

**ÇEŞİTLİ SOĞUK PRES YAĞLARIN
BAZI MİKRO VE MAKRO ELEMENT
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yasemin İMER

Yüksek Lisans Tezi

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Murat TAŞAN**

2016

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇEŞİTLİ SOĞUK PRES YAĞLARIN BAZI MİKRO VE MAKRO
ELEMENT İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

YASEMİN İMER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. MURAT TAŞAN

TEKİRDAĞ-2016

Her hakkı saklıdır

Bu tez “NKÜBAP” tarafından NKUBAP.00.24.YL.14.14 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Prof. Dr. Murat TAŞAN danışmanlığında, Yasemin İMER tarafından hazırlanan “Çeşitli Soğuk Pres Yağların Bazı Mikro ve Makro Element İçeriklerinin 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 : Doç. Dr. Ümit GEÇGEL

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Harun URAN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇEŞİTLİ SOĞUK PRES YAĞLARIN BAZI MİKRO VE MAKRO ELEMENT İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yasemin İMER

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Murat TAŞAN

Bu çalışmada soğuk pres yöntemiyle üretilmiş dokuz farklı yağ çeşidinin bazı ağır metal ve mikrobesein element miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada materyal olarak kullanılan soğuk pres yağlar Türkiye’de üretilmiş ve yerli piyasadan temini kolay, özellikle yemeklik olarak kullanılan ayçiçeği, aspir, keten tohumu, fındık, susam, ceviz, badem, kabak çekirdeği ve yerfıstığı soğuk pres yağlarıdır. ICP-OES (Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi) cihazı kullanılarak yağların sodyum (Na), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), potasyum (K), fosfor (P), alüminyum (Al), demir (Fe), çinko (Zn), cıva (Hg), kurşun (Pb), nikel (Ni), kalay (Sn), kükürt (S), arsenik (As), kadmiyum (Cd), kobalt (Co), bakır (Cu), mangan (Mn), krom (Cr) element düzeyleri ölçülmüştür. Ağır metallerden kurşun (Pb), cıva (Hg), alüminyum (Al) ve demir (Fe) bazı soğuk pres yağ çeşitlerinde tespit edilmezken; bazı soğuk pres yağ çeşitlerinde ilgili elementlerin yüksek miktarlarda mevcut olduğu belirlenmiştir. Ağır metal ve mikrobesein elementleri miktarlarının hem soğuk pres yağ çeşidi, hem de markalara göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Yapılan varyans analizlerine göre bu farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Elde edilen element değerlerinin literatür verileri ile kıyaslanması ve yasal limitlere göre değerlendirmeleri yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: soğuk pres yağ, ağır metal, makro element, ICP-OES

2016, 81 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF SOME MICRO AND MACRONUTRIENT ELEMENTS IN VARIOUS COLD PRESS VEGETABLE OILS

Yasemin İMER

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

Counsellor: Prof. Dr. Murat TAŞAN

The aim of this study was to determine the amount of some heavy metals and macro elements in various cold pressed vegetable oils produced by cold pressing. For this reason, commonly consumed nationally available brands of cold pressed vegetable oils were selected for analysis and purchased locally. These cold pressed vegetable oils are easily obtainable from local market and using edible; sunflower oil, safflower oil, flax seed oil, hazelnut oil, walnut oil, almond oil, pumpkin seed oil, peanut oil and sesame oil. The content of elements such as sodium (Na), calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), phosphorus (P), aluminium (Al), iron (Fe), zinc (Zn), mercury (Hg), lead (Pb), nickel (Ni), tin (Sn), sulphur (S), arsenic (As), cadmium (Cd), cobalt (Co), copper (Cu), mangan (Mn), chromium (Cr) in the cold pressed vegetable oils were determined by using inductively-coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES). Based on the results, the elements contents varied among cold pressed vegetable oil types and brands. According to the analysis of variance, the differences among samples were statistically significant. According to the finding of the research, any amount of lead, mercury, aluminium and iron were not detected in some of cold pressed vegetable oils. However, these elements contents in some cold pressed vegetable oils were detected on high level. The obtained these results in the research were compared with values in literatures and were evaluated according to legal limits. Potential sources of heavy metals contamination in the cold pressed vegetable oils were also discussed.

Key Words: cold press oil, heavy metal, macronutrient element, ICP-OES

2016, 81 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
EKLER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3.MATERYAL ve METOT	18
3.1. Materyal	18
3.2. Metot	18
3.2.1. Mikrodalga çözündürme yönteminin uygulanması	19
3.2.2. Element miktarlarının belirlenmesi	19
3.2.3. İstatistiksel değerlendirme	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	22
4.1. Sodyum (Na) İçerikleri	22
4.2. Kalsiyum (Ca) İçerikleri	25
4.3. Magnezyum (Mg) İçerikleri	29
4.4. Potasyum (K) İçerikleri	32
4.5. Fosfor (P) İçerikleri	35
4.6. Aluminyum (Al) İçerikleri	38
4.7. Demir (Fe) İçerikleri	41
4.8. Çinko (Zn) İçerikleri	45
4.9. Kurşun (Pb) İçerikleri	48
4.10. Cıva (Hg) İçerikleri	52
4.11. Nikel (Ni) İçerikleri	56
4.12. Kalay (Sn) İçerikleri	60
4.13. Kükürt (S) İçerikleri	63
4.14. Diğer Elementler	65
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	66
6. KAYNAKLAR	69

7. EKLER	78
TEŞEKKÜR	80
ÖZGEÇMİŞ	81

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Mikrodalga çözündürme programı_____	19
Çizelge 3.2. ICP-OES ölçümlerinde elementlere ait dalga boyları_____	21
Çizelge 4.1. Soğuk pres yağ örneklerinin Na elementi ortalama miktarları (ppm)	22
Çizelge 4.2. Na elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	23
Çizelge 4.3. Soğuk pres yağ örneklerinin Ca elementi ortalama miktarları (ppm)_____	25
Çizelge 4.4. Ca elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	26
Çizelge 4.5. Soğuk pres yağ örneklerinin Mg elementi ortalama miktarları (ppm)...	29
Çizelge 4.6. Mg elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	30
Çizelge 4.7. Soğuk pres yağ örneklerinin K elementi ortalama miktarları (ppm).....	32
Çizelge 4.8. K elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	33
Çizelge 4.9. Soğuk pres yağ örneklerinin P elementi ortalama miktarları (ppm).....	35
Çizelge 4.10. P elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)	36
Çizelge 4.11. Soğuk pres yağ örneklerinin Al elementi ortalama miktarları (ppm).....	38
Çizelge 4.12. Al elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	39
Çizelge 4.13. Soğuk pres yağ örneklerinin Fe elementi ortalama miktarları (ppm).....	41
Çizelge 4.14. Fe elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları(ppm).....	42
Çizelge 4.15. Soğuk pres yağ örneklerinin Zn elementi ortalama miktarları (ppm).....	45
Çizelge 4.16. Zn elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	46
Çizelge 4.17. Soğuk pres yağ örneklerinin Pb elementi ortalama miktarları (ppm).....	48
Çizelge 4.18. Pb elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	49
Çizelge 4.19. Soğuk pres yağ örneklerinin Hg elementi ortalama miktarları (ppm).....	52
Çizelge 4.20. Hg elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	53
Çizelge 4.21. Soğuk pres yağ örneklerinin Ni elementi ortalama miktarları (ppm)...	56
Çizelge 4.22. Ni elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)	57
Çizelge 4.23. Soğuk pres yağ örneklerinin Sn elementi ortalama miktarları (ppm)...	60
Çizelge 4.24. Sn elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)...	61
Çizelge 4.25. Soğuk pres yağ örneklerinin S elementi ortalama miktarları (ppm).....	63
Çizelge 4.26. S elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm).....	64

