

Çeşitli Organik Kuruyemişlerin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi*

Hatice Karcık

Murat Taşan**

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü,
Süleymanpaşa, Tekirdağ

**Sorumlu yazar: E-mail: mtasan@nku.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 25.01.2017

Kabul Tarihi (Accepted): 22.02.2017

Bu çalışmada bazı ağır metal miktarlarının organik sertifikalı badem, ceviz, antepfıstığı, fındık, kayısı çekirdeği, ayçekirdeği, kabak çekirdeği ve mısır olmak üzere sekiz farklı kuruyemiş çeşidinde araştırılması amaçlandı. Türkiye’de yaygın ve geleneksel olarak tüketilen organik sertifikalı kuruyemiş çeşitlerinden toplamda 120 adet örnek incelendi. İndüktif Eşleşmiş Plazma/Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) cihazı kullanılarak organik sertifikalı kuruyemişlerin kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu), nikel (Ni), çinko (Zn), krom (Cr), civa (Hg), demir (Fe), kalay (Sn) ve arsenik (As) element düzeyleri ölçüldü. Elde edilen sonuçlar organik sertifikalı kuruyemiş çeşitleri arasında istatistiksel olarak ($P<0,01$) önemli farklılıklar gösterdi. Organik sertifikalı kuruyemiş çeşitlerinde Pb, Hg ve Sn elementleri tespit edilebilir düzeyde bulunmadı. Diğer elementlerden 5,53-123,78 ppb Cd, 8,22-16,62 ppm Cu, 0,24-1,86 ppm Ni, 15,03-46,37 ppm Zn, 444,1-810,6 ppb Cr, 22,06-67,42 ppm Fe and 1,24-3,14 ppb As aralıklarında değişimler gösterdi. Elde edilen element değerlerinin literatür verileri ile karşılaştırılması yapıldı. Organik sertifikalı kuruyemiş çeşitlerindeki ağır metal düzeyleri ulusal ve uluslararası kodeks değerleri ile karşılaştırılırken ağır metal kontaminasyonu için potansiyel kaynaklar da tartışıldı.

Anahtar kelimeler: ağır metal, kontaminasyon, organik sertifikalı kuruyemiş, ICP-OES.

*Bu çalışma Hatice Karcık’ın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

Determination of Heavy Metal Contents in Some Organic Certified Dried Nuts

The aim of this research was to determine the levels of heavy metals as lead (Pb), cadmium (Cd), copper (Cu), nickel (Ni), zinc (Zn), chromium (Cr), mercury (Hg), iron (Fe), tin (Sn) and arsenic (As) in a total of 120 samples of eight different organic certified nuts. The organic certified dried nuts used in this study were almonds, walnuts, pistachios, nuts, apricot kernels, sunflower seeds, pumpkin seeds and corn, that are widely and traditionally consumed in Turkey. The contents of these heavy metals in the samples were determined by using the device ICP-OES (inductively-coupled plasma-optical emission spectrometry) after acid digestion procedure. Based on the results, the heavy metal contents varied among organic certified nuts types and brands. According to the analysis of variance, the differences among samples were statistically significant ($P<0.01$). According to the finding of the research, any amount of Pb, Hg and Sn were not detected in the organic certified nuts. In the organic certified nuts, the levels ranged between 5.53-123.78 ppb Cd, 8.22-16.62 ppm Cu, 0.24-1.86 ppm Ni, 15.03-46.37 ppm Zn, 444.1-810.6 ppb Cr, 22.06-67.42 ppm Fe and 1.24-3.14 ppb As. The obtained results in the research were compared with values in literatures. In addition, the concentration of these metals in the organic certified dried nuts was compared with national and international codex limit values. Potential sources of heavy metals contamination in the organic certified nuts were also discussed.

Key words: contamination, heavy metal, organic certified dried nuts, ICP-OES.

*This study is a part of Hatice Karcık’s master thesis.

Giriş

Kuruyemiş sektörü, gıda sanayi alt sektörlerinden sebze ve meyve işleme sanayi içinde yer almaktadır. Kuruyemişlerin hemen hepsi, yaş sebze ve meyvelerin kurutulması, bazıları ise kavrulması ile tüketim özelliği kazanmaktadır (Turan, 2012). Türkiye kuruyemiş üretimi ve tüketimi açısından dünyanın önde gelen ülkeleri arasındadır. Kuruyemişler sağlıklı beslenmenin

önemli bir bileşeni olarak görülmekte olup, bilhassa badem, fındık, ceviz, antepfıstığı, yerfıstığı gibi çeşitli kuruyemişler sadece besleyici olmaları sebebiyle değil tedavi edici ve insan sağlığına faydalı olmaları nedeniyle de sıklıkla tüketilmektedirler. Önemli enerji kaynakları olmaları, çoğunlukla doymamış yağ asitlerini içermeleri, genel olarak karbonhidrat, protein, vitamin, mineral maddeler, lif, bitkisel steroller

bakımından zengin içeriklere sahip olmaları (Kelly ve Sabate, 2006; Kendall ve ark., 2010; Dreher, 2012; Özkaynak 2014) nedeniyle insan diyetinde yer alması önerilmektedir.

Son yıllarda tüketici alacağı ürünün insan sağlığına uygun ve güvenli üretildiğinden emin olmak istemekte ve bu şekilde üretilen ürünleri tercih etmektedir (Anonim, 2013a). Bu bağlamda, ülkemizde kaliteli ve gıda güvenliği sağlanmış, doğal olarak üretilmiş ve ambalajlı olarak sunulan kuruyemiş talebi artış göstermektedir. Kuruyemiş sektöründe markalaşmanın yaygınlaşması ve Ar-Ge çalışmalarına verilen değer artması da pazarın büyümesine önemli katkılar sağlamaktadır. Alternatif tarım sistemi olarak organik tarımın gündeme gelmesiyle birlikte, ülkemizde de kuruyemiş sektöründe bu tarım sisteminin ürünleri olan organik kuruyemiş, sektörde ürün yelpazesini çeşitlendirme ve genişletme imkânı sağlamıştır.

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 kirlenmesine neden olmaktadır (Şahan ve Başoğlu., 2003; İmer, 2016). Bu durum ayrıca yaşayan her türlü canlının sağlığını tehdit eder hale gelmiş olup ekolojik ortamın sürdürülebilirliğini de tehlikeye sokmuştur. Son yıllarda insan sağlığını tehdit eden en önemli gıda kontaminantlarından birisi olarak ağır metaller karşımıza çıkmaktadır (Türküzü ve Şanlıer, 2014).

