2138,9 ^C |
| Kırmızı mercimek | 2259,3b | 1933,9a | 2558,6c | 2151,9ab | 2237,2b | 2543,6c | 2280,7 ^{CD} |
| Pirinç | 610,5a | 796,1c | 710,6b | 714,3b | 590,4a | 767,5c | 698,2^A |
| Buğday | 1590,4b | 1721,0c | 1879,3c | 1518,03b | 1330,9a | 2319,4d | 1726,5 ^B |
| Bulgur | 2975,8e | 1813,1d | 1177,2b | 1336,2c | 1337,2c | 826,2a | 1577,7 ^B |
| Yulaf | 1790,2a | 2373,5bc | 2470,1c | 2619,9d | 2287,6b | 2695,9d | 2372,9 ^{DE} |
| Mısır | 1658,6c | 1533,9b | 2107,0d | 1154,3a | 1627,2c | 1546,3b | 1603,8 ^B |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir ($P<0,05$). Çizelgedeki P elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,01 ppm' dir.

Rafine edilmemiş diğer besinler gibi baklagiller de mineraller, özellikle potasyum, fosfor, kalsiyum ve demir bakımından oldukça zengindir. Tohum kabuğunun alınması işlemi baklagillerin mineral madde miktarını azalttığı gibi, pişirme olayında minerallerin pişirme suyu içine karışmasına neden olur. Devos (1988) tarafından yapılan bir çalışmada konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş mercimekte 3500 mg/kg P, nohutta 1500 mg/kg P, kuru fasulyede 4000 mg/kg P, pirinçte 1000 mg/kg P içeriği tespit edilmiştir. Organik ürünlerle yaptığımız çalışma sonucunda mercimek, kuru fasulye ve pirinç örneklerinde bulduğumuz P değerlerinin bu sonuçlardan düşük olduğu, nohutta bulunan P değerinin ise bu sonuçtan yüksek olduğu görülmektedir.

Ünüvar (2009) yaptığı çalışmalar sonucunda bulgurda P miktarını 2359-5785 ppm olarak tespit edilmiştir. Organik bulgurda bulduğumuz P değerleri genel olarak bu

değerlerden düşüktür. Kaya (2010) mercimekteki P içeriğini 573,5-1352,8 mg/kg aralığında bulmuştur. Çalışmamız sonucu mercimekte bulduğumuz P miktarı bu değerlerin üstündedir.

Aydın ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmaya göre organik yöntemlerle üretilen buğdayda toplam P 422,73 mg/kg, olarak ölçülmüştür. Organik sertifikalı ürünlerle yaptığımız çalışma sonucu buğdayda bulduğumuz ortalama P değerinin bu çalışmada tespit edilen değerden bir hayli yüksek olduğu görülmektedir. Zia-Ul-Haq ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada nohutta P miktarını 239-263 mg/100g olarak tespit etmiştir. Organik nohut üzerinde yaptığımız çalışmada P değerinin bu sonuçtan oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Ertaş (2010) tarafından bazı baklagillerde mineral içeriklerinin belirlendiği bir çalışmada, nohuttaki P miktarı 3383,9 mg/kg, kuru fasulyedeki P miktarı 4225,2 mg/kg, soya fasulyesindeki P miktarı 6123,9 mg/kg tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre değerlerin bu sonuçlardan düşük olduğu görülmektedir. Bilgiç ve Türker (2000) tarafından yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre, geleneksel yöntemlerle üretilmiş bazı hububatlarından pirinçte 1360 mg/kg P, buğdayda 2840 mg/kg P, bulgurda 3254 mg/kg P olduğu tespit edilmiştir. Bulduğumuz sonuçlar bu değerlerden düşüktür.

Baklagiller bazı B grubu vitaminler ve mineraller bakımından da zengindir (Özkaya ve ark. 1998). Kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum ve fosfor gibi makro elementler, bakır, demir, manganez ve çinko gibi mikro elementlerce zengin iyi bir mineral kaynağıdır. El-Tabey Shehata (1992) ile Mohan ve ark. (1995) soya fasulyesi, börülce, fasulye gibi bazı önemli baklagillerin iyi bir fosfor (1290-7100 mg/kg) kaynağı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamız sonucu elde ettiğimiz değerlere bakıldığında kuru fasulye ve kuru börülcede tespit edilen P değerinin bu aralıkta olduğu görülmektedir.

4.12. Sodyum (Na) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin sodyum (Na) elementi değerleri Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Çizelge 4.11. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Na elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. Na elementi en yüksek değeri organik yulaf örneğinde ortalama olarak 26,50 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 4,66 ppm olarak organik mısırdaki bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Organik bakliyat ve hububatlarda Na elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | |
|---------------------------|------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ort. |
| Nohut | 8,73a | 8,60a | 20,47b | 51,50c | 22,77b | 19,43b | 21,91 ^D |
| Kuru fasulye | 4,47a | 11,63b | 16,70c | 11,56b | 5,95a | 3,80a | 9,01 ^B |
| Kuru börülce | 17,88b | 25,50c | 19,59b | 14,60a | 15,56a | 23,51c | 19,44 ^D |
| Yeşil mercimek | 7,88c | 4,87a | 4,80a | 4,87a | 6,86b | 5,33ab | 5,76 ^A |
| Kırmızı mercimek | 5,37a | 5,70a | 5,93a | 5,87a | 7,18b | 5,93a | 5,99 ^A |
| Pirinç | 7,27a | 27,53d | 22,30cd | 7,51a | 16,06b | 14,12b | 15,79 ^C |
| Buğday | 4,80bc | 5,30cd | 5,82de | 17,48f | 6,20e | 3,23ab | 7,13 ^B |
| Bulgur | 14,53b | 1,47a | 12,40b | 30,93c | 31,23c | 32,55c | 20,51 ^D |
| Yulaf | 44,63e | 33,87d | 9,83a | 14,72b | 25,96c | 30,03cd | 26,50^E |
| Mısır | 1,67ab | 0,85a | 9,55c | 0,31a | 13,03d | 2,55b | 4,66^A |

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir ($P<0,05$). Çizelgedeki Na elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,48 ppm'dir.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Na elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.11.'da gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Na elementi içerikleri arasında 5 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında tüm organik ürünlerde firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmuştur.

Aydın ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmaya göre organik yöntemlerle üretilen buğdayda toplam Na 1360 ppm olarak ölçülmüştür. Çalışmamızda organik buğdayda bulduğumuz Na miktarına bakıldığında sonucun bu değere göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. Uçar (2016) buğdayda yaptığı analizlere göre; danedeki en düşük Na içeriği 1,1 ppm iken danedeki en yüksek Na değeri 12,95 ppm olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızdaki sonuçlara bakıldığında buğdaydaki Na miktarının bu değer aralığında olduğu görülmektedir.

Haq ve ark. (2007), Pakistan ekolojisinde kültürü yapılan nohut çeşitlerinde Na miktarını 960 ppm olarak belirlemişlerdir. Nohutta yapılan diğer çalışmalarda ise tanedeki Na miktarı 1003 ppm (Daur ve ark. 2008), 1073,4 ppm (Arab ve ark. 2010) olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarla bizim çalışmalarımızın sonucu karşılaştırıldığında nohutta bulduğumuz Na değerlerinin bu sonuçlardan oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan bu farklılıklar, kullanılan nohutların genetik yapısı, yetiştirilen ekoloji, toprak şartları ve kültürel uygulamalardan kaynaklanmış olabilir.

4.13. Potasyum (K) İçeriği

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin potasyum (K) elementi değerleri Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Çizelge 4.12. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde K elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. K elementi en yüksek değeri organik kuru fasulye örneğinde ortalama olarak 9557 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 441,7 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında K elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.12.'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin K elementi içerikleri arasında 8 farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında tüm organik ürünlerde firmaların arasında farklılıklar tespit edilmiştir.

Pakistan'da yetiştirilen nohut çeşitlerinde potasyum miktarı 12360 ppm (Haq ve ark. 2007) olarak belirlenmiştir. Elde ettiğimiz K miktarı bu değerden düşüktür. Konya ekolojisinde yapılan bir diğer araştırmada (Bayrak 2010) ise 4698,16-7423,69 ppm değerleri arasında tespit edilmiştir. Çalışmamız sonucu organik nohutta tespit ettiğimiz K miktarı bu değerler aralığındadır. Aydın ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmaya göre organik yöntemlerle üretilen buğdayda toplam K 21468 mg/kg olarak ölçülmüştür. Çalışmamız sonucu organik buğdayda elde ettiğimiz K miktarı bu değerden düşüktür. Uçar (2016)

buğdayda yaptığı analizlere göre; danedeki en düşük K içeriği 80,52 mg/kg iken danedeki en yüksek K değeri 556,52 mg/kg olduğunu tespit etmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar bu değer aralığından yüksektir.

Çizelge 4.12. Organik bakliyat ve hububatlarda K elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | Ort. |
|------------------------|------------|----------|----------|----------|---------|----------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Nohut | 7004,9c | 6973,9bc | 8728,4d | 6525,6ab | 6306,3a | 6288,1a | 6971,2 ^F |
| Kuru fasulye | 9331,3ab | 9150,8a | 10667,1d | 9403,8bc | 9209,2a | 9579,9c | 9557,0^H |
| Kuru börülce | 7542,0b | 7832,9d | 7693,3c | 7549,7b | 7281,2a | 7683,1c | 7597,0 ^G |
| Yeşil mercimek | 5709,9b | 6069,8c | 6679,9d | 5509,8a | 5518,2a | 5618,7ab | 5851,0 ^E |
| Kırmızı mercimek | 5487,3b | 5176,9a | 5046,2a | 5190,7a | 5949,3c | 7230,5d | 5680,1 ^E |
| Pirinç | 440,5b | 464,4c | 495,7d | 445,93b | 389,3a | 414,7a | 441,7^A |
| Buğday | 1716,8a | 1834,4ab | 1974,6bc | 2063,4c | 1937,4c | 2711,9d | 2039,7 ^D |
| Bulgur | 3018,4d | 2277,0c | 1655,5a | 1901,2b | 1903,9b | 1502,7a | 2043,2 ^D |
| Yulaf | 1699,1a | 1710,2ab | 1796,4bc | 2076,6d | 1836,4c | 2247,8e | 1894,5 ^C |
| Mısır | 1461,8b | 1351,8a | 1792,2c | 1365,5a | 1525,8b | 1469,5b | 1494,4 ^B |

*Her bir değer üç tekröre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir (P<0,05). Çizelgedeki K elementi için tespit limit (LOD) değeri 2,40 ppm'dir.