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Soğuk pres üretim akış şeması	3
Şekil 4.1. Na elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	23
Şekil 4.2. Ca elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	26
Şekil 4.3. Mg elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	30
Şekil 4.4. K elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	33
Şekil 4.5. P elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	36
Şekil 4.6. Al elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	39
Şekil 4.7. Fe elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	42
Şekil 4.8. Zn elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	46
Şekil 4.9. Pb elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	49
Şekil 4.10. Hg elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	53
Şekil 4.11. Ni elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	57
Şekil 4.12. Sn elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	61
Şekil 4.13. S elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi	64

EKLER DİZİNİ

Sayfa

Ek-1. Soğuk pres yağ çeşitlerinin bazı mikro ve makro elementleri ortalama içerikleri (ppm, ortalama±std.hata)	78
Ek-2. Soğuk pres yağ çeşitlerinin bazı mikro ve makro elementleri ortalama içerikleri (ppm, ortalama±std.hata)	79

1. GİRİŞ

Bilimsel araştırma sonuçlarının değerlendirilmesiyle hazırlanan Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ortak uzman grubunun raporunda, insan beslenmesinde yağların kullanımına dair önemli öneriler yer almaktadır. Diyetle alınan kalorilerin %15-30'unun lipidlerden sağlanması, tüketilen yağ miktarının önemli bir bölümünün bitkisel sıvı yağların oluşturması gerekliliği bildirilmiştir (Taşan ve Geçgel 2007).

Ticari öneme sahip bitkisel yağlar arasında hindistan cevizi yağı, palm türevi yağları, pamuk (çiğit) tohumu yağı, yerfıstığı yağı, zeytinyağı, ayçiçek yağı, susam yağı, mısır yağı, aspir yağı, kolza yağı, keten tohumu yağı, soya fasulyesi yağı ve kenevir tohumu yağı sayılabilmektedir. Bu bitkiler dışında daha pek çok bitkiden yağ elde edilmektedir. Ancak bunlar genelde yerel olarak yetiştirilen, özel maksatlarla üretilen veya herhangi bir bitkinin yan ürünlerinin değerlendirilmesini amaçlayan uygulamalardır. Ülkemiz için en önemli yağ bitkileri arasında pamuk, ayçiçeği, susam, soya, yerfıstığı, aspir, kanola, haşhaş, mısır, zeytin sayılabilmektedir (Nas ve ark. 2001).

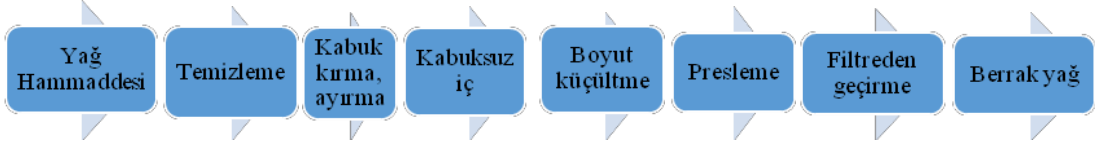
Son yıllarda katı ve sıvı yağlar dahil, doğal ve güvenli gıda tüketimine ilgi gitikçe artmaktadır. Son yıllar içerisinde solvent kullanılmadan sadece mekanik ekstraksiyon ile üretilmiş, geleneksel olmayan bitkisel yağlar ortaya çıkmış ve tüketiciler için kullanılabilir hale getirilmiştir. Bu yağlar farklı yağlı tohumlardan ya da meyvelerden elde edilebilir (Dimic 2005). Dünyada olduğu gibi ülkemizde de tüketiciler bitkisel sıvı yağlara doğru tüketim eğilimine girmişlerdir (Matthaus ve Brühl 2003). Tüketiciler gıda ürünlerinin yararlı faktörleriyle hastalıkları önlemek ve/veya insan beslenmesinin iyileştirilmesi yoluyla genel sağlık düzeyinin yükseltilmesi konusu ile daha ilgili hale gelmiştir. Son zamanlarda tüketicilerin market alışverişlerinin üçte ikisinde satın alma kararlarını ya belirli bir özel sağlık durumu ya da riski azaltma isteğinin yönlendirdiği bildirilmiştir (Sloan 2000). Bitkisel yağların temel görevleri ile birlikte, içerdikleri biyoaktif bileşenleri sayesinde insan sağlığına olumlu katkıları hakkında her geçen gün daha fazla bilgi edinilmesi, tüketicilerin soğuk presleme ile üretilen ve rafine edilmeden tüketilen bitkisel yağlara olan ilgisinin giderek artmasına neden olmuştur. Karakteristik tat, yoğun renk ve özel aromaya sahip soğuk pres yağları tüketicilerin beğenisini kazanmaktadır (Matthaus ve Brühl 2003).

Başlangıçta ağırlıklı olarak ilaç ve kozmetik sanayiinde kullanılan soğuk pres yağlar, artık sofralarımızda da yerini almaya başlamıştır. Soğuk pres yağların üretim tekniklerinin basit, ekolojik ve fazla yatırım maliyeti gerektirmemesine karşılık, hammaddeden alınan yağ veriminin düşük olması bu tür yağların perakende satış fiyatını da ister istemez etkilemektedir (Gürpınar ve ark. 2011). Maalesef marketlerde soğuk pres için yüksek fiyatların yanısıra bazı durumlarda pazar paylaşımı için mücadele ayrıca haksız rekabeti ortaya çıkarmaktadır. Rafine ürünlerle harmanlama ya da soğuk presin kısmi rafinasyonu sıkça rapor edilmektedir (Wolff ve Sebedio 1991, Grob ve ark. 1994).

Kodeks Alimentarius'a göre soğuk pres yağlar ısı uygulamaksızın, sadece mekanik işlemlerle, yağın doğasını bozmadan üretilen bitkisel yemeklik yağlardır. Bu yağlar, sadece su ile yıkama, bekletme, süzme ve santrifüjleme işlemleri ile saflaştırılabilirler. Alman standartlarındaki soğuk pres yağı tanımında ise, natürel yağlar ve rafine edilmemiş yağların, herhangi bir ısı uygulaması olmaksızın, hammaddenin dikkatli ve hassas bir şekilde gerçekleştirilen mekanik ekstraksiyon ile elde edilmesi durumunda soğuk pres yağı olarak etiketlenebileceği belirtilmiştir. Hammaddenin hazırlanmasında ve/veya presleme ardından elde edilen yağa ısı işlem yapılmasına izin verilmiştir. Soğuk pres terimi yönetmelik çerçevesinde ek bir kalite özelliği olarak nitelendirilmiştir ve hassas ekstraksiyon koşullarına işaret etmektedir. Isı uygulamasıyla Codex Alimentarius'taki soğuk pres yağı tanımından ayrılmaktadır (Matthaus ve Speener 2008).