Uzun dönemde doğal kaynakların korunmasının yanı sıra, çevreye zarar vermeyen tarımsal teknolojilerin kullanıldığı, tarımda sürdürülebilirlik kavramını karşılayan bir tarımsal yapının oluşturulması gerekliliği gündeme gelmiştir. Bu gelişmeler sonucunda, alternatif üretim sistemi olarak organik tarım gündeme gelmiştir (Gök, 2008). Organik tarım giderek yoğunlaşan tarımsal girdi kullanımının oluşturduğu sağlık ve çevre sorunlarının çözümünde etkin bir alternatif olarak kabul edilmektedir (Aksoy, 2001; Güleç, 2013). Günümüzde gıda endüstrisinde yapılan çalışmalar tüketiciye sağlık açısından daha güvenli ve farklı özelliklerde değişik ürünlerin sunumunu hedeflemektedir (İmer, 2016). Organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen çeşitli tarımsal ürünler gıda endüstrisinin bu hedeflerini destekleyici özelliklere sahiptir. 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.

Organik gıdalar, konvansiyonel gıdalara göre tüketiciler açısından daha güvenli, daha besleyici ve içeriğinde sağlığa zarar veren kimyasal maddeler bulunmayan gıdalar olarak algılanmaktadır. Fakat organik gıdalarda mikotoksinler, doğal toksinler ve çevresel etmenlere bağlı kirlenmeler risk oluşturabilir (Tosun ve Kaya, 2010). Özellikle çeşitli yollarla bulaşan bazı maddeleri bulundurulabilirler. Dolayısıyla organik gıdalar da çeşitli riskler taşıyabilmektedir. Ayrıca bazı araştırmalarda organik gıda üretimi ilkeleriyle bağlantılı olmakla birlikte çevresel kirlenmelere karşı organik gıdalarla konvansiyonel gıdalar arasında önemli farkların bulunmayacağı vurgulanmaktadır. Bu durum, klorlu hidrokarbonların, poliklorlu bifenillerin ve bazı ağır metallerin organik tarım prosedürlerinde engellenememesi bakımından beklenen bir durumdur (Magkos ve ark., 2003). Organik ve konvansiyonel gıdaların karşılaştırılmasının yapıldığı çeşitli çalışmalarda organik meyvelerin, sebzelerin ve tahılların konvansiyonel gıdalara göre yaklaşık %10 daha fazla bakır elementi içerdikleri sonucuna varılmıştır (Buttriss ve Hughes, 2000).

Organik ürünlerde gıda güvenliği ile ilgili yapılan sınırlı sayıdaki araştırmada, genel olarak organik gıdaların konvansiyonel gıdalara kıyasla daha güvenli olduğu ileri sürülmektedir. Ülkemizde uygulanan organik tarım uygulamalarının ne derece uygun olduğu, bu konuda gıda güvenliği açısından çeşitli eksikliklerin bulunup bulunmadığı konusunda kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Tosun ve Kaya, 2010). Son yıllarda gıdalar, besin değerlerinin yanı sıra element içeriklerine bağlı olarak insan sağlığı üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileriyle de ele alınmış ve bu konuda çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Literatürde konvansiyonel yöntemlerle üretilen kuruyemişlerde ağır metal içeriklerini konu edinen çeşitli çalışmaların verileri yer almakla birlikte, organik tarım yöntemi ile üretilen kuruyemişler ile ilgili bu yönde henüz yeterli veri bulunmamaktadır. Toplum sağlığı açısından potansiyel ağır metal kontaminasyon riskinin

organik gıdalar için belirlenmesi organik tarım uygulamalarının bu riski azaltacak şekilde düzenlenmesini, bu riske karşı önlemler alınmasını ve halkın organik gıdaların güvenliği konusunda daha doğru bilgilendirilmesini sağlayacaktır. Bu çalışmada, son yıllarda ülkemizde üretimi ve tüketimi artarak devam eden ve organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen organik kuruyemişlerin ağır metal kontaminasyon riski yönünden değerlendirilmesi amaçlandı. Çeşitli elementlerin (Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Fe, Sn, As) konsantrasyonlarının indüktif eşleşmiş plazma/optik emisyon spektroskopisi (ICP-OES) cihazı ile organik sertifikalı sekiz farklı kuruyemiş çeşidinde (badem, ceviz, antepfıstığı, fındık, kayısı çekirdeği, ayçekirdeği, kabak çekirdeği, kavrulmuş mısır) araştırılması amaçlandı. Elde edilen verilerin organik ve geleneksel gıda grupları ile literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılması hedeflendi.

Materyal ve Metod

Materyal

Bu çalışmada ülke genelinde satışı yapılan ve tüketicilerin kolay ulaşabileceği organik sertifikalı kuruyemiş çeşitleri, marka çeşitliliği ve bunlara bağlı olarak da örnek sayısı belirlenmek üzere öncelikle piyasa araştırması yapıldı. Buna göre sekiz farklı organik sertifikalı kuruyemiş çeşidi ön plana çıktı. Bu kuruyemiş çeşitleri badem, ceviz, antepfıstığı, fındık, kayısı çekirdeği, ayçekirdeği, kabak çekirdeği ve mısır (kavrulmuş) olarak belirlendi. Çalışma her bir organik sertifikalı kuruyemiş çeşidinin piyasada satışa sunulan beş farklı markadan üç farklı parti numarasına sahip olacak şekilde temin edilmesine göre planlandı. Örneklemde ambalaj etiketinde logo ve sertifika numarası bulunmasına özen gösterildi. Piyasada bazı kuruyemiş çeşitlerinde organik sertifikaya sahip marka sayısının yeterli olmamasından dolayı yarfıstığı ve leblebi gibi bazı kuruyemiş örnekleri çalışmaya dâhil edilemedi. Çalışmada temin edilen ve materyal olarak kullanılan organik sertifikalı kuruyemişlerden üç tekerrürlü örneklem (farklı parti numaralı) yapıldığı dikkate alındığında, sekiz farklı kuruyemiş çeşidinden olmak üzere toplamda 120 adet örnek incelendi. Alınan tüm örnekler numaralandırıldı ve analiz edilinceye kadar orijinal ambalajlarında muhafaza edildi. Sonuçların açıklandığı çizelgelerdeki değerler her bir örnek için ortalama değerler olarak verildi. Örneklerin mikrodalga yakma işlemleri ve element konsantrasyonu (Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Fe, Sn, As) analizleri İndüktif Eşleşmiş Plazma/Optik

Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) cihazı ile Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü laboratuvarlarında gerçekleştirildi.