Rafine edilmemiş diğer besinler gibi baklagiller de mineraller, özellikle potasyum, fosfor, kalsiyum ve demir bakımından oldukça zengindir. Tohum kabuğunun alınması işlemi baklagillerin mineral madde miktarını azalttığı gibi, pişirme olayında minerallerin pişirme suyu içine karışmasına neden olur. Devos (1988) bir çalışmada konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş mercimekte 7800 mg/kg K, nohutta 3000 mg/kg K, kuru fasulyede 12500 mg/kg K, pirinçte 1000 mg/kg K içeriği tespit etmiştir. Organik ürünlerde elde ettiğimiz sonuçlarla karşılaştırıldığında mercimek ve kuru fasulye örneklerinde düşük miktarlar, nohutta ise yüksek değerler elde ettiğimiz görülmektedir. Zia-Ul-Haq ve ark. (2007), yaptıkları bir

çalışmada nohutta K miktarını 11090-12720 mg/kg olarak tespit etmiştir. Bizim nohuttan elde ettiğimiz K değerinin düşük olduğu görülmektedir.

Bir çalışmada bulgurdaki K miktarı 3262-5263 ppm olarak bulunmuştur (Ünüvar 2009). Çalışmamızda bulgurda bulduğumuz sonuçlara baktığımızda yakın değerler bulunmakla beraber genel olarak düşük kaldığı görülmektedir. Köse ve ark. (2018), yeşil mercimekteki K miktarını 7863-9047 ppm olarak bulmuştur. Araştırmamız sonucu bulduğumuz değerlere göre yüksektir. Mercimek örneklerinin K içerikleri 2853,3 ile 4629,7 mg/kg arasında olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda organik mercimekte bulduğumuz K içeriği bu değerlere göre yüksektir.

Ertaş (2010) bazı baklagillerde mineral içeriklerini belirlediği bir çalışmada, nohuttaki K miktarı 10608,8 mg/kg, kuru fasulyedeki K miktarı 14647,2 mg/kg, soya fasulyesindeki K miktarı 16475,3 mg/kg olarak tespit etmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında bu örneklerden daha düşük K değeri tespit edildiği görülmektedir. Baklagiller bazı B grubu vitaminler ve mineraller bakımından da zengindir (Özkaya ve ark. 1998). Soya fasulyesi, börülce, fasulye gibi bazı önemli baklagiller potasyum miktarı bakımından (10870-18300 mg/kg) zengin besinlerdir (El-Tabey Shehata 1992, Mohan ve ark. 1995). Elde ettiğimiz sonuçlara bakıldığında örneklerden elde ettiğimiz K değerlerinin düşük olduğu görülmektedir.

4.14. Magnezyum (Mg) İçerikleri

Organik sertifikalı çeşitli bakliyat ve hububat örneklerinin magnezyum (Mg) elementi değerleri Çizelge 4.13.'te verilmiştir. Çizelge 4.13. incelendiğinde tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde Mg elementi tespit edilebilir düzeyde bulunduğu anlaşılmaktadır. Mg elementi en yüksek değeri organik kuru fasulye örneğinde ortalama olarak 821,1 ppm, belirlenebilen en düşük ortalama değeri ise 18,98 ppm olarak organik pirinçte bulunmuştur.

Yapılan varyans analizi sonucunda organik bakliyat ve hububat çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Mg elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup gruplar Çizelge 4.13.'te gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, organik bakliyat ve hububat çeşitlerinin Mg elementi içerikleri arasında 6

farklı grup oluşmuştur. İncelenen organik ürünlerde tespit edilen değerlere bakıldığında tüm organik ürünlerde firmaların arasında önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Organik bakliyat ve hububatlar da Mg elementi ortalama miktarları (ppm)*

| Organik Ürün Çeşidi | Firma Kodu | | | | | | |
|---------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Ort. |
| Nohut | 546,7ab | 506,9a | 709,9c | 502,9a | 949,8d | 622,2b | 639,7 ^E |
| Kuru fasulye | 817,2c | 777,6bc | 1012,8e | 883,6d | 756,6ab | 679,1a | 821,1^F |
| Kuru börülce | 731,6a | 772,7c | 815,6d | 741,6ab | 804,8d | 702,4a | 761,4 ^F |
| Yeşil mercimek | 585,8d | 415,1c | 427,2c | 332,0b | 290,4a | 320,8ab | 395,2 ^C |
| Kırmızı mercimek | 242,6b | 190,4a | 408,0d | 262,3bc | 299,4c | 297,9c | 283,4 ^B |
| Pirinç | 17,8c | 13,3b | 7,5a | 26,3d | 15,9bc | 33,1e | 18,98^A |
| Buğday | 343,2c | 361,0cd | 405,4d | 168,7a | 271,5b | 396,7d | 324,4 ^C |
| Bulgur | 662,3d | 388,7c | 51,1ab | 124,4b | 154,6b | 27,9a | 234,8 ^B |
| Yulaf | 307,4a | 377,3ab | 493,9c | 534,7d | 460,1bc | 536,3d | 451,6 ^D |
| Mısır | 488,6bc | 455,2b | 682,0e | 179,3a | 508,3cd | 555,8d | 478,2 ^D |

*Her bir değer üç tekrere ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Aynı satırda farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar (firmalar) arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Ortalamalar sütununda bulunan büyük harfler ise organik ürün çeşitleri arasındaki istatistiksel açıdan farkları ifade etmektedir (P<0,05). Çizelgedeki Mg elementi için tespit limit (LOD) değeri 0,16 ppm 'dir.

Aydın ve ark. (2010) tarafından yapılan bir araştırmaya göre organik yöntemlerle üretilen buğdayda toplam Mg 2424 ppm olarak ölçülmüştür. Organik yöntemlerle üretilen ürünler sonucu buğdayda bulunduğumuz Mg miktarına bakıldığında bu değerden düşük olduğu görülmektedir. Zia-Ul-Haq ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada nohutta magnezyum miktarlarının fasulye ve nohutta 147,0-199,5 mg/100g arasında olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamız sonucu fasulye ve nohutta bulunduğumuz Mg miktarları bu değer aralığından daha fazla Mg miktarı içermektedir. Ertaş (2010) bazı baklagillerde mineral içeriklerini belirlediği bir çalışmada, nohuttaki Mg miktarını 1310,9 mg/kg, kuru fasulyedeki Mg miktarını 1514,2 mg/kg, soya fasulyesindeki Mg miktarını 2263,4 mg/kg olarak tespit etmiştir. Bulduğumuz

değerler bu değerlerden düşüktür. Ünüvar (2009) yaptığı araştırmalar sonucunda bulgurdaki Mg miktarını 711,7-2276,0 ppm aralığında bulmuştur. Çalışmamız sonucu bulduğumuz değerler bu değere göre düşük kalmaktadır.

Bayrak (2010), Konya ekolojisinde yetiştirdiği nohut çeşitlerinde tanedeki magnezyum miktarının 799,92-1004,43 ppm aralığında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Benzer olarak nohutta yapılan diğer çalışmalarda Mg miktarı 1942,00 ppm (Ahmad ve ark. 2002), 1890 ppm (Patanae 2006) olarak belirlenmiştir. Çalışmalarımız sonucu organik nohut örneklerinde bulduğumuz Mg miktarı bu değer aralığına göre düşük kalmaktadır.

Soya fasulyesi, börülce, fasulye gibi bazı önemli baklagiller iyi bir Mg (722-3100 ppm) kaynağıdır (El-Tabey Shehata 1992, Mohan ve ark. 1995). Kuru börülce ve kuru fasulyede bulduğumuz Mg miktarlarına bakıldığında bu değer aralığında olduğu görülmektedir. Köse ve ark. (2018), yeşil mercimekte tespit ettiği Mg değerleri 662-785 ppm aralığındadır. Bulduğumuz değerlerin bu değerlere göre düşük olduğu görülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, organik sertifikalı bakliyat ve hububat çeşitlerinden yemeklik bulgur (*Triticum durum* L.), buğday (*Triticum durum* L.), yeşil ve kırmızı mercimek (*Lens culinaris* L.), kuru börülce (*Vigna unguiculata* L.), kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), mısır (*Zea mays* L.), nohut (*Cicer arietinum* L.), pirinç (*Oryza sativa* L.), yulaf (*Avena sativa* L.) ürünlerinde İndüktif Eşleşmiş Plazma/Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) cihazı ile makro elementlerden Ca, Mg, Na, P, K, S ve mikro elementlerden Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Fe, Sn, As, Al, Mn, Co olmak üzere 19 elementin analizlerinin gerçekleştirilmesi neticesinde söz konusu örneklerde Pb, Cd, Cr, Hg, As ve Co elementleri tespit edilebilir düzeylerde bulunmamaktadır.

Literatürde yer alan bazı çalışmalarda konvansiyonel ve organik yöntemlerle üretilen çeşitli bakliyat ve hububatlarda Pb elementi tespit edildiği görülmektedir. Konvansiyonel yöntemlerle üretilen ürünlerde organik ürünlere göre daha yüksek Pb tespit edildiği görülmektedir. Önemli bir çevre kirleticisi olan Pb elementi için bizim bulduğumuz sonuçlar organik tarım metodu ile üretilen organik bakliyat ve hububatlarda çevre koşullarına bağlı olarak herhangi bir kontaminasyonun da gerçekleşmediğini göstermektedir. “Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği”nde gıda alt başlığında yer alan bakliyat ve hububatlar için verilen Pb elementi 0,20 ppm değerlerindedir (Anonim 2011). Çalışmamızda incelenen organik bakliyat ve hububatlarda Cd tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş olan bakliyat ve hububatlarda Cd elementinin minimum düzeylerde tespit edildiği görülmüştür. Çalışılan organik bakliyat ve hububatların tamamında As elementi tespit edilir düzeyde bulunmamış olup literatürde yer alan bazı araştırmalarda As elementinin hububatlarda iz miktarlarda gözlemlendiği belirtilmiştir. Benzer olarak örneklerimizin tamamında Co elementinin tespit edilir düzeyde bulunmadığı görülmüştür. “Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği”ne göre (Anonim 2011), baklagil ve hububatlarda bulunması gereken maximum Cd miktarı 0,10 ppm’dir. Karşılaştırdığımızda ürünlerimizde Cd tespit edilmediği gözlemlenmektedir. Diğer taraftan, literatürdeki bazı araştırmalarda buğday ürünlerinde Co elementinin tespit edildiği görülmüştür. Co elementinin hayvansal gıdalarda daha yaygın olarak görüldüğü yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmiştir. Yine benzer olarak, incelediğimiz çeşitli organik bakliyat ve hububat ürünlerinde Cr ve Hg elementlerinin tespit edilebilir düzeyde de bulunmadığı anlaşılmaktadır. Literatürde yer alan bazı araştırmalar sonucu kimi ürünlerde Cr

elementinin az miktarda tespit edildiği görülmektedir. Hg elementi kalıntısına çeşitli nedenlere bağlı olarak literatürdeki çeşitli çalışmalarda kuruyemiş, hububat ve diğer bitkisel ürünlerde rastlanılmıştır.