Yağlar genellikle öğütülmüş tohumdan, hekzan gibi organik solventler kullanılarak ve ısı uygulanarak ekstrakte edilirler ve bunu solvent evaporasyonu takip eder. Soğuk pres işlemi geleneksel uygulamalar yerine kullanılan bir yöntemdir ve vidalı presleme işlemi süresince hammaddeye ısı uygulanmaz. Soğuk presleme işleminin ham yağın yararlı bileşenleri üzerinde daha az olumsuz etkisi vardır. Buna ek olarak, soğuk preslemede üründe kimyasal kirletici olacak organik çözücüler kullanılmaz (Parker ve ark. 2003). Üretim tekniği açısından ele alındığında, yağlı tohum hammaddesinin içerisindeki yabancı maddeler temizlendikten sonra yüksek derecelerde ısıya maruz kalmadan (en fazla 40°C) preslerde sıkım işlemi gerçekleşmekte ve daha sonra da basit bir filtreleme işlemi yapılarak yağlar pazara sevk edilmektedir. Yağlı tohum kalite düzeyi kadar üretim parametre ve şartları da oldukça önemli olup proses süresince uygulanacak sıcaklık artışları yağın kalitesinin düşmesine sebebiyet verebilir (Gürpınar ve ark. 2011).

Şekil 1.1’de soğuk pres yağ prosesinin aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Soğuk pres üretim akım şeması (Aydeniz ve Yılmaz 2011)

Örneğin; Soğuk preslenmiş kabak çekirdeği yağı çoğunlukla kabuksuz kabak çekirdeklerinin 50°C'nin altında çıkış sıcaklığı ile direkt preslenmesiyle elde edilir. Soğuk pres kabak çekirdeği yağının teknolojik süreci aşağıdaki aşamaları içerir: Tohum sonbahar ortasında hasat edilir, hemen yıkanır ve su içeriği yaklaşık %7'ye düşene kadar kurutulur ve daha sonra depolanır. Proses öncesinde tohumlar manyetik temizleyiciden geçirilir, bunu takiben ayırıcı (elek) üzerinde organik safsızlıklar giderilir. Temiz ve kuru tohumlar vidalı prese beslenir, ezilmiş ve preslenmiş materyalin yağı sıkılır ve bu yağ tanklarda toplanır. Tohumların preslenmesi sırasında kırılmış/kopmuş bitki parçalarından kaynaklı ortaya çıkan bulanıklık sorunu oda sıcaklığında sedimentasyon veya filtrasyon ile ortadan kaldırılır. Filtre yağ, koyu cam şişelere doldurulur. Bu basit işlem sayesinde yağın doğal bileşimi ve aroması korunmaktadır (Dimic 2005, Vujasinovic ve ark. 2010).

Soğuk pres ayçiçeği yağının üretiminde başlıca sorunlardan biri hammaddenin değişken kalitesidir. Temel sorun tohumun hasat sonrası hemen işlenmemesidir. Üretim en az bir yıl üzerinde sürekli devam etmektedir. Bu yüzden tohum optimal koşullar altında depolanmalıdır. Tohum içeriğinin (yağlar, karbonhidratlar veya proteinler ve aroma aktif bileşikler) bozulmasıyla sonuçlanacak metabolik süreçlerle yaşayan bir organizmadır. Soğuk pres ayçiçeği yağının kalitesi tohum olgunluğu ile kalitesinden ve özellikle preslenen materyaldeki kabuk ve safsızlıklardan etkilenmektedir. Yağ stabilitesinin kimyasal özelliklerle ilgili olduğu gerçeği göz önüne alınırsa ilgili parametre bilgileri bütün üreticiler ve yağ tüketicileri açısından kritik önem taşımaktadır (Frega ve ark. 1999, Broadbent ve Pike 2003, Matthaus 2008, Matthaus ve Brühl 2008, Rab ve ark. 2008).

Soğuk presleme işleminin dezavantajı düşük verimlilik ve standart kalitede ürün eldesinin oldukça zor olmasıdır. Coğrafi konum, çeşit, üretim tekniği gibi bazı faktörler son ürünün stabilitesini etkilemektedir (Rotkiewicz ve ark. 1999). Soğuk pres yağlarının rafine

yağlara nazaran raf ömrü daha kısa olabilmektedir. Çünkü soğuk pres yağları prooksidatif bileşikleri daha yüksek oranda içerebilmektedir. Soğuk pres yağlar ısıya karşı hassastır ve rafine yağlar ısı işlemlere daha fazla dayanıklılık göstermektedir. Diğer taraftan, rafinasyon uygulamalarında pestisit kalıntılarının, diğer çevresel kontaminantların ve ağır metallerin uzaklaştırılması söz konusu olmaktadır (Brühl 1996).

Günümüzde gıda endüstrisinde yapılan çalışmalar tüketiciye sağlık açısından daha güvenli ve farklı özelliklerde değişik ürünlerin sunumunu hedeflemektedir. Bununla birlikte farklı tekniklerle üretilen bu gıdalar yapılarında arzu edilmeyen ve çeşitli yollarla bulaşan bazı maddeleri de bulundurabilirler (Akın ve ark. 2003). Yirminci yüzyılın başından itibaren endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin giderek artması ve buna 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 ark. 2003). Günümüz teknolojisine paralel olarak toprak, su ve atmosfere bırakılan ağır metal iyonu miktarının ve çeşidinin artması, maden alanlarının işletimi, endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan katı, sıvı ve gaz atıkların çevreye kontrolsüzce bırakılması, artan nüfus ile birlikte fosil yakıtların konutlarda ve araçlarda kullanım miktarının artması, tarımda zirai ilaçlama ve gübreleme faaliyetlerinin bilinçsizce yapılmasından ileri gelmektedir (Şişli 1999). Ağır metallerin çevreye yayılımında etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler: çimento üretimi, demir-çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, kağıt endüstrisi, petrokimya, gübre sanayi, klor-alkali üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Temel endüstrilerden atılan metal türleri genel olarak bakır, kadmiyum, civa, kurşun, çinko, kalay, krom ve nikel gösterilmektedir (Rether 2002).

Metaller, özellikle "iz metaller" en yaygın çevre kirleticiler arasında yer almaktadır (Tuna ve ark. 2007). 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. Diğer taraftan, 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. 2008, Nardi ve ark. 2009).