Metod

Organik kuruyemiş örneklerinin orijinal ambalajları açılıp kabukları çıkartıldıktan sonra, takriben 15'er g kabuksuz örnekler 80°C'de 68-72 saat arası etüvde kurutuldu. Etüvden çıkarılan örnekler desikatörde 1-2 saat bekletilerek soğutuldu. Kurutulan örnekler daha sonra öğütülerek 0,5 mm'lik eleklerle elendi, fazla yağlı olan kuruyemişler ise pelte haline getirildi. 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 çözündürme işlemi yapıldı. Kurutulmuş olan kuruyemiş örneklerinden homojen şekilde 2 g tartıldı ve yakma tüpüne konuldu. 21,0 ml karışım asitten (3 birim nitrik asit: 2 birim sülfirik asit: 2 birim perklorik asit) ilave edildi. Hafifçe çalkalanarak örneğin karışım asitle iyice ıslanması sağlandıktan sonra yakma işlemi için yakma ünitesine konulup kademeli olarak ısı derecesi artırıldı. Yakma işlemi tamamlandıktan ve soğuma işlemi gerçekleştirildikten sonra üzerine seyreltik HNO₃ çözeltisi ilave edildi ve süzgeç kâğıdı ile süzüldü (Aryapak ve Ziarati, 2014). Kalıntı üzerine tekrar seyreltik HNO₃ çözeltisi eklendi ve süzme işlemi tekrar edildi. Elde edilen çözelti 25 ml'lik balon jøjeye alındı ve balon jojenin çizgisine kadar seyreltik HNO₃ çözeltisi eklenerek tamamlama işlemi gerçekleştirildi.

Element konsantrasyonları (Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Fe, Sn, As) ICP-OES cihazı ile belirlendi. Analizi yapılacak olan elementlere ait standartlardan CPI International Analytical and Life Science Solutions markasının 1000 ppm'lik stok çözeltisinden 10 ppm'lik ana stok hazırlandı ve daha sonra analize yönelik uygun standartlar ana stoklardan seyreltildi. Her bir element için kalibrasyon eğrileri çizildi. Kör numune için de aynı uygulamalar gerçekleştirildi. Her bir örnek üç paralel olacak şekilde çalışıldı.

İstatistiksel analizler

Analizler her örnek için üç tekrar olarak yapıldı. Tekrarların aritmetik ortalamaları ve standart hataları (±) hesaplandı. Elde edilen verilere tesadüfi blokları deneme desenine göre SPSS paket programı kullanılarak varyans analizleri

uygulandı. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulandı (Soysal, 1998). Çizelgelerde ortalama veriler arasındaki farkın önem durumu harflendirme sistemi ile gösterildi.

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, ambalaj etiketinde logo ve sertifika numarası bulunan organik badem, ceviz, antepfıstığı, fındık, kayısı çekirdeği, ayçekirdeği, kabak çekirdeği ve mısır örneklerinde ICP-OES cihazı ile Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Fe, Sn, As element analizlerinin gerçekleştirilmesi neticesinde söz konusu örneklerde Pb, Hg ve Sn elementleri tespit edilebilir düzeylerde bulunmazken, diğer elementlerin belirlenen düzeyleri de yasal limitlerin altında kalmıştır.

Kadmium (Cd) içerikleri

Organik kuruyemiş örneklerinin Cd ortalama miktarları Çizelge 1’de verilmiş olup, belirlenen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin farklılıklar ($P < 0,01$) bulunmuştur. En düşük Cd değeri $24,10 \pm 1,05$ ppb ile 5 nolu firmanın kayısı çekirdeği, en yüksek Cd değeri ise $359,50 \pm 5,4$ ppb ile 4 nolu firmanın ayçekirdeği örneğine ait olmuştur. Bazı firmaların fındık, ayçekirdeği, mısır ve kabak çekirdeği örneklerinde Cd değeri tespit edilebilir sınırın altında çıkmıştır. Sonuçlar konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş çeşitli kuruyemişlerin incelendiği çalışma (Özkaynak, 2014) ile karşılaştırıldığında; Cd miktarının badem,

antepfıstığı ve fındık örneklerinde sırasıyla 21 ppb, 9 ppb ve 23 ppb olarak tespit edildiği dikkate alındığında bulduğumuz değerlerin genelde yüksek olduğu, diğer bir çalışmada (Kafaoğlu, 2012) Cd miktarının badem, ceviz, antepfıstığı, fındık, ayçekirdeği ve kabak çekirdeği örneklerinde sırasıyla 10,43 ppm, 1,39 ppm, 11,52 ppm, 58,8 ppm, 158,58 ppm ve 14,99 ppm olarak tespit edildiği dikkate alındığında, bulduğumuz değerlerin tamamının oldukça düşük seviyede kaldığı açıkça görülmektedir.

Ay (2014), Trakya Bölgesinde iki farklı hasat döneminde temin edilen ayçiçeği tohumlarında Cd elementi miktarını 20-220 ppb olarak belirlemiş olup organik ayçiçeği çeşidine ait ortalama değer bu aralığın içerisindeydi. Kirchmann ve Thorvaldsson (2000) organik ve konvansiyonel gıdaların karşılaştırılmasının yapıldığı sınırlı sayıda çalışma olduğunu ve Cd elementi düzeylerinde genelde belirgin farklılıklar bulunmadığını belirtmektedir. Karavoltsos ve ark. (2008), marketlerde satışa sunulan organik gıdalarda Cd miktarlarını araştırmış ve konvansiyonel olarak üretilen gıdalarda yüksek belirlemiştir. Cabrera ve ark. (2003), İspanya’dan çeşitli çerez örneklerinde Cd elementi düzeyini 1-18 ppb olarak vermiştir. 28157 sayılı ve 29.12.2011 tarihli “Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği”nde (Anonim, 2011) gıda alt başlığında yer alan tüm gıdalar için verilen Cd elementi değerlerinin 0,05-1ppm aralığında olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Organik kuruyemiş örneklerinin Cd miktarları (ppb)*

Organik kuruyemiş çeşitleri	Firmalar				
	1	2	3	4	5
Badem	49,10±5,7ab	64,15±11,65b	32,25±0,8a	63,25±9,35b	40,0±0,5a
Ceviz	86,10±5,5c	60,10±12,65bc	29,05±14,10a	85,80±3,95c	94,10±5,2c
Antepfıstığı	67,80±10,85ab	65,50±5,15ab	76,35±22,95b	58,50±10,55a	59,05±6,35a
Fındık	71,20±4,35c	76,30±2,6c	51,35±2,6b	TEDBa	61,20±1,3c
Kayısı çekirdeği	55,95±3,2b	71,25±15,55c	73,40±7,2c	58,70±23,55b	24,10±1,05a
Ayçekirdeği	76,20±12,25b	98,90±9,8b	TEDBa	359,50±5,4c	84,30±3,45b
Mısır	TEDBa	27,65±1,5b	TEDBa	TEDBa	TEDBa
Kabak çekirdeği	TEDBa	48,20±12,75c	10,95±9,05b	19,65±18,25b	TEDBa

*Her bir değer üç tekrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir kuruyemiş çeşidi ve farklı firmalar için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Kadmium için tespit limit (LOD) değeri 0,7297 ppb’dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.