Cu elementi, incelenen organik bakliyat ve hububat örneklerinin tamamında tespit edilebilir düzeyde bulunurken, ortalama değerler 2,13-17,84 ppm aralığında değişmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz değerler literatürde konvansiyonel yöntemlerle üretilen hububat ve bakliyatlara ait bazı değerlerden düşük veya yüksek düzeylerde olmakla birlikte, yasal limitlerin altındadır. Cu elementi içerikleri bakımından organik ve konvansiyonel gıdaların karşılaştırılması yapıldığında literatürdeki verilerinden önemli farklılıkların gözlemlenmediği gibi, hatta organik gıdalarda genel olarak daha düşük içeriklerin söz konusu olabildiği vurgulanmıştır. “Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği”nde gıda alt başlığında yer alan tüm gıdalar için verilen Cu elementi değerlerinin 0,05-25 ppm aralığında olduğu görülmektedir. Çalışmamızdaki ürünlerdeki Cu miktarı ile karşılaştırıldığında değerlerin yasal limitlere uyduğu görülmektedir.

Çalışmada incelenen organik bakliyat ve hububatlarda Ni değer aralığı 0,32-5,39 ppm aralığında değişim göstermiştir. İlave olarak, organik pirinçte belirli seviyede Ni elementi tespit edilirken bizim çalışmamızda organik pirinçte genel olarak düşük seviyede Ni tespit edilmiş olup bir firmaya ait örnekte tespit edilmemiştir. Ni elementinin bazı ürünlerde yüksek olmasının sebebi çevre koşullarına bağlı olarak tarımsal ürünlere kontaminasyonunun mümkün olduğu bilindiği gibi bu ürünlerin mamül maddelere işlenmeleri sırasında da gıda endüstrisinde kullanılan alet ve ekipmanlar kaynaklı kontaminasyonların görüldüğü bilinmektedir. Çalışılan tüm organik bakliyat ve hububat örneklerinde tespit edilen Zn elementi ortalama düzeyleri 9,09 ppm ile 32,48 ppm aralığında değişim göstermektedir. Belirlediğimiz değerlerin konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş çeşitli bakliyat ve hububatlardaki değerlere göre genelde düşük ve yüksek olduğu görülmektedir.

Organik hububat ve bakliyatlarımızda belirlediğimiz Fe değerleri 1,34 ppm ile 42,70 ppm aralığında değişmekte olup literatürdeki araştırmalara bakıldığında ürün çeşitliliğine göre bulduğumuz değerlere yakın, düşük ya da yüksek olduğu görülmektedir. Literatürde konvansiyonel yöntemlerle üretilen hububat ve bakliyatlar için çok farklı değerler çıktığı görülmektedir. Literatürdeki çalışmalarda bakliyat ve hububatlarda Sn elementi içeriğine dair yeterli bir veriye rastlanılmamıştır.

Al elementi incelenen bazı organik ürünlerde tespit edilmemekle birlikte tespit edilen değer aralığı 0,39 ppm ile 7,42 ppm'dir. Organik mısır ürünlerinin tamamında tespit edilmiş olup diğer ürünlerin bazılarında tespit edilmemiştir. Literatürde konvansiyonel ürünlerde tespit edilen Al değerlerinin organik ürünlerle yaptığımız çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre oldukça yüksek değerler olduğu görülmektedir.

Literatürde konvansiyonel ürünlerde Mn elementi içeriklerine bakıldığında çalışmamızdaki sonuçlara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmamızda organik ürünlerdeki Mn değerleri 4,68 ppm ile 22,83 ppm aralığında değişmektedir. Çalışmamızda tespit edilen S içeriği ise 1147,4 ppm ile 2413,2 ppm değerleri ile literatürdeki diğer bakliyat ve hububatlarla göre oldukça yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Çalışmamızda incelenen organik bakliyat ve hububat örneklerinde Ca değerleri 20,3 ppm ile 602,1 ppm aralığında değişim göstermektedir. Literatürde incelenen çalışmalarla hemen hemen benzer değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. P elementi incelediğimiz bütün organik ürünlerde tespit edilmiş olup ürünlerde 698,2 ppm ile 2854,8 ppm aralığında değişim göstermektedir. Bu değerler genel olarak literatürdeki değerlerle benzer olduğu görülmektedir. Na elementi değerleri ise 4,66 ppm ile 26,50 ppm arasında değişim göstermektedir. Literatüre göre konvansiyel ürünlerden oldukça düşük Na değerleri elde ettiğimiz görülmektedir. K elementi açısından incelediğimiz organik örnekler, literatürde konvansiyel yöntemlerle üretilen örneklere ait verilerine benzer değerlere sahiptir. Mg element miktarları ise 18,98 ppm ile 821,2 ppm gibi geniş bir aralık göstermektedir. Literatürde verilen değerlerde bu geniş aralık içerisinde bulunmaktadır.

Organik ürünlerin içerebilecekleri elementlerin çeşitlilikleri ve miktarları tarım tekniğinden bağımsız olarak da etki edebilecek çok sayıda faktörün dikkate alınması literatürde yer alan çok sayıdaki araştırma sonuçlarından anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, bu faktörler toprak tipi, ekim ve hasad zamanları, sulama ve yeraltı suyunun kimyasal bileşimleri, coğrafi yeri, iklim, depolama koşulları, hasad sonrası işleme yöntemleri olarak ifade edilmektedir. Bu faktörler dikkate alınmadığında veya kontrol edilmediğinde özellikle çevresel kirlenmelere karşı organik gıdalarla konvansiyonel gıdalar arasında önemli farklılıkların oluşmaması şartı olan bir durum olmayacaktır.

Makro ve mikro düzeylerde olmak üzere 19 elementin arandığı bu çalışmanın sonuçları ile organik tarım sonucu üretilen çeşitli organik hububat ve bakliyatın gıda güvenliği bağlamında bilhassa ağır metal kontaminasyon riski yönünden değerlendirilmesi

imkânı bulunmuştur. İncelediğimiz organik sertifikalı bakliyat ve hububat çeşitlerinden yemeklik bulgur (*Triticum durum* L.), buğday (*Triticum durum* L.), yeşil ve kırmızı mercimek (*Lens culinaris* L.), kuru b r lce (*Vigna unguiculata* L.), kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), mısır (*Zea mays* L.), nohut (*Cicer arietinum* L.), pirinç (*Oryza sativa* L.), yulaf (*Avena sativa* L.)  r nlerinin literatür verilerine göre genelde konvansiyonel yöntemle üretilen benzer ürünlere kıyasla daha güvenli olduğu görülmüştür. Bu  alışma ile incelediğimiz organik sertifikalı hububat ve bakliyatları çeşitlerinde yasal limitlerin üzerinde ağır metal bulaşmasının da gerçekleşmediği belirlenmiştir. Tüm bunlarla birlikte, organik ürünlerde gıda güvenliği bağlamında üretim ve işleme aşamalarını içeren  alışmaların  ok daha geniş kapsamlı ve düzenli olarak s rd r lmesi önem taşımaktadır.



6. KAYNAKLAR

- Abebe, Y., Bogale, A., Hambidge, K.M., Stoecker, B.J., Bailey, K., Gibson, RS. (2007). Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in Rural Sidama, Southern Ethiopia, and implications for bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*. 20, 161-168.
- Abechi, E.S., Okunola, O.J., Zubairul, S.M.J., Usman, A.A., Apene, E. (2010). Evaluation of heavy metals in roadside soils of major streets in Jos metropolis, Nigeria. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2(6)98-102.
- Adams, F. (1971). Soil solution. In: Carson EW, ed. *The plant root and its environment*. Charlottesville, VA: University Press of Virginia, 441-481.
- Ahmad, M., Hussain, M., Shafique, M. (2002). Important Macro and Microelements in Chickpea and Lentil Nuclear Institute for Agriculture and Biology (Niab), P.O. Box No.128, The Nucleus, 39(1-2)101-105, Faisalabad, Pakistan.
- Ak, İ., Koyuncu, M. (2001). Organic meat and milk production potential from small ruminants in Turkey, *International Conference Meat and Milk from Ruminants*. Athens, Greece, 4-6.October 2001, p. 42
- Ak, İ. (2002). *Ekolojik Tarım ve Hayvancılık, Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi*. Bursa Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsü, (2) 31-39.
- Akıllı M, Cücü E. (1996). *Organik Tarımda Sebze Yetiştiriciliğinde Son Gelişmeler*. Hasad Dergisi, 11(128)16-18.
- 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*, sayfa 355-358, İzmir.
- Aksoy U. (2001). *Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış*. Türkiye II. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım, Antalya.
- Aksoy, U., Altındışli, A. (1990). *Dünya’da ve Türkiye’de Ekolojik Tarım Ürünleri Üretimi, İhracatı ve Geliştirme Olanakları*, İstanbul Ticaret Odası Yayınları.
- Aksoy, U., Tüzel, Y., Altındışli, A., Can, H.Z., Onoğur, E., Anaç, D., Okur, B., Çiçekli, M., Gayan, Y., Kırkpınar, F., Kananolu Bektaş, Z., Çelik, S., Arın, L., Er, C., Özkan, C., Özenç, D.B., (2005), *Organik (Ekolojik, Biyolojik) Tarım Uygulamaları*. VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği, Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, Ankara.
- Alam, M.M., Ladha, J.K. (2004). Optimizing Phosphorus Fertilization in an Intensive Vegetable-rice Cropping System. *Biology and Fertility of Soils*, 40, 277-283.
- Alajaji, S.A., El-Adawy, T. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19, 806-812.