Yağlarda bulunan metallerin organizmada önemli metabolik görevleri olması nedeniyle tayin edilmeleri önemlidir. Diğer yandan gıdaların besinsel değerleri içerdikleri

elementlerle ilgilidir. Ayrıca insanlar için toksik etki yapan minerallerin miktarının da belirlenmesi gereklidir (Arts ve ark. 2004, Jimenez ve ark. 2008). Yağlarda meydana gelen değişikliklerin nedenlerinin araştırılmasında ve bu değişimlerin nasıl kontrol altına alınacağına belirlenmesinde metal içeriklerinin bilinmesi önemli bir etkidir. Metal içeriklerinin belirlenmesiyle yağların tazeliklerinin korunması, depolama özelliklerinin geliştirilmesi sağlanabilir. Yağların içerdikleri metaller yetiştirildikleri toprağa, gübreleme işlemine, sulamada kullanılan suya bağlı olarak değişiklikler gösterebilir. Ayrıca yağların işlenmesi sırasında da kullanılan ekipmandan metal bulaşmaları olabilir (Cindric ve ark. 2007). Birçok metal, besinlerin normal bileşeni olabileceği gibi kirlilik sonucu olarak da gıdalarda bulunabilir. Gıdalardaki metal kirliliğinin nedeni; metal ve tuzlarını içeren gübreler ve pestisit kalıntıları, metalden yapılmış kaplar ve ambalajın gıda maddelerine teması, çevre kirliliği nedeniyle toprak ve suda bulunan metallerin bitki ve hayvanlarda biyolojik olarak birikmesi sonucunda gıda zincirine geçmesidir (Işık ve ark. 1996).

Bitkilerdeki elementlerin sayısı oldukça fazladır. Yapılan çalışmalarda bitkinin değişik organları içerisinde altmış farklı elementin varlığı belirlenmiştir. Ancak bitki bünyesinde bulunan bu denli çok sayıdaki elementin sadece 16 tanesi bitki gelişmesi için mutlak gerekli elementlerdir (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Cl). Bunun dışında diğer birkaç elementin de (Al, Na, Si) mutlak gerekli elementler arasında yer alması gerektiği de ileri sürülmekte ise de bu konuda kesin bir fikir birliği mevcut değildir. Mutlak gerekli olan bitki besin elementleri dışındaki diğer elementlerin, bitki içerisindeki fonksiyonlarının ne olduğu kesin olarak bilinmemektedir. Bitki gelişmesi için mutlak gerekli olan elementlerin ilk dokuz tanesi “makro elementler” olarak, diğer yedi tanesi ise “mikro elementler” olarak isimlendirilir. Makro ve mikro kavramları, bu elementlerden bazılarının daha çok önemli olduğu biçiminde yorumlanmaktadır. Bu elementlerin tümü bitki gelişmesi için mutlak gerekli elementlerdir. Ancak bunlardan bir kısmı fazla miktarda, bir kısmı ise az miktarda kullanılır. Bunlardan hangisi olursa olsun, bitki tarafından yeterince alınmadığı takdirde ürünün miktar ve kalitesi olumsuz yönde etkilenir (Sağlam ve ark. 1993). Kaliteli bir son ürün elde etmek için her ne kadar proses koşulları önemli ise de aynı zamanda hammaddenin ve son ürünün bileşimi de gerek nitelik ve gerekse insan sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bitkisel yağların kalitesi ve stabilitesi iz elementlerin çeşit ve düzeyleri ile doğrudan ilgili olmaktadır. Çünkü bazı iz metaller yağlarda oksidasyonun artışına neden olmaktadır. Diğer bazı iz metallerde toksik özellikleri ve metabolik rolleri nedeniyle önem arz etmektedirler. Çevresel açıdan ağır metallerin yok edilmesi mümkün değildir. Az miktarda da olsa yeme-

içme, soluk alma ve benzeri yollarla vücuda girmektedirler (Angioni ve ark. 2006, Mendil ve ark. 2008).

WHO ve FAO kontaminantlar üzerinde ısrarla durmaktadır. Özellikle ağır metal iyonları, bunların gıdalarla bulaşması ve günlük tolere edilebilir sınırların üzerine çıkıldığında sorun oluşturması 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). Ülkemiz 1946 yılında FAO'ya üye olmuş, bu çerçevede Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği 16.11.1997 tarih ve 23172 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan "Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ" ile gıda maddelerinde bulunabilecek maksimum metal ve metaloid konsantrasyonları belirlenmiştir (Anonim 2002). En güncel hali ile 28157 sayılı ve 29.12.2011 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanmış olan "Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği" geçerli olmaktadır.

Nüfus artışına paralel olarak temel gıda maddelerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Hem ülkemizdeki yağ açığını kapatmak, hem de daha besleyici ekonomik gıda ürünlerini üretebilmek için yeni yöntemlerin kullanılması zorunlu bir gereklilik olarak görünmektedir. Ülkemizde yağ açığının yanı sıra bitkisel sıvı yağ çeşitliliği de oldukça sınırlı kalmaktadır. Bilindiği gibi ülkemizde bitkisel sıvı yağ tüketiminde ayçiçeği yağı büyük bir yer tutmaktadır. Pamuk tarımının yan ürünü olan pamuk çiğidi ile ayçiçeği tohumu yerli bitkisel yağ kaynaklarımızın çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Kanola, aspir, soya gibi alternatif yağ bitkileri fazla olmasına karşılık yağlı tohum üretiminde ve çeşitliliğinde istenilen artışlar sağlanamamıştır. Diğer taraftan gelişmiş ülkelerde rafine bitkisel yağlar dışında soğuk pres yağlar gibi alternatifler de sunulmaktadır. Bu ülkelerin toplumlarında mümkün olduğunca az prosese uğramış gıdaların tercihlerinde artış söz konusu olduğundan soğuk pres yağlara talep hızla artış göstermektedir. Ayrıca soğuk pres yağ grubunda geniş bir çeşitlilik görülmektedir. Bu ürünlerin kullanımı tüketicilerin güvenli gıda tüketime olan ilgisi ile paralellik göstermektedir (Taşan 2006, Geçgel ve ark. 2012).

Yüksek kalitede soğuk pres yağı elde edebilmek için yüksek kalitede hammadde temin etmek gereklidir. Bu noktada, besin elementlerini yeterli ve dengeli miktarda içeren tohumları kullanmak son ürünü de etkileyecektir. Benzer şekilde, sanayi atıklarıyla kirlenmiş bir bölgede yetişmiş tohumlardan elde edilen ürünün besin değeri, kalitesi de olumsuz etkilenecektir. Sanayi atıklarının bulaşma miktarı tohumun çeşidine ve yetiştiği bölgeye göre değişmektedir. Bazı elementlerin elimine edilmesini ya da azalmasını sağlayan rafinasyon işlemi, soğuk pres yağlarda uygulanmadığı için özellikle ağır metallerin uzaklaştırılması mümkün olmamaktadır. Dolayısı ile yağlı tohumda ve meyvede meydana gelen bir bulaşmanın bu yağ çeşitlerinde son ürüne geçmesi kaçınılmaz olacaktır. İyi kalitede hammadde kullanılmadığı takdirde soğuk pres yağlar hidrojen peroksitler gibi bozulmayı destekleyen prooksidatif maddeleri içerebilir. Pestisit kalıntılarını, diğer çevresel kontaminantları ve ağır metalleri gidermek rafinasyonun pozitif bir etkisidir (Taşan 2006, Gülcan ve Taşan 2012).