Çizelge 2. Kuruyemiş örneklerinin Cu elementi miktarları (ppm)*

Organik kuruyemiş çeşitleri	Firmalar				
	1	2	3	4	5
	Ort±Std.hata	Ort±Std.hata	Ort±Std.hata	Ort±Std.hata	Ort±Std.hata
Badem	6,49±0,07a	7,72±0,09b	7,81±0,04b	7,10±0,01ab	8,90±0,02c
Ceviz	7,52±0,09b	4,23±0,30a	4,49±0,05a	15,45±0,14d	11,43±0,08c
Antepfıstığı	24,47±0,07b	31,62±0,33c	11,99±0,13a	7,12±0,06a	7,90±0,12a
Fındık	9,45±0,08ab	10,38±0,07b	11,68±0,04c	8,57±0,12a	11,25±0,06b
Kayısı çekirdeği	8,76±0,06a	10,91±0,07c	10,20±0,1bc	9,88±0,03b	9,53±0,05ab
Ayçekirdeği	19,23±0,18c	19,98±0,15c	19,23±0,17c	2,56±0,04a	14,08±0,18b
Mısır	1,47±0,02a	1,61±0,01ab	1,92±0,02c	1,68±0,05ab	1,76±0,04bc
Kabak çekirdeği	6,69±0,07a	8,39±0,06bc	9,16±0,84c	9,18±0,12c	7,68±0,02ab

*Her bir değer üç tekrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir kuruyemiş çeşidi ve farklı firmalar için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirilmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Bakır için tespit limit (LOD) değeri 2,009 ppb'dir.

Bakır (Cu) içerikleri

Organik kuruyemiş örneklerinin Cu ortalama miktarları Çizelge 2'de verilmiş olup, belirlenen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin farklılıklar (P<0,01) bulunmuştur. En düşük Cu değeri 1,47±0,02 ppb ile 1 nolu firmanın mısır örneğine, en yüksek Cu değeri ise 31,62±0,33 ppb ile 2 nolu firmanın antepfıstığı örneğine ait olmuştur.

Çınar (2012) antepfıstığı çeşitlerinin Cu elementi içerikleri 1,0±0,18-8,71±0,48 ppm aralığında tespit edilmiştir. Bulduğumuz değerlerden düşüktür. Kafaoglu (2012) konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerde Cu elementi içeriklerini ortalama olarak badem de 9,61±0,13 ppm, ceviz 11,73±0,56 ppm, antepfıstığı 10,24±0,30 ppm, fındık 13,71±0,41 ppm, ayçekirdeği 18,20±0,75 ppm, kabak çekirdeği 11,62±0,51 ppm, yer fıstığında 7,0±0,26 ppm olarak tespit edilmiştir. Sözkonusu değerler, bu çalışmada bulduğumuz değerlerden genelde yüksektir. Fındıkta bulunan Cu elementi miktarı ortalama 23 ppm'dir (Köksal ve ark., 2006). Ay (2014), Trakya Bölgesinde iki farklı hasat döneminde temin edilen ayçiçeği tohumlarında Cu elementi miktarını 6,2-14,2 ppm olarak belirlemiş olup, organik ayçiçeği çeşidi için belirlediğimiz ortalama değerinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Jimenez ve ark. (1998) çalışmalarında badem ve fındık örneklerinde 11,07 ppm ve 15,30 ppm Cu elementi belirlenmiş olup bizim değerlerimiz daha düşük seviyededir. Holland ve ark. (1992), Cu elementi düzeylerini fındık, antepfıstığı ve ceviz örnekleri için sırasıyla 12,3 ppm, 4,6 ppm ve 14,6 ppm olarak vermektedir. Farklı bir ürün olmakla

birlikte üretim metodu bakımından değerlendirildiğinde, Guinot ve Thomas (1991) çalışmasında organik ve konvansiyonel olarak üretilen sütlerin Cu elementi içerikleri bakımından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir.

Nikel (Ni) içerikleri

Organik kuruyemiş örneklerinin Ni ortalama miktarları Çizelge 3'de verilmiş olup, belirlenen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin farklılıklar (P<0,01) bulunmuştur. En düşük Ni değeri 0,05±0,03 ppb ile 1 nolu firmanın antepfıstığı örneğine, en yüksek Ni değeri ise 3,42±0,05 ppb ile 2 nolu firmanın fındık örneğine ait olmuştur. Bazı firmaların badem, ayçekirdeği, mısır ve kabak çekirdeği örneklerinde Ni değeri tespit edilebilir sınırın altında çıkmıştır. Ni miktarını, Ay (2014) farklı hasat yıllarında temin edilen ayçekirdeklerinde 1,03-10,11 ppm aralıklarında olarak belirlemiş olup bu değerlerin üst sınırları bulduğumuz değerlerden oldukça yüksektir. Özkaynak (2014) çalışmasında Ni miktarını ortalama olarak bademde 0,929±0,219 ppm, antepfıstığında 1,189±0,429 ppm ve fındıkta 1,667±0,681 ppm olarak tespit etmiş olup bulduğumuz değerlerden oldukça yüksektir. Kafaoglu (2012) konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerde ortalama olarak Ni içeriklerini badem de 0,6578±15,78 ppm, ceviz 0,7187±0,0803 ppm, antepfıstığı 1,2448±0,042 ppm, fındık 1,4972±0,0577 ppm, ayçekirdeği 5,5354±0,0853 ppm ve kabak çekirdeğinde 2,4373±0,0143 ppm olarak tespit etmiş olup ceviz sonuçları haricinde bizim bulduğumuz değerlerden oldukça yüksektir. Leblebici ve Aksoy

(2008) paketlenmiş ve paketlenmemiş kuruyemiş örneklerinde ortalama Ni elementi aralığını 0,26-8,33 ppm olarak belirlemiştir. Bu araştırmacılar, açık olarak satılan kuruyemişlerde kapalı olarak satılanlara oranla daha yüksek konsantrasyonda Ni

bulunduğu belirlenmiştir. Cabrera ve ark. (2003), İspanya'dan bazı çerez örneklerinde Ni elementi düzeyi badem için 0,31 µg/g, yerfıstığı için 0,25 µg/g ve antepfıstığı için 0,36 µg/g olarak verilmiştir.