- Algan G, Tekinşen OC., Gök V. (2003). Konya yöresi inek sütlerinde bazı ağır metal içeriklerinin saptanması. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, 359-362, İzmir.
- Alloway, B.J. (1995). Heavy Metals in Soils. (2nd ed.), Blackie Academic & Professional, London.
- Altan, A. (2006). Adana ve Mersin illerinden toplanan bugday ve degirmen ürünlerine ait örneklerin mineral, bazı ağır metal, pestisit ve aflatoksin içeriklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Angioni A, Cabitza M, Russo MT., Caboni P. (2006). Influence of olive cultivars and period of harvest on the contents of Cu, Cd, Pb, and Zn in virgin olive oils. Food Chem. 99, 525-529.
- Angioni, A., Cabitza, M., Russo, M.T. ve Caboni, P. (2006). Influence of olive cultivars and period of harvest on the contents of Cu, Cd, Pb and Zn in virgin olive oils. Food Chemistry, 99, 525-529.
- Anjum M. (1977). Nutritional evaluation of lentil protein, J. Nutr. Diet., 14, 127.
- Anonim (1993). FAO/WHO. Evaluation of certain food additives and contaminants. Technical Report, 837, World Health Organisation, Geneva.
- Anonim (1996). World Health Organization. <https://www.who.int/> (Erişim tarihi, 23.02.18).
- Anonim (1998). What is their food value? A Gardeners Guide to Fava Beans. <http://members.efn.org/~rossr/ch13.html>. (Erişim tarihi, 18.04.2018).
- Anonim (2000a). <http://www.acu-cell.com/nico.html> (Erişim tarihi, 23.02.18).
- Anonim (2000b). Agency for Toxic Substances and Disease Registry. www.atsdr.cdc.gov/
- Anonim (2002). European Commission DG ENV. E3 Project ENV.E.3/ETU/2000/0058, Heavy Metals in Waste February, Danimarka.
- Anonim (2004). Report from Task 3.2.11: Assessment of the dietary exposure to arsenic, cadmium, lead and mercury of the population of the EU Member States. European Commission, DirectorateGeneral Health and Consumer Protection. SCOOP report.
- Anonim (2006). İstanbul Ticaret Odası. İTO (2006). Organik Tarım Analizi ve AB Pazarı Fırsat Analizi, İTO Yayını, İstanbul.<http://www.ito.org.tr/itoyayin/0016796.pdf> (Erişim tarihi, 23.02.18)
- Anonim (2008). Genişleyen Avrupa Birliği Pazarında Türkiye'nin Organik Tarım Ürünleri Ticareti Açısından Değerlendirilmesi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı. (Erişim, 13.04.2018).
- Anonim (2011a). 157 sayılı ve 29.12.2011 tarihli Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Tebliği.

- Anonim (2011b). <http://www.medicine.ankara.edu.tr> (Erişim tarihi 02.03.2018).
- Anonim (2011c). <http://www.tarimsurasi.tarim.gov.tr> (Erişim tarihi 02.03.2018).
- Anonim (2012a). <http://organik.tarim.gov.tr> (Erişim tarihi: 13.04.2018).
- Anonim (2012b). Tüketicilerin Organik Gıda Almasını Etkileyen Faktörlerin Araştırılması. Toros Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, www.toros.edu.tr/
- Anonim (2012c). www.orguder.org.tr/tarim.html (Erişim tarihi, 13.04.2018).
- Anonim (2012d). [www.organic tarımda biz.](http://www.organic.tarimda.biz) (Erişim tarihi, 18.04.2018).
- Anonim (2013a). Organik Tarım Verileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Anonim (2013b). Organik Tarım Ulusal Eylem Planı (<http://www.tarim.gov.tr/>).
- Anonim (2014a), Organik Tarım ve Gıda Piyasaları Üzerine Sosyolojik Bir Araştırma, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ. (Erişim tarihi, 18.04.2018).
- Anonim (2014b), www.msceast.org (Erişim tarihi, 16.10.2017)
- Anonim (2014c), www.cda.org (Erişim tarihi, 16.10.2017)
- Anonim (2015), www.inchem.org (Erişim tarihi, 16.10.2017)
- Anonim (2016a), <http://content.lms.sabis.sakarya.edu.tr> (Erişim tarihi, 15.11.2017)
- Anonim (2016b), <http://megep.meb.gov.tr> (Erişim tarihi, 15.11.2017)
- Anonim (2016c), www.tarim.gov.tr (Erişim tarihi, 12.03.2018)
- Anonim (2017a), www.webelements.com (Erişim tarihi,16.10.2017)
- Anonim (2017b), www.gidabilinci.com (Erişim tarihi, 16.10.2017)
- Anonim (2017c), www.onikibilgi.com (Erişim tarihi, 16.10.2017)
- Anonim (2017d), www.gidagundemi.com (Erişim tarihi, 16.10.2017)
- Anonim (2018a), Cıva (Hg). www.food-info.net (Erişim tarihi 17.05.2018).
- Anonim (2018b). <http://www.ubk.org.tr/yemeklikbakliyatcalistayi.pdf> (Erişim, 15.03.2018)
- Anonim (2018c). <https://www.ankaratb.org.tr/mobile/haber> (Erişim tarihi, 18.04.2018).
- Anonim (2018d). Türkiye’de Organik Tarım. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Erişim tarihi, 18.04.2018).
- Apostolatos (1984). Isolation and Characterization of a methionine-rich protein fraction from edible dry bean, Plant Sei. Let., 33:139-46.

- Arab, E.A.A., Helmy, I.M.F. and Bareh, G.F. (2010). Nutritional Evaluation and Functional Properties of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Flour and the Improvement of Spaghetti Produced from its. *Journal of American Science*, 6(10)1055-1072.
- Arda H, Helvacıoğlu İ, Meriç Ç, Tokatlı C. (2015). İpsala İlçesi (Edirne) Toprak ve Pirinç Kalitesinin Bazı Esansiyel ve Toksik Element Birikimleri Açısından Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 8(1)07-13.
- Arora, M., Kiran, B., Rani, S., Rani, A., Kaur, B., Mittal, N. (2008). Heavy metal accumulation in vegetables irrigated with water from different sources. *Food Chemistry*, 111, 811-815.
- Aryapak S, Ziarati P (2014). Nutritive Value of Persian Walnut (*Juglan Regia* L.) Orchards. *American-Eurasian J. Agric and Envirion Sci.*, 14 (11) 1228-1235.
- Ashley, MK., Grant, M., Grabov, A. (2006). Plant responsesto potassium deficiencies: arole for potassium transport proteins. *JExpBot*, 57: 425–36.
- Atabeyoğlu, K., Atamanalp, M. (2010). Yumuşakçalarda (Molluska) Yapılan Ağır Metal Çalışmaları. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 5(1):35-42.
- Atafar Z, Mesdaghinia A, Nouri J, Homae M, Yunesian M, Ahmadimoghaddam, M. (2010). Effect of Fertilizer Application on Soil Heavy Metal Concentration. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160(1-4)83-9.
- Atalay İZ. (1988).The Petiole and Leaf Blade Relationships for the Determination of Phosphorus Status of Thomson Seedless Grapes. *Fertilizers and Agriculture* 42th Year March, (97) 13-18.
- Ataseven Y., Güneş E. (2008). Türkiye’de İşlenmiş Organik Tarım Ürünleri Üretimi Ve Ticaretindeki Gelişmeler. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2)25-33.
- Attia, R.S., El-Tabbey Shehata, A. M., Aman, M. E., Hamza, M. A. (1994). Effect of cooking and decortication the on physical properties, the chemical composition and the nutritive value of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chemistry*, 50, 125-131.
- Aydın M, Yılmaz M, Kara Ç, Soylu S. (2010). Ekmeklik Buğdayda Organik Ve Konvansiyonel Yetiştiriciliğin Karşılaştırması Üzerine Bir Araştırma. *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu*, 28 Haziran-1 Temmuz 2010, Erzurum.
- Baysal A., Başoğlu S. (1988). Nohut ve Mercimeğin Beslenmede Önemi, *Antalya*, Jan. 14-15, 11-17.
- Bakırcıoğlu, D. (2009). Toprakta makro ve mikro element tayini. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Edirne, 2009.
- Barbieri V. (2008). Por uma ciência-profissão: o Psicodiagnóstico Interventivo como método de investigação científica. *Psicologia em Estudo*, 13, 575-584.
- Bartels, J., Onwezen, M.C. (2014). Consumers Willingness to Buy Products With Environmental And Ethical Claims: The Roles of Social Representations and Social

Identity. International Journal of Consumer Studies, 38, John Wiley & Sons Ltd., 82-89pp.

- Basta N.T., Ryan, J.A., Chaney, R.L. (2005). Trace Element Chemistry in Residual-Treated Soil. *Journal of Environmental Quality*, 34(1)49-63.
- Başar H., Aydınalp C. (2005). Heavy metal contamination in peach trees irrigated with water from a heavily polluted creek. *J. of Plant Nutrition*, 28(11)2049-2063.
- Başarır, A., Çetin, A. (2006). Organik Ürünlerin Talep Projeksiyonu, İ. Hakkı Eraslan Ferhat Şelli (Ed.), *Sürdürülebilir Rekabet Avantajı Elde Etmede Organik Tarım Sektörü: Sektörel Stratejiler ve Uygulamalar*, URAK Yayınları, No:2006/1, İstanbul. 441s.
- Bayrak, H. (2010). Konya Ekolojisinde Tarımı Yapılan Yerel Nohut Popülasyonları ve Çeşitlerin Tarımsal, Teknolojik Ve Besinsel Karakterlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üni. Fen Bilimleri Enst., Tarla Bitkileri ABD, Konya.
- Baysal A. (1996). Beslenme 110-130, 258-260, Ankara.
- Bedir N. (2010). Açık ve Paket Çaylarda Bulunan Ağır Metallerin ICP-OES ile Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Sakarya.
- Beliles RV.(1975). Metals in Toxicology. The Basic Science of Poisons. L.J. Casarett &1. Dittel Eds. V Macmillan Publ. Co, Inc., New York.
- Bergmann W. (1988). Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. VEB Gustav Eisher Verlag, Jena 373-382.
- Bigersson B, Sterner O, Zimerson E, *Chemie und Gesundheit* (1988). Eine verständliche Einführung in die Toxikologie, VCHVerlagsgesellschaft, ISBN 3-52726455-8.
- Bilgiç ve Türker (2000). Sağlıklı Beslenme Açısından Yükselen Değer: Bulgur. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, Selcuk University, Konya, Turkey.
- Bingöl M.E., Geven F., Güney K., Ketenoğlu O., Erdoğan, N. (2010). Egzoz Gazlarının Bitkilere Etkileri ve Koruma Önerileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(2)63-67.
- Bloksma, J., Adriaansen-Tennekes, R., Huber, M., Lucy, P.L., van de Vijver Baars, T., de Wit J. (2008). Comparison of organic and conventional raw milk quality in the Netherlands. *Bio. Agri. and Horti.*, 26:69-8
- Bratakos, S. M., Lazou, A. E., Bratakos, M. S. and Lazos, E. S. (2012). Aluminium in food and daily dietary intake estimate in Greece, *Food Additives &Contaminants: Part B*, 5, 1, 33-44.
- Booth, C.K., Reilly, C., and Farmakalidis, E. (1996). Mineral composition of Australian ready-to-eat breakfast cereals. *Journal of Food Composition and Analysis*, 9(2)135-147.