Gıda hazırlamada rafine yağların kullanılma sahası daha geniştir. Ayrıca hammaddelerin dikkatli bir şekilde seçilmesi aynı zamanda pahalı bir hasat metodunu da gerektirmektedir. Sıcak presleme veya solvent ekstraksiyon işlemi de uygulanmadığı için soğuk presleme ile daha az verim elde edilir. Bu sebepler soğuk pres yağlarının kıymetini daha da arttırmaktadır. Hem ekonomik hem de içerdikleri biyoaktif bileşiklerden dolayı soğuk pres yağları bitkisel yağ sektörünün en kıymetli ürünleridir. Bunlarla birlikte bu yağlarda kimyasal ve sıcaklık uygulamaları olmadığı için proses sırasında kimyasal madde ve bilhassa metal bulaşması sözkonusu olmadığı gibi soğuk pres yağda *trans* yağ asitleri ve kloropropanoller (MCPD) oluşumları görülmemektedir (Gürpınar ve ark. 2013, Taşan ve Aksoy 2015, Taşan ve ark. 2013)

Bitkisel yağ sektörünün en kıymetli ürünlerinden olan soğuk pres yağlarının üretildiği hammaddeler kalite düzeyini belirlemektedir. Çevresel etkiler her geçen gün yağlı tohum ve yağlı meyveleri de etkilemektedir. Sanayi atıkları, ağır metal etken maddeli tarımsal ilaçlar, araç trafiği, yakıtlar ve evsel atıklar ağır metal kontaminasyonuna neden olmaktadır. Bunlarla birlikte yağlar yağlı tohum ve yağlı meyve kaynaklı olarak da doğal olarak çeşitli mikro ve makro elementleri de içermektedir. Bu çalışmada son yıllarda tüketimi artarak devam eden soğuk pres yöntemiyle elde edilmiş olan ve piyasadan temin edilen dokuz farklı soğuk pres yağ çeşidinin bazı mikro ve makro besin element içerikleri, özellikle de ağır metal birikimi yönünden değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Element konsantrasyonu induktif eşleşmiş

plazma/optik emisyon spektroskopisi (ICP-OES) cihazı ile belirlenerek, herhangi bir kimyasal ve ısıl işlem kullanılmadan üretilen, sağlık açısından daha avantajlı kabul edilen bu soğuk pres yağ çeşitlerinin makro ve mikro element profili bakımından diğer benzer veya farklı metotlarla üretilen yağ çeşitleriyle karşılaştırılması da amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Ham ayçiçeği yağında doğal olarak bakır, demir, manganez, nikel bulunduğu ve bu metallerin otooksidasyon bozulmanın önemli derecede ilerlemesine etkili olmadıkları, proses ekipmanlarından korozyon ile bulaşan veya kasten ilave edilen metallerin çok etkili olduklarını belirleyen Kondratenko ve ark. (1967), bu metalleri sağlık açısından zarar verme derecelerine göre $Cu > Fe > Mn > Ni$ şeklinde sıralamışlardır.

Yağların bozulmasında pro-oksidant etki yapan iz metallerden demir ve bakır 1,0 mg/kg'dan daha düşük miktarlarda bile etkili olabilmektedir. Özellikle bakır metalinin 30 µg/kg gibi seviyelerde dahi depolama süresini azaltmakta, tat ve koku stabilitesini etkilemektedir (List ve ark. 1971, Nergiz ve Ünal 1986).

Baruffaldi ve ark. (1972), bitkisel yağların oksidatif dayanıklılıklarının ekstraksiyon metotları ile ilişkilerini inceledikleri bir araştırmada, paslanmaz çelikten yapılmış alet ve ekipmanlarla preslenerek ayçiçeği tohumundan elde edilen ham yağlarda 0,399 mg/100g demir içeriği belirlemişlerdir. Normal özellikteki alet ve ekipmanlar kullanılarak elde edilen ham yağlarda ise 0,501 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Mounts ve ark. (1979), sağlam ve hasat sırasında zarar görmüş soya danelerinden ekstraksiyonla elde ettikleri ham soya yağının demir, serbest yağ asitliği ile peroksit değerlerini ve laboratuvar şartlarında uyguladıkları degumming işleminden sonra yağın fosfor miktarlarını belirlemişlerdir. Fosfor miktarları ham yağda 660 ppm, %2 su ilavesinde 36,4-37,2 ppm, %3 su ilavesinde 36,8-38,1 ppm, %4 su ilavesinde 38,7-40,0 ppm olarak belirlemiştir.

Sullivan (1980), Kanada ham ayçiçeği yağlarında fosfor 21-237 ppm; kalsiyum 9-77 ppm; magnezyum 6-66 ppm; demir 1-22 ppm; su ile degumming işlemi uygulanmış yağlarda fosfor 14-55 ppm; kalsiyum 8-48 ppm; magnezyum 4-1 ppm; demir 1-10 ppm oranlarında bulunduğunu açıklamıştır. Burada belli oranlarda su ile degumming işlemi sonrasında azalmalar olduğu gözlenmektedir.

Karaali (1981) çalışmasında, ayçiçeği yağının rafinasyonu sırasında demir miktarında azalmalar olduğunu, buna karşın metal ekipmandan bulaşan demirin yağdan tamamen uzaklaştırılmasının mümkün olmadığını ifade etmiştir.

Bitkisel yağların içerdiği fosfor, fosfolipidlerin yapısında yer alan fosfordan kaynaklanmaktadır. Yağın fosfolipid içeriği tohumun ya da meyvenin çeşidine, olgunluk derecesine, toprak ve iklim koşullarına bağlıdır (Alter ve Gutfinger 1982).

Elson ve ark. (1979) ve Diosady ve ark. (1983) yağ işleme aşamalarının kanola yağı içindeki iz elementlere etkisini incelemişlerdir. Ham yağda 1190,0 ppm fosfor, 3,52 ppm demir, 296,0 ppm kalsiyum, 6,5 ppm sülfür, 2,4 ppm çinko, 0,24 ppm kurşun; su ile degumming işlemi uygulanmış yağda 222,0 ppm fosfor, 1,32 ppm demir, 169,0 ppm kalsiyum, 1,2 ppm sülfür, 2,1 ppm çinko; fosforik asit ile degumming işlemi uygulanmış yağda 117,2 ppm fosfor, 0,63 ppm demir, 34,8 ppm kalsiyum, 1,5 ppm sülfür; ağartılmış vesu ile degumming işlemi uygulanmış yağda 0,21 ppm fosfor, 0,23 ppm demir, 5,6 ppm kalsiyum; ağartılmış ve fosforik asit ile degumming işlemi uygulanmış yağda 0,19 ppm fosfor, 0,59 ppm demir, 4,1 ppm kalsiyum, 0,87 ppm sülfür; deodorize edilmiş ve su ile degumming işlemi uygulanmış yağda 0,25 ppm fosfor, 0,25 ppm sülfür, 0,07 ppm kurşun; deodorize edilmiş ve fosforik asit ile degumming işlemi uygulanmış yağda 0,22 ppm fosfor ve 0,38 ppm sülfür tespit etmişlerdir.