Çizelge 3. Kuruyemiş örneklerinin Ni elementi miktarları (ppm)*

Table 3. Ni content in organic certified nuts (ppm)*

Organik kuruyemiş çeşitleri	Firmalar				
	1	2	3	4	5
Badem	TEDBa	TEDBa	0,84±0,05d	0,10±0,02b	0,26±0,02c
Ceviz	0,49±0,01a	0,45±0,03a	0,43±0,06a	1,01±0,05b	3,10±0,09c
Antepfıstığı	0,05±0,03a	0,07±0,02a	0,30±0,02b	0,25±0,01b	0,51±0,02c
Fındık	0,41±0,01a	3,42±0,05d	0,85±0,04b	1,13±0,04c	0,71±0,03ab
Kayısı çekirdeği	0,34±0,04a	0,52±0,04ab	0,70±0,01b	1,18±0,01c	0,67±0,04b
Ayçekirdeği	3,12±0,04c	2,33±0,09b	1,40±0,01b	TEDBa	2,46±0,11bc
Mısır	0,08±0,03b	TEDBa	0,85 ±0,01c	1,34±0,11d	1,84±0,13e
Kabak çekirdeği	0,39±0,10b	TEDBa	1,29 ±0,08d	0,82±0,01c	0,70±0,04c

*Her bir değer üç tekrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir kuruyemiş çeşidi ve farklı firmalar için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Nikel için tespit limit (LOD) değeri 4,098 ppb'dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.

Çinko (Zn) içerikleri

Organik kuruyemiş örneklerinin Zn ortalama miktarları Çizelge 4'de verilmiş olup, belirlenen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin farklılıklar (P<0,01) bulunmuştur. En düşük Zn değeri 11,14±0,08 ppb ile 3 nolu firmanın fındık örneğinde, en yüksek Zn değeri ise 60,88±1,01 ppb ile 4 nolu firmanın kabak çekirdeği örneğine ait olmuştur. Çınar (2012) çalışmasında, antepfıstığı çeşitlerinin Zn elementi içerikleri

16,5±2,2 ppm ile 60,1±6,7 ppm aralığında belirlerken bulduğumuz değerler düşüktür. Kafaoğlu (2012) konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerdeki Zn elementi içeriklerini ortalama olarak badem de 19,27±0,45 ppm, ceviz 23,25±0,5 ppm, antepfıstığı 16,81±0,65 ppm, fındık 16,02±0,15 ppm, ayçekirdeği 45,82±0,89 ppm ve kabak çekirdeğinde 62,25±2,58 ppm olarak tespit etmiş olup bulduğumuz sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4. Kuruyemiş örneklerinin Zn elementi miktarları (ppm)*

Table 4. Zn content in organic certified nuts (ppm)*

Organik kuruyemiş çeşitleri	Firmalar				
	1	2	3	4	5
Badem	18,23±0,32a	28,81±0,33b	31,02±0,59c	30,51±0,05bc	26,01±0,42b
Ceviz	13,08±0,27a	17,98±0,11b	19,10±0,09c	13,42±0,48a	32,35±0,49d
Antepfıstığı	12,65±0,16a	13,46±0,23a	20,56±0,43c	12,30±0,02a	16,17±0,20b
Fındık	14,61±0,17b	24,25±0,41d	11,14±0,08a	18,15±0,07c	12,85±0,12ab
Kayısı çekirdeği	25,06±0,16b	30,01±0,28c	25,18±0,23b	20,72±0,01a	34,71±0,03d
Ayçekirdeği	38,73±0,55bc	42,27±0,93cd	45,75±0,84d	30,43±0,14a	33,84±0,08a
Mısır	14,50±0,34a	22,04±0,38b	15,50±0,24a	22,60±0,58b	29,18±2,66c
Kabak çekirdeği	34,71±0,28a	42,86±0,12b	45,52±0,77bc	60,88±1,01d	47,87±0,13c

*Her bir değer üç tekrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir kuruyemiş çeşidi ve farklı firmalar için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Çinko için tespit limit (LOD) değeri 1,566 ppb'dir.

Köksal ve ark. (2006) fındıkta bulunan Zn elementi miktarı ortalama 29 ppm olarak vermiştir. Yarılgaç ve ark. (2003) Gevaş yöresinden toplanmış bazı ceviz örneklerinde Zn miktarını 2,58-2,81 mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

Ay (2014), Trakya Bölgesinde iki farklı hasat döneminde temin edilen ayçiçeği tohumlarında Zn elementi miktarını 16,36-31,60 ppm olarak belirlemiştir. Leblebici ve Aksoy (2008) paketlenmiş ve paketlenmemiş kuruyemiş örneklerinde ortalama Zn elementi aralığını 2,91-25,3 ppm olarak belirlemiş olup sonuçlarımıza benzerlikler göstermektedir. Bu araştırmacılar açık alanda satılan kuruyemiş örneklerinde daha yüksek oranda Zn elementi tespit etmişlerdir. Cabrera ve ark. (2003) çalışmasında kuruyemişlerde Zn elementi değerlerini 25,60-69,14 ppm arasında bulmuştur. Mataix and Manas (1998), çalışmasında Zn elementi içeriklerini badem, fındık, antepfıstığı, kızartılmış tuzlu mısır, ayçekirdeği örneklerinde sırasıyla, 73 ppm, 29 ppm, 28 ppm, 25 ppm, 63 ppm olarak verilmiş olup bulduğumuz değerlerden yüksektir. Holland ve ark (1992) ise Zn elementi içeriklerini çeşitli kuruyemişlerde, sırasıyla badem (12 ppm), fındık (21 ppm), antepfıstığı (12 ppm), ve ceviz (27 ppm) olarak vermektedir. Farklı bir ürün olmakla birlikte, üretim metodu bakımından değerlendirildiğinde, Guinot ve Thomas (1991) organik olarak üretilen sütlerde konvansiyonel olarak üretilen sütler göre daha düşük oranda Zn elementi belirlemiştir.

Krom (Cr) içerikleri

Organik kuruyemiş örneklerinin Cr ortalama miktarları Çizelge 5’de verilmiş olup, belirlenen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin farklılıklar ($P<0,01$) bulunmuştur. En düşük Cr değeri $162,1\pm 39,2$ ppb ile 3 nolu firmanın fındık örneğine, en yüksek Cr değeri ise $894,4\pm 12,2$ ppb ile 3 nolu firmanın kabak çekirdeği örneğine ait olmuştur. Kafaoglu (2012) konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş çeşitli kuruyemişlerdeki Cr elementi içeriklerini ortalama olarak badem de $63,53\pm 4,06$ ppb, ceviz $82,47\pm 7,21$ ppb, antepfıstığı $88,95\pm 25,17$ ppb, fındık $60,4\pm 6,16$ ppb, ayçekirdeği $158,58\pm 0,79$ ppb ve kabak çekirdeğinde $130,39\pm 17,91$ ppb olarak tespit etmiştir. Günde ortalama Cr elementi alımı 30-200 mg’dır. Bu oranda alınan kromun toksikolojik bir etkisi yoktur ve yetişkin bir insanda günlük Cr elementi ihtiyacını karşılar. Günde 250 mg’a kadar alınan kromun vücut sağlığına zararı yoktur (Bedir, 2010).