- Burhan K. (1972). Bitki ve Toprağın Kimyasal analizleri: II. Ankara.
- Buttriss J, Hughes J (2000). An update on Copper: Contribution of MAFF-funded Research, *Nutr. Bull.*, 25, 271-280.
- Cahoon GA. (1970). Survey of foliar content of American and French hybrid grapes in fourteen research demonstration vineyards in Southern Ohio Rest. Ohio Agric. Res. Dev. Cent. 44, 24-27.
- Camelo, L.G.L., Miguez, S.R., Marban, L. (1997). Heavy metals Input with Phosphate Fertilizers used in Argentina. *Science of the Total Environment*, 204, 45-250.
- Carlosena A, Andrade J, Thomas X, Fernandez E, Prada D (1999). Classification of Edible Vegetables Affected by Different Traffic Intensities Using Potential Curves. *Talanta* 48(4)795-802.
- Caselles J, Colliga C and Zornoza P. (2002). Evaluation of trace element pollution from vehicle emissions in *Petunia* plants. *Water, Air, and Soil Pollution* 136:1-9.
- Chakraborti D, Rahman MM, Das B, Murrill M, Dey S, Chandra Mukherjee S. (2010). Status of Groundwater Arsenic Contamination in Bangladesh: A 14-year Study Report, *Water Research*, 44(19)5789-802.
- Chapman HD (1971). Proc. Intern. Symp. Soil Fert. Evaln. New Delhi 1, 927-947.
- Chapmann HD. (1965). Diagnostic criteria for plant and soils. Department of soils and plant nutrition, University of California citrus research center and agricultural experiment station, Riverside, USA.
- Chen, M. (2009). Attitude toward Organic Food among Taiwanese as Related to Health Consciousness, Environmental Attitudes, and the Mediating Effects of a Healthy Lifestyle, *British Food Journal*, 111, 165-178.
- Cherel, I. (2004). Regulation of K⁺ channel activities in plants: from physiological to molecular aspects. *Journal of Experimental Botany*, 55(396)337-351.
- Clayton LW and Clayton FE. (1994). Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vol: 2, New York.
- Curl C L, Fenske R.A, and Elgethun K. (2003). Organophosphorus Pesticide Exposure of Urban and Suburban Preschool Children with Organic, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>, Erişim tarihi, 23.02.2018.
- Coleman, J.S. (1988). Social Capital in the Creation Human Capital. *American Journal of Sociology*, 94.
- Colla, G., Mitchell, J.P., Poudel, D.D., Temple, S.R. (2002). Changes of Tomato Yield and Fruit Elemental Composition in Conventional, Low Input, and Organic Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*, 20(2)53-67.

- Concon J M. (1988). Food Toxicology, Part B. Contaminants and Additives, Marcel Doccor, Inc. Newyork and Base; 1351 s.
- Conor R. (2006). Pollutants in Food Metals and Metalloids-Mineral Components in Foods, In Chemical & Functional Properties of Food Components, pp. 363-88, CRC Press.
- Cortes TE, Das HA, Fardy JJ, bin Hamzah Z, Iyer RK, Sun L. (1994). Toxic Heavy Metals and Other Trace Elements in Foodstuffs from 12 Different Countries. An IAEA Coordinated Research Program. Biological Trace Element Research, 43-45, 415-22.
- Çepel N. (1997). Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. TEMA Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları, No:14 İstanbul.
- Daur, I., Khan, A.I. and Jahangir, M. (2008). Nutritional Quality Of Roasted and Pressure-Cooked Chickpea Compared To Raw (*Cicer arietinum* L.) Seeds. Sarhad J. Agric. 24(1)117-122.
- Demircioğlu M, Gizli N. (2014). Suda arsenik: kimyası ve uzaklaştırılması. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, Kimya Mühendisleri Odası, İzmir.
- Devos, P. (1988). Mercimek ve nohutun besin değeri ve proses sırasındaki değişiklikler (Nutritional value of lentils and chickpeas and changes during processing), Herkes İçin Mercimek Sempozyumu (Lentils for Everyone Symposium), 29-30 Eylül, Marmaris/Muğla, 174-196.
- Diosady LL, Rub LJ, Ting N, Trass O. (1983). Carbonhydrase hydrolysis of canola toenchance oil extraction with hexane. Journal of the American Oil Chemists' Society, 60:1658.
- Doğan E.G. (2017). Organik Tarım Ekonomisi ve Tüketici Eğilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Dölekoğlu, Ö.C. (2003). Tüketicilerin İşlenmiş Gıda Ürünlerinde Kalite Tercihleri, Sağlık Riskine Karşı Tutumları ve Besin Bileşimi Konusunda Bilgi Düzeyleri (Adana Örneği), Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 105, ISBN 975-407-128-4, Ankara.
- Duffus, J.H. (1980). Environmental Toxicology, New York, Wiley.
- Dürüst N., Dürüst Y., Tuğrul D., Zengin M. (2004). Heavy metal contents od pinus radiata trees of Izmit (Turkey). Asian J. of Chemistry, 16(2)1129-1134.
- Ece A, Çağlarımak N, Camcı Çetin S. (2001). Çevre Kirliliğinden Etkilenen ve Yaygın Olarak Yetiştirilen Sebzelere Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) Miktarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. IV. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 429-434, İzmir.
- Edwards G. (2009). Fusarium mycotoxin content of UK organic and conventional barley. Food Additives and Contaminants, 26(4)496-506.

- Elgün, A., Ertugay, Z. (1995). Tahıl İşleme Teknolojisi. 2. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 297. Atatürk Üniversitesi Basım Evi, Erzurum.
- Elmaz, Ö., Demir, H.A. (2004). Dünyada Organik Tarım Alanları, Temel İlkeleri ve Pazar Durumu, Dünya Gıda Dergisi, 10(12)80-84.
- Elson CM, Hynes DL, MacNeil PA. (1978). Trace metal content of rapeseed meals, oils and seeds. Journal of the American Oil Chemists' Society, 56(12)998-999.
- El-Tabey Shehata, A.M. (1992). Hard-to-cook phenomenon in legumes. Food Rev. Int. 8, 191-221.
- Erdal, T., Tarakçıoğlu, C. (2000). Değişik Organik Materyallerin Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L.) Gelişimi ve Mineral Madde İçeriği Üzerine Etkisi. OMÜ. Ziraat Fak. Dergisi, 15(2)80-85.
- Erdik, E. Sarıkaya, Y. (1986). Temel Üniversite Kimyası, Gazi Kitapevi, Ankara.
- Ertaş N. (2010). Nohut (*Cicer Arietinum* L.), Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) ve SoyFasulyesinden (*Glycine Max* L.) Üretilen Baklagil Bulgurlarının Üretim Metotlarının Standardizasyonu İle Bazı Kalitatif ve Besinsel Özelliklerinin Belirlenmesi, Konya. <http://acikerisim.selcuk.edu.tr>
- Ertunç, A.B. (2010). Organik Gıda Piyasasının Türkiye' deki Gelişimi: Güven İlişkileri ve Denetim Unsuru Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2009). Scientific Opinion on Arsenic in Food, EFSA Journal, 7(10)1351.
- Eyüpoğlu, F., (1999). Türkiye Topraklarının Verimlilik Durum. Başbakanlık Yayınları, No: 220, Teknik yayınlar No: 67, Ankara.
- Ezer, M., ve Laçın A. (2005). Kahramanmaraş Bölgesindeki Keçi Sütünde Eser Element Analizi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tez, Kahramanmaraş.
- Fagioli F., Landi S. (1983). Evaluation of a new method for the determination of elements in vegetable foods and feeds by atomic absorption spectroscopy with sampling of carbonaceous slurry. Analytical Letters, 16, 1435-1447.
- Feldberg, C. (1959). Adequacy of Processed Cereals in Human Nutrition. In: S.Matz. The Chemistry and Technology of Cereal as Food and Feed. The Avi Publishing Co. Inc Westport Conn.
- Fernando, M., Kulpa, J., Siddiqi MY, Glass ADM. (1990). Potassium dependent changes in the expression of membrane-associated proteins in barley roots. 1. Correlations with K^+ (86Rb+) influx and root K^+ concentration. Plant Physiology 92, 1128-1132.
- Formicki G, Stawarz R, Greń A, Muchacka R. (2012). Cadmium, Copper, Lead and Zinc Concentrations in Low Quality Wines and Alcohol Containing Drinks from Italy,

Bulgaria and Poland. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 1 (February Special issue) 753-7.

Fregoni M. (1984). Nutrient needs invine production, pages 319-332, 18th coll. Ins. Bern, 319-332.

Fukushima, M., Tatsumi, K., Wada, S. (2001). Determination of the Intrinsic Stability Constants of Toxic Divalent Metal Ions to Alginic Acid. Analytical Sciences, 17, 663-66.

Furedi, F. (2014). Korku Kültürü, Risk Almamanın Riskleri, Ayrıntı Yayınları, İstanbul,

Gasco G, Lobo MC. (2007). Composition of a Spanish sewage sludge and effects on treated soil and olive trees. Waste Manage 27, 1494-1500.

Ghosh A.K., Rai, R.K., Saxena, Y.R. and Shrivastava, A.K. (1990). Effect of sulphur application on the nutritional status, yield and quality of sugarcane. J. Indian Soc. Soil Sci. 38:73-76.

Gierth, M., Maser, P. (2007). Potassium transporters in plants–Involvement in K⁺ acquisition, redistribution and homeostasis. FEBS Letters 58, 2348-2356.