Peker (1993), farklı bölgelerde yetişen soya ve ayçiçeklerinden elde edilen ham soya ve ayçiçeği yağlarındaki demir ve bakır miktarlarını incelemiştir. Ham ayçiçeği yağında ortalama demir miktarını 20,46 mg/kg, ortalama bakır miktarını 0,586 mg/kg; ham soya yağında ortalama demir miktarını 22,84 mg/kg, ortalama bakır miktarını 0,48 mg/kg olarak bulan araştırmacı soya ve ayçiçeği numunelerindeki demir ve bakır elementi miktar farklılığının yörelere göre toprağın içerdiği element miktarının değişmesinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür. Ayrıca rafine yağların Fe ve Cu miktarlarının ham yağa göre daha düşük olmasının ham yağın bünyesine geçen demirin tanklarda bekletilmesi esnasında dip kısma çökmesi sonucu ortaya çıktığını vurgulamıştır.

Iskander (1993), yenilebilir sıvı yağlarda (badem yağı, ayçiçek yağı, fıstık yağı, susam yağı, keten tohumu yağı, soya yağı, mısır yağı ve zeytin yağı) Co, Fe, K, Na ve Zn elementlerini incelemiş ve bu elementlerin ortalama değer aralıklarını bitkisel sıvı yağlarda şu

şekilde bulunmuştur: Co elementi 0,016-0,053 ppm, Fe elementi 4,45-19,1 ppm, K elementi 5,93-47,2 ppm, Na elementi 2,44-12,9 ppm ve Zn elementi 0,48-1,54 ppm.

Kanola yağlarında element miktarlarının tespit edildiği bir çalışmada Garrido (1994) fosfor, demir, kalsiyum, sülfür, çinko ve kurşun değerlerini belirlemiştir. Elde edilen değerlere göre 1190 ppm olan fosfor miktarı, su ile degumming işlemi sonrasında 222 ppm, fosforik asitle degumming işlemi sonrasında ise 117,2 ppm, ağartma işlemi sonrasında su ile degumming işleminin ardından ise 0,21 ppm değerine gerilemiştir. Demir içeriği ham yağda 3,52 ppm olan değer su ile degumming sonrasında 1,32 ppm'e, fosforik asitle degumming sonrasında ise 0,63 ppm'e, ağartma sonrası su ile degumming işlemi sonrasında ise 0,23 ppm'e gerilemiştir. Aynı çalışmada kalsiyum sonuçları ise şöyle bir azalma göstermiştir: Ham yağ aşamasında 296 ppm ölçülmüşken, su ile degumming işlemi sonrasında 169 ppm, fosforik asitle degumming işlemi sonrasında ise 34,8 ppm olarak ölçülmüş, ağartma sonrası su ile degumming işlemi sonrasında ise 5,6 ppm'e gerilemiştir. Çinkoda ise çok fazla dikkate değer boyutta düşüş gözlenmemiştir. Ham yağda 2,4 ppm olarak ölçülen değer, su ile degumming işlemi sonrasında 2,1 ppm olarak ölçülmüştür. Kurşunda ham yağ aşamasında 0,24 ppm değeri sonraki aşamalarda tespit edilememiş olup, ağartma ve deodorizasyon sonrası uygulanan, su ile degumming işlemi sonrasında 0,07 ppm olarak tespit edilmiştir.

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.

Vardin ve Eren (2002), ayçiçeği yağı ve tahinde değişik sıcaklık ve sürelerde depolama koşullarında Pb, Sn ve Ni birikimini inceledikleri çalışmalarında; teneke kutuda muhafaza edilen tahinde kalay kaplı kutuda muhafaza edilen ayçiçeği yağına göre Pb birikiminin daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Sn birikiminin kalay kaplı kutuda muhafaza edilen ayçiçeği yağında daha fazla olduğunu gözlemlemişlerdir. Kalay miktarını ilk olarak 16 ppm bulmalarına karşı 191 gün sonra 35°C'de 583 ppm, 25°C'de 514 ppm ve 5°C'de 222 ppm bulmuşlardır. Artışın bu kadar yüksek olmasının sebebini kutu iç kaplamasının kalay olması şeklinde ifade etmişlerdir.

Yarılgaç ve ark. (2003) Gevaş yöresinden toplanmış bazı ceviz örneklerinin makro ve mikro element miktarlarını değerlendirdikleri çalışmalarında 100 gr iç cevizde ortalama olarak N değerini %0,189-0,228; P değerini %0,008-0,034; K değerini %0,031-0,049; Mg değerini 117-134 mg; Zn miktarını 2,58-2,81 mg olarak tespit etmişlerdir.

La Pera ve ark. (2002) bitkisel yağlarda metal varlığının birçok faktöre dayanmakta olduğunu ifade etmektedirler. Bunların topraktan, gübrelerden ya da ekili alanın yanında bulunan endüstriyel alandan ya da otoyollardan kaynaklanabildiği ve yağ içerisine yerleşebildiği ifade edilmektedir.

Şahan ve ark. (2004) farklı örnek hazırlama yöntemleri kullanılarak hazırlanmış olan sızma ve riviera tipi zeytinyağlarındaki Cu ve Fe düzeylerini belirlediği çalışmasında, demir tayininde en uygun örnek hazırlama yönteminin kuru yakma olduğunu tespit etmiştir. Ekstraksiyon yöntemi kullanılarak hazırlanan zeytinyağlarında ise bağlı olan demirin ekstraksiyona bağlı olarak alınamaması sebebiyle %50'lik bir kayıp gözlemlemişlerdir. Bakır tayininde ise tam tersi bir durumla karşılaşmışlar ve en uygun yöntemin ekstraksiyon olduğunu tespit etmişlerdir. Bakırın uçucu bileşiklerinin olması ve fiziksel olarak taşınması sebebiyle kuru yakma yönteminin kullanılmasının ölçüm sonuçlarında hatalara sebep olabileceğini bildirmişlerdir.

Zeiner ve ark. (2005) çalışmalarında, bakır ve demirin yağlara proses ekipmanlarından bulaşan potansiyel kontaminantlar olduğunu bildirmişlerdir. Ajayi ve ark. (2006) çalışmalarında, yenilebilir yağlarda bakır içeriğini 2,10–3,10 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Yenilebilir yağlarda metaller çeşitli faktörler nedeni ile bulunabilir, metaller yağlar içerisine topraktan ya da gıda işleme ekipmanlarından bulaşabilir (Benincasa ve ark. 2007, Jamali ve ark. 2008).