Demir (Fe) içerikleri

Organik kuruyemiş örneklerinin Fe ortalama miktarları Çizelge 6’de verilmiş olup, belirlenen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin farklılıklar ($P<0,01$) bulunmuştur. En düşük Fe değeri $12,30\pm 0,13$ ppb ile 4 nolu firmanın ayçekirdeği örneğine, en yüksek Fe değeri ise $75,66\pm 0,8$ ppb ile 3 nolu firmanın kabak çekirdeği örneğine ait olmuştur.

Çizelge 5. Kuruyemiş örneklerinin Cr elementi miktarları (ppb)*

Table 5. Cr content in organic certified nuts (ppb)*

Organik kuruyemiş çeşitleri	Firmalar				
	1	2	3	4	5
Badem	412,1±36,8b	348,6±40,2a	861,9±79,7e	672,7±7,9d	517,9±48,6c
Ceviz	495,6±46,2b	639,9±85,9d	541,2±14,0c	553,0±9,3c	435,1±67,5a
Antepfıstığı	673,6±33,8b	665,8±26,3b	694,9±64,8b	531,6±44,6a	803,5±1,6c
Fındık	434,1±99,0c	365,3±65,0b	162,1±39,2a	795,1±73,6d	464,1±56,4c
Kayısı çekirdeği	537,6±49,8b	584,3±70,6c	593,3±45,5c	432,2±11,9a	536,3±61,5b
Ayçekirdeği	570,3±55,3b	541,5±30,9b	633,2±7,7c	383,7±22,3a	534,9±40,5b
Mısır	313,9±35,1a	631,7±77,5c	559,4±27,9b	638,4±71,2c	524,8±47,5b
Kabak çekirdeği	622,6±5,6a	854,7±41,5b	894,4±12,2b	874,2±90,5b	807,3±21,5b

*Her bir değer üç tekrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir kuruyemiş çeşidi ve farklı firmalar için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirme yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Krom için tespit limit (LOD) değeri 2,52 ppb’dir.

Çizelge 6. Kuruyemiş örneklerinin Fe elementi miktarları (ppm)*

Organik kuruyemiş çeşitleri	Firmalar				
	1	2	3	4	5
Badem	Ort±Std.hata 33,98±1,01a	Ort±Std.hata 37,27±0,13a	Ort±Std.hata 53,17±0,82c	Ort±Std.hata 35,52±0,18a	Ort±Std.hata 48,54±0,59b
Ceviz	31,69±0,49d	26,06±0,18b	21,49±0,13a	29,24±0,24cd	27,55±0,09bc
Antepfıstığı	33,45±0,29ab	34,08±0,38ab	35,36±0,05b	31,58±0,17a	33,74±0,09ab
Fındık	30,32±0,02b	36,44±0,41c	19,13±0,06a	33,46±0,05bc	29,95±0,42b
Kayısı çekirdeği	31,76±0,01bc	30,88±0,09bc	29,13±0,01ab	26,14±0,11a	33,92±0,49c
Ayçekirdeği	42,65±0,17b	51,01±0,73c	47,63±0,53b	12,30±0,13a	52,02±0,18c
Mısır	14,26±0,23a	24,66±0,28b	22,31±0,28b	22,57±0,55b	26,48±0,96b
Kabak çekirdeği	70,74±0,19bc	61,45±0,43a	75,66±0,8c	65,61±0,92ab	63,62±0,48a

*Her bir değer üç tekrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir kuruyemiş çeşidi ve farklı firmalar için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Demir için tespit limit (LOD) değeri 1,056 ppb'dir.

Çınar (2012) çalışmasında, Fe elementi içeriklerini antepfıstığı çeşitlerinde 30,3±3,0 ppm ile 64,3±6,7 ppm aralığında tespit edilmiş olup bu aralık antepfıstığı için bulduğumuz değerden yüksektir. Kafaoğlu (2012) konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerdeki Fe elementi içeriklerini ortalama olarak bademde 27,14±1,13 ppm, cevizde 22,08±1,01 ppm, antepfıstığında 24,92±3,87 ppm, fındıkta 25,95±1,02 ppm ve kabak çekirdeğinde 65,62±1,32 ppm olarak tespit edilmiş olup bulduğumuz değerlerden düşüktür. Bu çalışmada ayçekirdeğinde belirlenen Fe elementi değeri (45,85±2,23 ppm) bulduğumuz değerden bir miktar yüksektir. Köksal ve ark. (2006), fındıkta bulunan Fe elementi miktarının ortalama 42 ppm olduğunu bildirmektedir. Leblebici ve Aksoy (2008) paketlenmiş ve paketlenmemiş kuruyemiş örneklerinde ortalama Fe elementi aralığını 5,03-68,15 ppm olarak belirlemiştir.

Çevre sorunlarının yoğun olarak görülebildiği Trakya Bölgesinde yapılan çalışmada (Ay, 2014), iki farklı hasat döneminde temin edilen ayçiçeği tohumlarında Fe elementi miktarını 26,54-70,71 ppm olarak belirlemiştir. İspanya'dan badem, fındık, yerfıstığı, antepfıstığı, kavrulmuş mısır, ceviz ve ayçekirdeği örneklerinde Fe elementi içerikleri sırasıyla 45,0 ppm, 17,3 ppm, 22,8 ppm, 73,5 ppm, 50,3 ppm, 22,5 ppm ve 40,9 ppm olarak verilmiştir (Cabrera ve ark., 2003). Mataix ve

Manas (1998) çalışmasında, badem, fındık, antepfıstığı, kızartılış tuzlanmış mısır, ayçekirdeği, ceviz örneklerinde Fe elementi içerikleri sırasıyla 63 ppm, 79 ppm, 72 ppm, 43 ppm, 81 ppm ve 50 ppm olarak verilmiş olup bizim bulduğumuz değerlerin tamamından yüksektir.

Arsenik (As) içerikleri

Organik kuruyemiş örneklerinin As ortalama miktarları Çizelge 7'de verilmiş olup, belirlenen değerler arasında istatistiksel olarak belirgin farklılıklar (P<0,01) bulunmuştur. En düşük As değeri 1,14±0,05 ppb ile 5 nolu firmanın kabak çekirdeği örneğine, en yüksek As değeri ise 4,06±0,01 ppb ile 5 nolu firmanın ceviz örneğine ait olmuştur. Bazı firmaların fındık, ayçekirdeği, mısır ve kabak çekirdeği örneklerinde As değeri tespit edilebilir sınırın altında çıkmıştır.