Giray, H., Soysal, A. (2007). Türkiye’de Gıda Güvenliği ve Mevzuatı <http://www.korhek.org/makale> (Erişim tarihi, 25.02.2018).

Gök, S.A. (2008). AB Uzmanlık Ödevi, Ankara: Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. www.tarim.gov.tr (Erişim tarihi, 25.02.2018)

Gökhan, K. (2011). Organik Süt ve Beslenmedeki Önemi. (Erişim tarihi, 25.02.2018)

Gözdaşoğlu, S., Çavdar, A.O., Arcasoy, A., Akar N. (1989). Serum copper and zinc levels and copper/zinc ratio in palienls with head and neck cance. Magnesium, 77-86.

Guinot-Thomas, P., Jondreville. C., Laurent, F. (1991). Comparison of milk from farms with biological, conventional and transitional feeding. Milchwissenschaft, 46, 779-782.

Güleç A (2013). Türkiye’de Organik ve Klasik Yöntemlerle Üretilen Zeytinyağlarının Ağır Metal İçeriğine Yönelik Bir Araştırma. Doktora Tezi, Hacettepe Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Programı, Ankara.

Gümüş H. (1977). Demir ve çinko eksikliği, gelişme geriliği gösteren Geophagia’lı olgularda demir ve çinko absorpsiyonunun incelenmesi. A.Ü. Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği, Uzmanlık Tezi, Ankara.

Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Timur ,, S. (2007). Metallerin Çevresel Etkileri-III. www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, Erişim tarihi, 25.02.2018).

Habashi, F., 1997. Handbook of Extractive Metallurgy, Volume II, Wiley-Vch, Germany Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., Metallerin Çevresel Etkileri, www.metalurji.org.tr

- Hamnér, K., Eriksson J., Kirchmanna H. (2013). Nickel in swedish soils ve cereal grain in relation to soil properties. Fertilization ve seed quality Soil and Plant Science, 63(8)712-722.
- Harada, H., R.A. Leigh. (2006). Genetic mapping of natural variation in potassium concentrations in shoots of Arabidopsis thaliana. Journal of Experimental Botany, 57(4)953-960
- Hathaway J, Godwin R J, Pearce B, Sakrabani R, and Whitmore A. (2010). A comparison between conventional and organic farming practices 1: Soil physical properties, 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 1-6 August, Brisbane, Australia, p1, <http://iuss.org> (Erişim tarihi, 23.03.2018).
- Hatlemitoğlu, ř. (2006). Kadınlara Dair Birkaç Söz- Toplumsal Cinsiyet Yazıları, Birharf Yayıncılık, İstanbul.
- Haq, M. Z. U., Iqbal, S., Shakeel. A., Ğmran, M., Niaz, A., Bhangar, M. (2007). Nutritional and Compositional Study Of Desi Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars Grown In Punjab. Pakistan Food Chemistry, 105(4)1357-1363.
- Hışıl Y. (1987). Gıda maddelerinde kimyasal kontaminantların saptanması. Tarım Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, İzmir İl Kontrol Lab. Md. Genel Yayın, No: 103.
- Horing A, Dabbert S, Offermann F, Nieberg H. (2001). Benefits of Organic Farming for Society, European Conference, Organic Food and Farming, Denmark, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi> (Erişim tarihi, 23.02.2018).
- Hughner, R. S., McDonagh, P., Prothero, A., Schultz II, C. J., Stanton, J. (2007). Who Are Organic Food Consumer? A Compilation And Review Of Why People Purchase Organic Food. Journal Of Consumer Behaviour, 6 (2-3), 94-110.
- Işık N, Konca R, Gümüş Y. (1996). Gıdalarda Katkı-Kalıntı ve Bulaşanların İzlenmesi, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Bursa.
- Iqbal, A., Khalil, I.A., Ateeq, N., Khan, M.S. (2006). Nutritional quality of important food legumes. Food Chemistry 97, 331–335.
- JECFA (2009) JECFA. Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (<http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/search.as>)
- Jimenez, M., Mateo R., Querol A., Huerta T. ve Hernandez, E. (1991). Mycotoxins and mycotoxicenic moulds in nuts and sunflower seeds for human consumption. Mycopathologia, 115, 121 -127.
- Jones, J.M. (1977). Trace element in human nutrition: The contribution of cereals. Cereal Foods World 22: 573-578.
- Joseph LMD. (1998). Immunonutrition; The pediatric Experience, Nutrition, 14, 641-647.

- Kabata-Pendis ve Pendias, H. (2001). Trace elements in soils and plants, *CRC Press* New York, 1, 30.
- Kaboneka, S., Nivyiza, J.C., Sibomana, L. (2006). Effects of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Addition on Wheat Straw Carbon Decomposition in a Burundi Acidic Soil.
- Kacar B., Katkat AV. (2007). Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Nobel Yayınları No:1119.
- Kafaoğlu B. (2012). Bazı Kuruyemişlerdeki Ağır Metal İçeriklerinin ve Biyoerişebilirliklerinin Kemometrik Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Kahraman, A., Önder, M. (2013). Content of Some Heavy Metals and Micro Elements in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes. *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science, The special issue: 2nd International Conference on Environmental Science and Technology*, 13-21.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S. (2009). Metallerin Çevresel Etkileri-II, *Metaller*,136, (http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf).
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S. (2007). Metallerin Çevresel Etkileri-I. www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf, Erişim tarihi 25.02.2018.
- Kahraman A. (2014). Ekim Zamanlarının Kuru Fasulye Genotiplerinde (*Phaseolus Vulgaris* L.) Verim, Verim Unsurları ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Konya. <http://acikerisim.selcuk.edu.tr>.
- Kantar, C. (2001). The role of Citric Acid in the Transport of U (VI) through Saturated Porous Media: The Application of Surface Chemical Models to Transport Simulations of Bench-scale Experiment. Ph.D. Dissertation, Environmental Science and Engineering, Colorado School of Mines, Golden, CO.
- Karataş M., Dursun S., Güler E., Özde, C., Argun M.E. (2006). Heavy metal accumulation in wheat plants irrigated by waste water. *Cellulose Chem., Technol.*, 40(7)75-579.
- Karavoltsos S, Sakellari A, Dassenakis M, Scoullou M. (2008). Cadmium and Lead in Organically Produced Foodstuffs From the Greek Market. *Food Chemistry*, 106, 843-851.
- Kaya, F. (2010). Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Bileşimlerinin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Kenanoğlu, Z., Karahan, Ö. (2004). HACCP'de Bir Arpa Boyu Yol Aldık, İzmir Ticaret Borsası Dergisi, Ocak Sayısı, İzmir.
- Keser, M. (2007). Aterosklerotik plakalarda ağır metal oranlar ile e-NOS ve İL-6 gen polimorfizmi arasındaki ilişki, Uzmanlık Tezi, T.C.Sağlık Bakanlığı. Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul.

- Khan S, Rehman S, Khan AZ, Khan MA, Shah MT. (2010). Soil and vegetables enrichment with heavy metals from geological sources in Gilgit, northern Pakistan. *Ecotox Environ Safe*, 73, 1820-1827.
- Kılıçel F, Türkdoğan MK, Dağ B, Ağırtaş MS. (2000). Bazı Gastrointestinal Kanser Bölgelerindeki Toparlarda Toksik Ağır Metal Düzeyleri, XIV. Ulusal Kimya Kongresi, Diyarbakır.
- Kırmacı, M.V. (2003). Dış Ticarete Organik Tarımın Stratejik Yerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Klaassen CD. (2009). (Çeviri: Kalkan G., Soner BC), Ağır Metaller ve Ağır Metal Antagonistleri (Konu:65), Brunton LL, Lazo JS, Parker.
- Klose, S., Bilen, S., Tabatabai, M. A., Dick, A.W. (2011). Sulfur cycle enzymes (Chapter7). *Methods of Soil Enzymology*. Editor; Dick, R. P. *Methods of Soil Enzymology*. SSSA Book Series. No: 9.
- Knudson, W.A. (2007). The Organic Food Market, The Strategic Marketing Institute Working Paper, Michigan State University, 1-11pp.
- Kohli, G.S., Bhargava, A., Goel, I., Yadav, S.P.S., Saint, A.S., Singh, G.P., Lal, I. (1989). Serum magnesium levels in patients with head and neck cancer, *Magnesium*, 77-86.
- Konca Y, Büyükkılıç S, Metin J, Adkınson AY, Özkan M. (2010). Organik ve Konvansiyonel Metotla Yetiştirilen Hayvanlardan Elde Edilen Ürünlerde Bazı Özelliklerin Karşılaştırılması. Türkiye I. Organik Hayvancılık Kongresi, Kelkit.
- Kopaç Kork, A. (2009). Farklı Pisirme Koşullarının Bazı Nohut Çesitlerinde Fiziksel ve Kimyasal Özellikler Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. ABD, Manisa.
- Kouba, M. (2003). Quality of organic animal products. *Livest Prod Sci*. 80, 33-40
- Köleli N, Kantar Ç. (2006). Fosforlu Gübrelerde Ağır Metal Tehlikesi. *Ekoloji Dergisi*, 9, 1-5.
- Köse Ö, Bozoğlu H, Mut Z. (2018). Quality Traits of Green Lentil (*Lens Culinaris* Medik) Cultivars and Lines. 28(1)55-61.
- Kukul, Y.S., Ayben, D., Çalışkan, Ü., Anaç, S. (2007). Arıtılmış Atık Suların Tarımda Kullanılması ve İnsan Sağlığı Yönünden Riskler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(3)101-116.
- Kumbur H., Özsoy, H.D., Özer, Z. (2008). Mersin İlinde Tarımsal Alanlarda Kullanılan Kimyasalların Su Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Ekoloji*, 17(68)54-58.
- Lacatusu, R., Dumitru, M., Risvoneanu, I., Ciobanu, C., Lungu, M., Corstea, S., Kovacovics, B., Baci, C. (1999). Soil pollution by acid rains and heavy metals in Zlatna region, Romania. Pages 817-820. In D.E.Stott, R.H. Mohtar and G.C. Steinhardt (eds).

Sustain the Global Farm. Selected papers from the 10th International Soil Conversation Organization Meeting held May 24-29, Purdue Univ., USA.