Bitkisel yağlarda, inorganik içeriğin belirlendiği bir çalışmada Cindric ve ark. (2007), 8 farklı türde yağın metal içeriklerini incelemişlerdir. Kabak çekirdeği yağı hariç, genelde çinko içerikleri 3-4 ppm arasında bulunmuştur (kabak çekirdeği yağında ise 13,5 ppm sonucu elde edilmiştir). Potasyum değeri bakımından da kabak çekirdeği yağı diğerlerinden farklıdır. Elde edilen değer 45,3 ppm'dir. Kabak çekirdeği yağı ve fındık yağı numunelerinde Mg değerleri 16 ila 20 ppm arasında ve Ca değerleri ise 14 ila 17 ppm arasında bulunmuştur. Bu

araştırmada Na değerleri yaklaşık 34 ppm olarak bulunmuştur. Sadece kabak çekirdeği yağında 20,6 ppm ve soya yağında 15,1 ppm'dir. En yüksek Fe değeri kabak çekirdeği yağında 74 ppm, diğer tüm yağ örneklerinde Fe içerikleri yaklaşık olarak 15 ppm bulunmuştur. Sadece soyada bu değer 23,3 ppm'dir. Kabak çekirdeği yağında elde edilen K ve Ni sonuçları, düşük konsantrasyonların tespit edilebileceğini göstermiş ve yağlar içindeki diğer yabancı maddelerin tespitine de yol göstermiştir.

Ersungur ve ark. (2007), kolza yağı yapısı, üretimi ve biyodizel hammaddesi olarak değerlendirilmesi konulu çalışmalarında, ham ve rafine kolza yağında toplam fosfor miktarını sırası ile 300-500 ppm, <2 ppm, demir miktarını sırası ile 0,5-1,5 ppm, <0,2 ppm olarak bulmuşlardır.

Rafine sıvı yağlardan 14 adet numune üzerinde Cu, Fe, Mn, Co, Cr, Pb, Cd, Ni ve Zn analizlerinin yapıldığı bir çalışmada (Pehlivan ve ark. 2008) yağ çeşitlerine göre en yüksek olan değerler şunlardır: badem yağı içerisinde Cu miktarı 0,0850 ppm; mısır yağı içerisinde demir 0,0352 ppm; soya yağı içerisindeki manganez 0,0220 ppm; ayçiçek yağı ve badem yağı içerisindeki kobalt 0,004 ppm; badem yağı içindeki krom 0,001 ppm; zeytinyağı içindeki kurşun 0,0074 ppm; ayçiçek yağı içerisindeki kadmiyum 0,0045 ppm; badem yağı içindeki nikel 0,0254 ppm ve yine badem yağı içindeki çinko 0,2870 ppm olarak elde edilmiştir.

Mendil ve ark. (2008) çalışmalarında yağlarda çeşitli metal konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Demir ve bakır için sırasıyla 291,0-52,0; 0,71-0,05 µg/g arasında bulunmuştur. Bazı yağlarda iz element içeriklerinin hammaddelere uygulanan daha dikkatli işleme teknikleri ile azaltılabileceğini bildirmişlerdir. Yemelik yağlara metallerin girebilme olasılığını teknoloji haricinde çevresel nedenlerden dolayı açığa çıkan geniş çeşitlilikteki elementlere bağlamışlardır. Metallerin bitkilere toprakta bulunan doğal metal kaynaklarından ve çevresel kirlilikten dolayı meydana gelen biyoyığılma yolu ile ulaşılabileceğini belirtmişlerdir.

Kolza tohumundan mekanik presleme ve ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağın özelliklerini inceleyen Ersungur (2008), iki farklı yöntemle elde edilen kolza tohumu yağlarının fosfor içeriklerinin oldukça farklı olduğunu gözlemlemiştir. 2 farklı metotla üretilen tohumların bir kısmı belli sıcaklık ve sürelerde etüvde, mikrodalga fırında ve infrared nem tayini cihazında ön işleme tabi tutulmuştur. Diğer kısmı ise ön işlemeden geçmemiştir.

Tohuma uygulanan ön işlem sıcaklığı arttıkça toplam fosfor miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ön işlem uygulanmamış kolza tohumundan elde edilen yağın fosfor miktarı 37,3 ppm ; etüvde ön işlem uygulanmış olan kolza tohumundan elde edilen yağın toplam fosfor içeriği ise 124,3 ppm olarak belirlenmiştir. Mikrodalga cihazında ön işleme tabi tutulan tohumlardan elde edilen yağların toplam fosfor miktarı farklılık göstermezken, infrared cihazında ön işleme tabi tutulan tohumların yağları ön işlem uygulanmadan soğuk pres ile elde edilmiş kolza tohum yağlarından farklı çıkmıştır. Araştırmacı, sıcaklık artışı ile beraber fosfor miktarının artış gösterdiğini belirtmiştir. Aynı ön işleme tabi tutulan soğuk pres ve ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiş tohum yağları da fosfor miktarı açısından farklılık göstermektedir. Pres ile elde edilen tohum yağlarının ekstrakte edilmiş tohum yağlarına oranla oldukça düşük olduğunu gözlemlemiştir.

Leblebici ve Aksoy (2008) paketlenmiş ve paketlenmemiş kuruyemiş örneklerinde ağır metal düzeylerini inceledikleri çalışmalarında ortalama Zn aralığını 2,91-25,3 ppm; Pb aralığını 0,32-7,11 ppm; Ni aralığını 0,26-8,33 ppm; Fe aralığını 5,03-68,15 ppm olarak tespit etmişlerdir. Pb miktarının en yüksek fındıkta; Zn miktarının en yüksek antepfıstığında; Ni miktarının ise en yüksek sarı leblebide mevcut olduğunu; ayrıca paketlenmemiş kuruyemişlerdeki ağır metal miktarlarının paketlenmiş kuruyemişlere nispeten daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Üstbaş (2008) Trakya Bölgesi'nde üretilen ayçiçeği tohumu yağlarında bakır (Cu), demir (Fe), kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) içeriklerini belirlediği çalışmada kurşun içeriğini en yüksek 0,70 ppm bulmuştur. Bazı örneklerde kurşun tespit edilememiştir. Kurşun miktarının yüksek olduğu yağ tohumlarının karayollarına yakın ve çevre kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerden temin edildiği; tespit edilemeyen örneklerin ise karayollarından uzak ve sanayileşmenin yoğun olmadığı bölgelerde üretildiği sonucuna varılmıştır. Kadmiyum miktarı en yüksek 1,75 ppm bulunurken, bazı örneklerde tespit edilememiştir. Kadmiyumun fosforlu gübrelerden toprağa geçebileceği, pestisit üretiminde kullanılabilmesi nedeniyle bitkiye bulabileceği sonucuna varılmıştır. Bakır düzeyi Türk Gıda Kodeksi'nin ilgili tebliği açısından uygun bulunmuştur. Tespit edilen değerler yasal sınırların altında çıkmıştır. Demir içeriği bazı örneklerde yasal limitin üzerinde tespit edilmiştir. Tespit düzeyi yüksek olan yağ çeşitlerinde rafinasyonun daha etkili ve kontrollü yapılması halinde istenilen sınırların altına düşürülebileceği bildirilmiştir.