Kafaoğlu (2012) konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerdeki As elementi içeriklerini ortalama olarak bademde 44,03±8,95 ppb, cevizde 64,01±0,31 ppb, antepfıstığında 66,56±0,71 ppb, fındıkta 48,94±0,75 ppb, ayçekirdeğinde 129,17±23,91 ppb, kabak çekirdeğinde 47,74±5,89 ppb ve yerfıstığında 48,49±4,27 ppb olarak tespit edilirken bizim bulduğumuz sonuçlardan oldukça yüksek değerlerin olduğu görülmektedir.

Çizelge 7. Kuruyemiş örneklerinin As elementi miktarları (ppb)*

Table 7. As content in organic certified nuts (ppb)*

Organik kuruyemiş çeşitleri	Firmalar				
	1	2	3	4	5
Badem	2,21±0,14a	2,25±0,08a	2,21±0,08a	2,33±0,04a	2,06±0,29a
Ceviz	3,11±0,19bc	2,99±0,05b	2,13±0,19a	3,40±0,23c	4,06±0,01d
Antepfıstığı	2,73±0,02b	2,73±0,17b	3,42±0,08c	2,36±0,06a	2,72±0,44b
Fındık	3,29±0,14d	2,81±0,16c	2,31±0,08b	TEDBa	2,82±0,13c
Kayıs çekirdeği	2,61±0,10b	2,56±0,07b	2,61±0,12b	2,59±0,09b	2,21±0,26a
Ayçekirdeği	2,02±0,03cd	1,63±0,2b	2,39±0,02d	TEDBa	1,73±0,12bc
Mısır	TEDBa	TEDBa	TEDBa	TEDBa	TEDBa
Kabak çekirdeği	1,29±0,05b	2,52±0,03c	1,24±0,16b	TEDBa	1,14±0,05b

*Her bir değer üç tekerrüre ait analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir kuruyemiş çeşidi ve farklı firmalar için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Arsenik için tespit limit (LOD) değeri 1,38 ppb'dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.

Kabaran (2015) Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Güzelyurt bölgesinde üretilen zeytinyağlarında ortalama olarak 0,87 ppb As elementi belirlemiştir.

Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kalay (Sn) içerikleri

Organik kuruyemiş örneklerinin tamamında Pb, Hg ve Sn element içerikleri tespit edilebilir düzeylerde bulunmamıştır. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda (Özkaynak, 2014; Kafaoğlu, 2012; Cabrera ve ark., 2003) konvansiyonel yöntemlerle üretilen çeşitli kuruyemişlerde Pb elementi tespit edilmekle birlikte, paketlenmemiş ve açıkta satılan kuruyemişlerde daha fazla düzeylerde Pb elementinin bulunduğu Leblebici ve Aksoy (2008) tarafından belirtilmektedir. Atmosfere metal veya bileşik olarak yayılan, her durumda toksik özellik taşıyan ağır metallerin başında gelen ve önemli bir çevre kirleticisi olan Pb elementi için bizim bulduğumuz sonuçlar organik tarım metodu ile üretilen organik kuruyemişlerde çevre koşullarına bağlı olarak herhangi bir kontaminasyonun da gerçekleşmediğini göstermektedir.

Literatürde ağırlıklı olarak balık ve diğer deniz ürünlerinde olmak üzere çeşitli gıdalarda tespit edildiğine dair verilerin olduğu Hg elementi çalışmamızda organik ürünlerde rastlanması beklenmediği gibi tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Bununla birlikte, konvansiyonel tarım uygulamalarında cıva içerikli pestisitlerden ileri gelen Hg elementi kalıntısı veya çevresel faktörlere bağlı olarak kontaminasyonlar çeşitli çalışmalarda kuruyemiş, tahıl ve diğer bitkisel ürünlerde rastlanılmıştır. Kafaoğlu (2012)

konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerdeki Hg elementi içeriklerini ortalama olarak bademde 6,62±2,87 ppb, antepfıstığında 1,05±0,26 ppb, fındıkta 1,01±0,11 ppb, ayçekirdeğinde 2,28±0,56 ppb, kabak çekirdeğinde 4,20±2,49 ppb ve yerfıstığında 1,37±0,77 ppb olarak tespit edilirken cevizde tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Diğer taraftan, sakatatlarda, cıvalı fungusidlerle muamele görmüş tahıl ve diğer bazı bitkisel ürünlerde de toksik düzeylerde Hg elementi kalıntılarında rastlanabilmektedir (Conor, 2006).

Literatürde bulunan bazı çalışmalarda Sn elementi içeriği konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş çeşitli kuruyemişlerde belirlendiğine dair veriler bulunmaktadır. Benzer şekilde, çeşitli işlenmiş ve metal ambalaj ile kutulanmış gıdalarda da rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda organik ürünlerde rastlanması beklenmediği gibi tespit edilebilir düzeyde Sn elementi bulunmamıştır. Kafaoğlu (2012) konvansiyonel yöntemlerle üretilmiş bazı kuruyemişlerdeki Sn elementi içeriklerini ortalama olarak bademde 60,39±11,89 ppb, cevizdeki 27,11±6,32 ppb, antepfıstığında 39,35±3,43 ppb, fındıkta 40,55±2,52 ppb, ayçekirdeğinde 48,20±3,45 ppb ve kabak çekirdeğinde 19,36±0,92 ppb olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, Fransa'daki taze gıdaların Sn elementi içeriklerinin ortalama 0,03±0,03 mg/kg seviyesinde olduğu bildirilirken, kutulanmış gıdalarda 76,6±36,5 mg/kg olarak rapor edilmiştir (Türküzü ve Şanlıer, 2014).

Sonuç

Bu çalışma ile son yıllarda ülkemizde üretimi ve tüketimi artarak devam eden ve organik tarım faaliyetleri sonucu üretilen organik kuruyemişlerin gıda güvenliği bağlamında ağır metal kontaminasyon riski yönünden incelenmesi ve değerlendirilmesi imkânı bulunmuştur. Sonuç olarak, Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Cr, Hg, Fe, Sn, As element içerikleri açısından organik badem, ceviz, antepfıstığı, fındık, kayısı çekirdeği, ayçekirdeği, mısır ve kabak çekirdeklerinden oluşan organik kuruyemişlerin literatürde yer alan verilere göre genelde konvansiyonel gıdalara kıyasla daha güvenli olduğu görülmüştür. Aynı zamanda, organik tarım metodu ile üretilen organik kuruyemişlerde çevre koşullarına bağlı olarak herhangi bir ağır metal kontaminasyonun da gerçekleşmediği ve yasal limitlerin altında kaldığı belirlenmiştir. Organik ürünlerde gıda güvenliği ile ilgili çalışmaların günümüzde hala sınırlı olarak yer aldığı literatüre bu çalışma ile bazı element içerikleri açısından organik kuruyemişler kategorisinde değerli veriler ilave olmuştur.