- Lakkineni, K., C., Abrol, Y.P. (1994). Sulphur requirement of rape seed, mustard, peanut and wheat: a comparative assessment. *J. Agron. Crop Sci.* 169: 281-285.
- Lernoud, J., Willer, H. (2016). Current Statistics on Organic Agriculture Worldwide: Area, Producers, Markets and Selected Crops, *The World of Organic Agriculture Statistics And Emerging Trend*, Willer, H. and J. Lernoud (Eds.), *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016*, FIBL and IFOAM, Bonn. 34-117pp.
- Levy JF. (1970). Vingt années d'application du diagnostic foliaire ala vigne. *Atti dell acc. It. Della vite edel vino.* t. Xx 11,1-21.
- Licata P, Trombetta D, Cristiani M, Giofre F, Martino D, Calo M, Naccari F. (2003). Levels of toxic and essential metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. *Environ. Res.*, 30, 1-6.
- Llobet J.M., Falco, G., Casas, Teixido, A., Domingho, J.L. (2003). Concentrations of Arsenic, cadmium, mercury, and lead in common foods and estimated daily intake by children, adolescents, adults, and seniors of Catalonia, Spain. *J. Agric. Food Chem.*, 29,51(3)838-842.
- Lombardo M, Melati RM. and Orecchio S. (2001). Assessment of the quality of the air in the city of Palermo through chemical and cell analyses on *Pinus* needles *Atmospheric Environment* 35, 6435-6445.
- Lorenz, K., Loewe, R., Weadon, D., Wolf, W. (1980). Natural levels of nutrients in commercially milled wheat flours. III, Mineral analysis, *Cereal Chem.* 57, 65-69.
- MacMasters, M.M., Hinton, J.J.C., Bradbury, D. (1971). Microscopic structure and composition of the wheat kernel. Pages 51-113 in *Wheat: Chemistry and Technology*, Pomeranz, Y. (ed), American Association of Cereal Chemists, USA.
- Madeley, J. (2003). *Herkese Gıda*, (Çev. Ali Ekber Yıldırım), Çitlembik Yayınevi, İstanbul.
- Mader P, Hahn H, Dubois D, Gunst L, Alföldi T, Bergmann H, Oehm M, Amado R, Schneider H, Graf U, Velimirov A, Fliessbach A, and Niggli U. (2007). Wheat Quality in Organic And Conventional Results of a 21 Year Field Experiment, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1826-1835,
- Makatouni, A. (2002). What Motivates Consumers to Buy Organic Food in the UK Results from a Qualitative Study, *British Food Journal*, 104, 345-352.
- Marangoz, M. (2008). *Organik Ürünlerin Pazarlanması*. Ekin Yayınevi, 193 s., Bursa.
- Mathe-Gasper, G., Mathe, P., Szabo, L., Orgovanyi, B., Uzinger, N., Anton, A. (2005). Heavy metal pollution. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-2)71-73.

- McGowan R. (2003). Victorian Produce Monitoring 2002-Results of Victorian Government Chemical Residue Testing of Fresh Produce, Victoria: State Government of Victoria, Department of Primary Industries. www.dpi.vic.gov.au.
- McKone, T.E. (1994). Uncertainty and variability in human exposure to soil contaminants through home-grown food: A Monte Carlo assessments. *Risk Anal.*, 14, 449-463.
- McKone, T.E., Ryan, P.B. (1989). Human exposures to chemical through food chains: an uncertainly analysis. *Environ Sci. Techno.* 23, 1154-1163.
- Melgar M, Alonso J, García M. (2009). Mercury in Edible Mushrooms and Underlying Soil: Bioconcentration Factors and Toxicological Risk. *Science of the Total Environment*, 407(20)5328-5334.
- Mendil D, Uluozlu OD, Tuzen M, Soylak M. (2009). Investigation of the levels of some element in edible oil samples produced in Turkey by atomic absorption spectrometry. *J Hazard Mater.*, 165, 724-728.
- Mertz, W. (1987). Trace Elements In Human and Animal Nutrition-Fifth Edition, Vol. 1, Academic Press, 1987.
- Mills AH, Jones JB. (1996). Plant analysis handbook 11, a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide, Micro Macro Publishing, Athens, U.S.A. 422
- Mohan, V.R., Janardhan, K. (1995). Chemical analysis and nutritional assessment of lesser known pulses of the genus, *Mucuna*. *Food Chem.*, 52, 275-280.
- Mor F. (2002). Bursa'da Yoğun Araç Trafığı, Sanayi, Kentleşme ve Tarımsal Faaliyetlerin Etkileri Bakımından Sebzelerde ve Yem Bitkilerinde KadmiyumveKurşunla Kontaminasyonu Uludağ Üniversitesi Sağlık Bil. Enstitüsü Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Bursa.
- Munzuroğlu FK ve Zengin Ö. (2004). Effects of lead (Pb⁺⁺) and copper (Cu⁺⁺) on the growth of root, shoot and leaf of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 17, 1-10.
- Mut, Z., Gülümser, A. (1998). Bakteri Aşılması ile Birlikte Çinko ve Molibden Uygulamasının Damla-89 Nohut Çeşidinin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, *OMÜ Ziraat Fak. Dergisi*, 220(2)1-10.
- Müller, M., Anke, M., Illing-Günther, H. (1998). Aluminium in foodstuffs. *Food Chemistry*, 61: 4, 419-428.
- Nahmani, J. Laveile, P., Lapied, E. Van Oort F. (2004). Effects of heavy metal soil pollution on earthworm communities in the North of France. *Pedobiologia*, 47(5-6) 663-669.
- Nardi EP, Evangelista FS, Tormen L, Saintpierre TD, Curtius AJ, De Souza SS, JR FB (2009). The use of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) for the determination of toxic and essential elements in different types of food samples. *Food Chem.* 112, 727-732.

- Notten, M.J.M., Oosthoek, A.J.P., Rozema, J., Aerts, R. (2005). Heavy metal concentrations in a soil plant snail food chain along a terrestrial soil pollution gradient. *Environmental Pollution*, 138(1)178-190.
- Okcu, M., Tozlu, E., Kumlay, A.M., Pehlivan, M. (2009). Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. *Alinteri*, 17(B)14-26.
- Onat, T., Emerk, K. (1995). *Temel Biyokimya*. Saray Medikal Yayıncılık, İzmir, 803-811.
- Ongun, A.R. (2001). Serada Organik Domates Yetiştiriciliğinde Kompost Kullanımının Toprağın Fiziksel ve Bazı Kimyasal Özellikleri ile Verim ve Kalite Üzerine Olan Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, İzmir.
- Owen R.F. (1985). *Food Chemistry*, New York, 522-531.
- Özbahçe, A. (2008). Konya Ekolojik Koşullarında Akman-98 Bodur Kuru Fasulye Çeşidinin Verim ve Verim Unsurları ile Besin Elementleri İçeriğine Mangan Uygulamasının Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Konya.
- Özdemir, O. (2007). Gen Kaynaklarının Sürdürülebilirliği Açısından GDO'ların Sosyo-Ekonomik Etkileri. 6. Ankara Biyoteknoloji Günleri: Biyoteknoloji, Biyogüvenlik ve Sosyo- Ekonomik Yaklaşımlar, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- Özkan, L. (2008). Küreselleşmenin Tarım Ürünleri Dış Ticareti Üzerine Etkileri: Türkiye Örneği, Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Eren, N. (1998). Değişik Tarla Bitkilerinden Sonra Ekilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Pişme Kaliteleri ve Kimyasal Özellikleri. 1.Verim Bazı Özellikler ve Pişme Kalitesi. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 3(6)56-63.
- Özkaya, H., Kahveci, B. (1989). Muhtelif Buğday Çeşitlerinin Bulgura İşlenmesi Sırasında Kimyasal Bileşiminde Meydana Gelen Değişmeler, *Doğa-Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*. 13(3a)644-653.
- Özkaya, BH, Ünsal, AS. (1998). Değişik tarla bitkilerinden sonra ekilen bazı mercimek çeşitlerinin pişme kaliteleri ve kimyasal özellikleri, *Gıda Teknolojisi*, 6, 64-70.
- Özkaynak S. (2014). Türkiye'de Tüketilen Bazı Baklagil, Kuruyemiş ve Şifalı Bitkilerde Grafit Fırınlı Atomik Absorpsiyon Spektrometri İle Eser Element Tayini. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özsürekcı Y. (2009). Demir Eksikliği Anemisinde Demir Sulfat, Demir Hidroksi Polimaltoz ve Demir-Çinko Tedavilerinin Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı, Haseki Araştırma ve Eğitim Hastanesi, Tıp Fakültesi, Ankara.

- Paksoy, M. (2004). Organik Materyallerin Açıkta Yetiştirilen Domateslerde (*Lycopersicon lycopersicon* Mill.) Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. V. Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül, Çanakkale, 123-128.
- Poltronieri, F., Arêas, J.A.G. (2000). Extrusion and iron bioavailability in chickpea (*Cicer arietinum* L). Food Chemistry, 70, 175-180.
- Patane, C. (2006). Variation and Relationships among Some Nutritional Traits in Sicilian Genotypes of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cnr Istituto Per I Sistemi Agricoli Forestali Del Mediterraneo (Gsafom), Sezione Di Catania Via Valdisavoia 5-95123, Catania, Italy.
- Petterson, D.S., Sipsas, S. and Mackintosh, J.B. (1997). The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Pulses. 2nd ed. Grains Research and Development Corporation, Kingston, Australia.
- Poltronieri, F., Arêas, J.A.G. (2000). Extrusion and iron bioavailability in chickpea(*Cicer arietinum* L). Food Chemistry, 70, 175-180.
- R.I.Tannaus, Ullah, M. (1989). Effects of autocloving on nutritional factors in legume seeds, Tropical Agriculture, 46, 123-129.
- R. jambunathan, U. Singh (1981). Studies on desi and kabuli chickpea cultivars. 3. Mineral and trace element comsition. Journal of Agricultural and Food Chemistry 29, 1091-1093.
- Ramonaityte, D.T. (2001). Copper, zinc, tin and lead in canned evaporated milk, produced in Lithuania: the initial content and change in storage. Food Additives and Contaminants,18 (1) 31-37.
- Rao, S.S., Sahu, M.P. (1991). Effect of sulphur and foliar application of chemicals on cold tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) physiological changes. J.Agron. Crop Sci.,167,320-325.
- Reganold, P.P., Preston, K.A., Jennifer R.R., Lynne, C.C., Christopher, W.S., Richard, A., Carolyn F.R., Neal, M.D., Jizhong, Z. (2010). Fruit and Soil Quality of Organic and Conventional Strawberry Agroecosystems, Plos One, 5(9)1-14.
- Reilly, C. (1978). Copper and lead uptake by food prepa-red in tinned-copper utensils. Journal of Food Technology, 13(1)71-76.
- Reilly, C. (1985). The dietary significance of adventitious iron, zinc, copper and lead indomestically prepared food. Food Additives and Contaminants, 2(3)209-215.
- Sağ, A. (2009). Kars Yöresi Keçilerinde Erken ve Geç Laktasyon Dönemi Serum Ca, P, Fe, Cu, Zn, Na, K ve Mg Düzeylerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, Kars.
- Sahmurova A., Çalışkan S., Babaoğlu M. (2008). Pb and Cd contamination in agricultural Crops of Çorlu: Effect of Transportation and industry. Journal of Residual Science & Tecnology, 5(4)195-202.