Kaynaklar

- Aksoy, U. 2001. Ekolojik tarım: Genel bir bakış. Türkiye II. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım, Antalya.
- Anonim, 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği, 28157 sayı ve 29.12.2011 tarih, Ankara.
- Anonim, 2013a. Organik tarım verileri. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, www.tarim.gov.tr (erişim tarihi 01.12.2016).
- Anonim, 2013b. Organik Tarım Ulusal Eylem Planı, www.tarim.gov.tr (erişim tarihi 01.12.2016).
- Aryapak, S. and P. Ziarati, 2014. Nutritive value of Persian walnut (Juglan Regia L.) orchards. American-Eurasian J. Agric. and Envir. Sci. 14(11):1228-1235.
- Ay, O. 2014. Trakya bölgesinde yetiştirilen ayçiçeği tohumlarında bazı ağır metal ve mikrobesin elementlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Bedir, N. 2010. Açık ve paket çaylarda bulunan ağır metallerin ICP-OES ile analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Buttriss, J. and J. Hughes, 2000. An update on copper: Contribution of MAFF-funded research. Nutr. Bull. 25:271-280.
- Cabrera, C., F. Loris, R. Gimenez, M. Olalla and MC. Lopez, 2003. Mineral content in legumes and nuts: contribution to the Spanish, dietary intake. Science Total Envir. 308:1-14.
- Conor, R. 2006. Pollutants in food metals and metalloids-mineral components in foods. In Chemical and Functional Properties of Food Components, pp. 363-88, CRC Press.

- Çınar, B. 2012. Türk antepfıstığı çeşitlerinin vitamin, mineral madde, yağ ve yağ asitleri bileşimi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dreher, M.L. 2012. Pistachio nuts: Composition and potential health benefits. Nutr. Rev. 70:234-240.
- Gök, A.S. 2008. Gelişen Avrupa Birliği pazarında Türkiye'nin organik tarım ürünleri ticareti açısından değerlendirilmesi. AB Uzmanlık Tezi, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Guinot-Thomas, P., C. Jondreville and F. Laurent, 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 içeriğine yönelik bir araştırma. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Programı, Ankara.
- Holland, B., ID. Unwin and DH. Buss, 1992. Fruit and Nuts. First supplement to 5th edition of McCance and Widdowson's The Composition of Foods. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- İmer, Y. 2016. Çeşitli soğuk pres yağların bazı mikro ve makro element içeriklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Jimenez, A., P. Cervera and M. Bacardi, 1998. Tabla de Composicion de Alimentos. Barcelona: Novartis Nutrition. www.dieteticaieselgetares.files.wordpress.com, (erişim tarihi 01.12.2016).
- Kabaran, S. 2015. KKTC Güzelyurt Bölgesinde zeytinyağı ile olası ağır metal alımı arasındaki ilişkiyi incelemeye yönelik bir çalışma. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Programı, Doktora tezi, Ankara.
- Kafaoğlu, B. 2012. Bazı kuruyemişlerdeki ağır metal içeriklerinin ve biyoerişebilirliklerinin kemometrik olarak değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Karavoltos, S., A. Sakellari, M. Dassenakis and M. Scoullou, 2008. Cadmium and lead in organically produced foodstuffs from the Greek Market. Food Chemistry, 106:843-851.
- Kelly, J.H. and J. Sabate, 2006. Nuts and Coronary Heart Disease: An epidemiological Perspective. Br. J. Nutr. 96:61-67.
- Kendall, C.W., A. Esfahani, J. Truan, K. Srichaikul and DJ. Jenkins, 2010. health benefits of nuts in prevention and management of diabetes. Asia Pacific J. of Clinical Nutr. 19:110-116.
- Kirchmann, H. and G. Thorvaldsson, 2000. Challenging targets for future agriculture. Eur. J. Agronomy 12 (3):145-161.
- Köksal A.İ., N. Artık, A. Şimşek and N. Güneş, 2006. Nutrient composition of hazelnut (Corylus avellana L.) varieties cultivated in Turkey. Food Chem. 99:509-515.
- Leblebici, Z. Ve A. Aksoy, 2008. Kayseri civarında satılan bazı kuruyemişlerin ağır metal miktarlarının

- karşılaştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırması Dergisi* 1 (1):5-9.
- Magkos, F., F. Arvaniti and A. Zampelas, 2003. Putting the safety of organic food in to Perspective. *Nutr. Res. Rev.*, 16 (2):211-221.
- Mataix, F.J. and M. Manas, 1998. Tabla de composicion de alimentos Espanoles. Instituto de Nutricion Y Tecnologia De Los Alimentos-Universidad de Granada, Granada. www.sennutricion.org (erişim tarihi 01.12.2016).
- Özkaynak, S. 2014. Türkiye’de tüketilen bazı baklagil, kuruyemiş ve şifalı bitkilerde grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometri ile eser element tayini. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şahan, Y. ve F. Başoğlu, 2003. Ağır metal iyonlarının insan sağlığına etkisi. *Dünya Gıda* 8(3):70-76.
- Soysal, M. 1998. Biometrinin Temel Prensipleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi yayınları, Tekirdag, no: 95, s. 15-35,
- Tosun, H. ve SB. Kaya, 2010. Organik gıdalarda gıda güvenliği. *Gıda Tekn. Elekt. Dergisi* 5(2):48-58.
- Turan, D.Ç. 2012. Türkiye’de kuruyemiş sektör, firmalar arası rekabet stratejileri ve tüketici eğilimleri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Türközü, D. ve N. Şanlıer, 2014. Gıdalardaki ağır metal kontaminasyonları: Bulaşma kaynakları, sağlık riskleri ve ulusal/uluslararası standartlar. *Gıda Tekn. Elekt. Dergisi* 9(3):29-46.
- Yarılgaç, T., K. Özrenk, F. Muradoğlu ve Ş. Tüfenkçi, 2003. Gevaş yöresinden selekte edilmiş bazı cevizlerin (*Juglans Regia L.*) pomolojik özellikleri ve makro-mikro element düzeyleri. *Y.Y.Ü. Ziraat Fak. Tarım Bil. Dergisi*, 13(1):33-37.