- Sahota, A. (2016). The Global Market for Organic Food & Drink, Willer, H. and J. Lernoūd (Eds.):The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016, FIBL and IFOAM, Bonn, 134-138pp.
- Sajit F (2003). Heavy Metal Ions Concentration in Wheat Plant (*Triticum Aestivum* L.) Irrigated with City Effluent, Food Resarch International, 46(6)395-398.
- Saldamlı B.İ. (1998). Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 379-392.
- Sezen, Y. (1995). Gübreler ve Gübreleme. 2 Baskı, Atatürk Ü. Yayınları No: 679, Erzurum
- Samman, S., Chow, J.W.Y., Foster, M.J., Ahmad, Z.I., Phuyal, J.L., and Petocz, P. (2008). Fatty acid composition of edible oils derived from certified organic and conventional agricultural methods. Food Chem., 109:670-674
- Saracoglu, S., Tuzen, M. and Soylak, M. (2009). Evaluation of trace element contents of dried apricot samples from Turkey. Journal of Hazardous Materials, 167,1-3,647-652.
- Sarıkaya, N. (2007). Organik Ürün Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Tutumlar Üzerine Bir Saha Çalışması. Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 4(2)110-125.
- Schrer, H.W. (2001). Sulphur in crop production-invited paper. European Journal of Agronomy, 14: 81-111.
- Shills, M.E., Olson, J.A., Shike, M. (1994). Modern nutrition in Health and Disease. <https://universalfloowuniversity.com/>
- Shin, R., Schachtman DP. (2004). Hydrogen peroxide mediates plant root cell response to nutrient deprivation. Proc Natl. Acad. Sci., USA, 101, 8827-32.
- Siddiqi MY, Glass ADM. (1987). A model for the regulation of K⁺ influx and tissue potassium concentrations by negative feedback effects upon plasmalemma influx. Plant Physiol., 81, 1-7.
- Singh A, Sharma RK, Agrawal M, Marshall FM. (2010). Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. Food Chem. Toxicol. 48, 611-619.
- Smith, S.R. (2009). A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. Environment International, 35(1)142-56.
- Soylu A. (2011). Samsun'da Sanayi Emisyonların Yöre Sığır Sütlerin Ağır Metal İçeriğine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Soysal, M. (1998). Biometrinin Temel Prensipleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi yayınları, Tekirdağ, no: 95, s. 15-35,

- Stern A.H. (1993). Monte Carlo analysis of the US EPA model of human exposure to cadmium in sewage sludge through consumption of garden crops. *J. Expo Anal. Environmental Epidemiol*, 3, 449-469.
- Sönmez İ, Kaplan M, Sönmez S. (2008). Kimyasal Gübrelerin Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri ve Çözüm Önerileri. *DERİM*, 25(2)45-52.
- Şahan Y. (2003). Süt ürünlerinde ağır metal kontaminasyonu. SEYES Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, Bildiri No:35; 22-23 Mayıs, İzmir
- Şanlıer, D., Türközü, N. (2012). Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Güncel Bakış. *Selçuk Üniversitesi Selçuk ve Tarım Gıda Bilimi Dergisi*, 26(4)73-80.
- Taşan M., İmer Y. (2018). Çeşitli Soğuk Pres Yağların Bazı Mikro ve Makro Element İçeriklerinin Belirlenmesi. *Journal of Tekirdag Agriculture Faculty*, 15, pp. 14-15.
- Temürçi, H., Güner, A. (2006). Ankara'da tüketime sunulan süt ve beyaz peynirlerde ağır metal kontaminasyonu. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bil. Dergisi*. 1:2,20-25.
- Tezcan, N. (2009). Trakya Bölgesinde Üretimi Yapılan Buğday ve Arpanın Ağır metal Bulaşanlarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Tok, H.H. (1997). Çevre Kirliliği, Anadolu Matbaa Amb. San. Tic. Ltd. Şti., İstanbul.
- Tokalak, İ. (2010). Küreselleşme Kıskaçında Türk Tarımı, Güler Boy Yayınları, İstanbul.
- Topal, S. (1996). Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze, İstanbul.
- Travis, C.C., Blaylock, B.P. (1992). Validation of a terrestrial food chain model. *Anal Environ Epidemiol.*, 2, 221-239.
- Tuna AL, Yılmaz F, Demirak A, Ozdemir N. (2007). Sources and distribution of trace metals in the sarıca stream basin of southwestern Turkey. *Environ Monit and Assess* 125, 47-57.
- Tunçok, Y. (2008). İçme suyunda ağır metaller ve insan sağlığına etkileri. DEÜTF Farmakoloji Anabilim Dalı Klinik Toksikoloji Bilim Dalı, İlaç ve Zehir Danışma Merkezi, İzmir.
- Tuzen, M., Soylak, M. (2007). Evaluation of trace element contents in canned foods marketed from Turkey. *Food Chemistry*, 102, 4, 1089-1095.
- Türközü D, Şanlıer N. (2014). Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Bulaşma Kaynakları, Sağlık Riskleri ve Ulusal/Uluslararası Standartlar, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9, 29-46.
- Uçar R. (2016). Bingöl İlinden Toplanmış Yerel Kışlık Ekmeklik Buğday (*Triticum Aestivum* L.) Popülasyonlarından Seçilen Saf Hatların Kalite Özellikleri ve Bazı Mikro

Element İçerikleri Bakımından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl.

- Ünüvar A. (2009). Soyma İşlemi ve Granülasyon Dağılımının Bulgurun Kalitatif ve Besinsel Özelliklerine Etkisi, Konya.
- Vasiliu, N., Ivan, O., Dumitri, M. (1995). Edapic arthropods as bio-indicator of agricultural soil pollution with heavy metals and fluorine. *Soil Science*, 29(2)81-90.
- Viadel, B., Barberá, R., Farrè, R. (2006). Effect of cooking and legume species upon calcium, iron, and zinc uptake caco-2 cells. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 20, 115-120.
- Viarengo A. (1985). Biochemical Effects of Trace Metals, *Marine Pollution Bulletin*. 16(4)153-158.
- Vural N. (1996). Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Ankara.
- Vural, H. (1993). Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. *Çevre Dergisi* 8,3-8.
- Wang, N., Daun, J.K. (2004). The Chemical Composition and Nutritive Value of Canadian Pulses. *Canadian Grain Commission (Cgc)*, Pp. 19-29.
- Wang, N., Hatcher, D.W., Tyler, R.T., Toews, R., Gawalko, E.J. (2010). Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International*, 43, 589-594
- Whitman, W.E. (1978). Interactions between structural materials in food plant, and foodstuffs and clea-ning agents. *Food Programme*, 2:1.
- Yalçın, Ö. (2009). Konya'da Tüketime Sunulan Beyaz Salamura, Tulum ve Kaşar Peynirlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yıldız N. (2001). Toprak Kirleticisi Bazı Ağır Metallerin (Zn, Cu, Cd, Pb, Co ve Ni) Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. *A.Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 32(2)207-213.
- Yiğenoğlu A. (2007). Eser Element Tayini ile Ban Otu Bitkisinin Yetiştirildiği Bölgenin Tahmini, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yolcu N. (2013). Organik Tarım ve Türkiye'de Organik Tarımın İstihdam Yaratma Potansiyeli. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Yorulmaz, A., Kıvrak, M., Tatlı, A. (2010). Organik zeytinyağı. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz, pp. 678- 681, Erzurum.
- Yörük O. (2008). Ergene Havzasında Yetiştirilen Ayçiçek Bitkisinde (*Helianthus Annuus* L.) Bazı Eser Element İçeriklerinin ICP-OES ile Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

- Ysart, G., Miller, P., Croasdale, M., Crews, H., Robb, P., Baxter, M., De L'Argy, C. and Harrison, N. (2000). 1997 UK Total Diet Study dietary exposures to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc. *Food Additives & Contaminants*, 17: 9, 775-786.
- Yüzbaşı N. (2001). Kaşar Peynirinde Bazı Ağır Metal Düzeyi ve Prosesteki Değişimi, Ankara Üniv. Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Zanoli, Z. and Naspetti, S. (2002), Consumer Motivations in The Purchase of Organic Food. A Means-End Approach. MPRA Paper No. 32712, posted 9. August.
- Zheljzakov VD, Craker LE, Xing B. (2006). Effects of Cd, Pb, and Cu on growth and eessential oil contents in dill, peppermint, and basil. *Environ. Exp. Bot.* 58, 9-16.
- Zia-Ul-Haq, M., Iqbal, S., Ahmad, S., Imran, M., Niaz, A., Bhanger, M.I. (2007), Nutritional and compositional study of desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, Pakistan. *Food Chemistry* 105, 1357-1363.

TEŐEKKÖR

Lisans ve yüksek lisans yaşamım boyunca bilgileriyle bana ışık tutan, benden yardımını ve anlayışını esirgemeyen, bana destek olan Sayın hocam Prof. Dr. Murat Taşan'a, laboratuvar çalışmalarımın yapılmasına imkan sağlayan Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezine (NABİLTEM), hayatım boyunca yanı başımda olan, desteklerini ve sevgilerini her zaman hissettiğim değerli aileme ve dostlarıma sonsuz teşekkür ederim.



ÖZGEÇMİŞ

22.08.1993 tarihinde İstanbul'da doğdu. İlkokulu İstanbul Altınyıldız İlköğretim Okulu'nda, liseyi İstanbul Kemal Hasoğlu Lisesi'nde tamamladı. 2011 yılında Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesinde Gıda Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. 2012 yılında Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümüne yatay geçiş yaparak öğrenimine devam etti. 2014 yılında Tekirdağ Bolca Mantı firmasında zorunlu staj eğitimini tamamladı. 2015 yılında lisans eğitimini tamamlayarak mezun oldu. 2016 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