Güler (2009) soğuk presyon ve rafinasyon yöntemi ile elde edilen kanola (kolza) yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelediği çalışmasında demir, bakır ve fosfor içeriğinin soğuk pres yağlarda rafine yağlara nazaran daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bakır içeriği yasal limitlerin çok üzerinde çıkmıştır. Kanola bitkisinin yetiştirme koşullarının fazla miktarda bakır birikimine neden olduğu belirtilmiştir.

Yaşar (2009) *Cercis siliquastrum* L. subsp. *siliquastrum* bitkisinin farklı lokasyonlardan toplanan yıkanmış-yıkanmamış yaprak ve kabuk örneklerinde ağır metal analizlerini yaptığı çalışmasında ağır metal birikim miktarı ile trafik yoğunluğu ve yola yakınlık arasında doğru orantı olduğunu belirtmiştir.

Muradoğlu ve Balta (2010), Bitlis yöresinden seçilen ceviz örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemişler ve çalışma sonucunda 100 gr iç cevizde 616 mg K, 399,55 mg P, 169,04 mg Ca, 296,27 mg Mg ve 20,25 mg Na olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda ceviz meyvesinin yüksek oranda K, P ve Mg; düşük oranda Na içerdiği sonucuna varmışlardır.

Yüksel (2010) ayçiçeği, mısır, fındık, kanola, soya ve bitkisel karışım yağlarında element içeriklerini incelemiştir. Elementlerin ortalama minimum ve maksimum değer aralıkları şu şekildedir: Pb elementi 0,094-0,188 ppm; Fe elementi 0,284-0,421 ppm; Cu elementi 0,001-0,006 ppm; Cd elementi 0,032-0,048 ppm; Ni elementi 0,098-0,121 ppm; Ca elementi 0,061-0,205 ppm; Mg elementi 0,011-0,041 ppm; Na elementi 0,781-2,319 ppm; Zn elementi 0,046-0,083 ppm'dir.

Arslan ve Özcan (2010) farklı lokasyonlardan farklı hasat dönemlerinde temin ettikleri farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında mineral madde içeriklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen mineral maddelere ait ortalama değer aralığını Ca 5,5-57,9 ppm; K 165,8-1607,2 ppm; Mg 1,6-7,1 ppm; Na 11,9-71,8 ppm; Fe 4,9-48,9 ppm; Mn 2,6-13,7; Zn 0-133,1 ppm; Al 0,6-96,4 ppm; Cr 0,5-4,9 ppm; Cu 0-5,1 ppm; Cd 0-0,14 ppm; Ni 0-1,68 ppm; Pb 0-0,9 ppm olarak tespit etmişlerdir. Özellikle Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Ni, Cd elementlerinin miktarlarının meyve olgunlaşması ile değiştiğini; ayrıca mineral içeriklerinin toprak bileşimine, çevre ve hava koşullarına göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Özlü ve ark. (2012) perakende satış yerlerinde satışa sunulan taze ve olgunlaşmış kaşar peynirlerindeki mineral madde içeriği ve ağır metal kontaminasyonunu incelediği çalışmalarında nikel miktarındaki yüksekliğin peynir üretiminde ve muhafazasında kullanılan alet-ekipmandan; kurşun içeriğinin ise süt üretimi yapılan çiftlikler, peynir işletmeleri ile satış yerlerinin sanayi kuruluşlarına ve otoyollara olan mesafesiyle ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Asemave ve ark. (2012) Nijerya'dan temin ettikleri palm yağı, yer fıstığı yağı ve soya yağı örneklerinde Cu, Fe, Cr, Al, Pb ve Cd içeriklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda palm yağına ait ortalama mineral değerleri: Cu 11,37 ppm, Fe 0,078 ppm, Cr 2,33 ppm, Al 0,178 ppm, Pb 1,935 ppm, Cd 0,022 ppm'dir. Yer fıstığı yağına ait ortalama mineral değerleri: Cu 0,063 ppm, Fe 8,51 ppm, Cr 2,706 ppm, Al 1,774 ppm, Pb 0,163 ppm, Cd 0,02 ppm'dir. Soya yağı örneklerinde belirlenen ortalama mineral değerleri: Cu 0,047 ppm, Fe 8,75 ppm, Cr 1,75 ppm, Al 0,38 ppm, Pb 0,16 ppm, Cd 0,02 ppm'dir.

Ghazani ve ark. (2013) çalışmalarında ham kanola yağı örneklerinin fosfor içeriklerini $544,0 \pm 71,2$ mg/kg, degumming işlemi uygulanmış kanola yağı örneklerinin fosfor içeriklerini ise $12,3 \pm 1,0$ mg/kg bulmuşlardır.

Güleç (2013) organik ve klasik yöntemle üretilen zeytinyağlarının ağır metal içeriklerini incelemiştir. Buna göre naturel sızma zeytinyağında Cr içeriğinin $134,78 \pm 1,58$ – $534,27 \pm 1,58$ ppb aralığında; organik sertifikalı naturel sızma zeytinyağında $105,90 \pm 7,04$ – $471,70 \pm 5,20$ ppb aralığında değişim gösterdiğini bulmuştur. Naturel sızma zeytinyağında tespit edilen ortalama Fe miktarı $1236,67 \pm 59,26$ – $2349,00 \pm 160,49$ ppb; organik sertifikalı naturel sızma zeytinyağında $864,40 \pm 74,82$ – $1618,33 \pm 188,20$ ppb aralığındadır. Naturel sızma zeytinyağında tespit edilen ortalama Co miktarı $2,00 \pm 0,12$ – $2,90 \pm 1,19$ ppb; organik sertifikalı naturel sızma zeytinyağında $1,95 \pm 0,17$ – $3,36 \pm 0,16$ ppb aralığındadır. Naturel sızma zeytinyağında tespit edilen ortalama Ni miktarı $15,02 \pm 3,25$ – $193,87 \pm 10,47$ ppb; organik sertifikalı naturel sızma zeytinyağında $11,50 \pm 1,41$ – $165,70 \pm 35,40$ ppb aralığındadır. Naturel sızma zeytinyağında tespit edilen ortalama Cd miktarı $1,87 \pm 0,13$ – $3,32 \pm 2,23$ ppb; organik sertifikalı naturel sızma zeytinyağında $1,83 \pm 0,18$ – $2,42 \pm 0,61$ ppb aralığındadır. Naturel sızma zeytinyağında tespit edilen ortalama Pb miktarı $3,89 \pm 0,49$ – $85,80 \pm 6,42$ ppb; organik sertifikalı naturel sızma zeytinyağında $3,33 \pm 1,03$ – $39,09 \pm 1,21$ ppb aralığındadır.

Trakya Bölgesi'nde iki farklı hasat döneminde temin edilen ayçiçeği tohumlarının ağır metal ve mikro besin elementlerinin incelendiği çalışmada Ay (2014), demir ve kurşun içeriğinin yasal mevzuat limitlerine göre düşük düzeyde olduğunu tespit etmiştir. Kadmiyum, tüm örneklerde bulunmasına rağmen önemli düzeyde tespit edilmemiştir. Buna göre Ni miktarını 1,03-9,94 ppm ve 1,9-10,11 ppm, Mn miktarını 6,32-22,36 ppm ve 6,39-20,93 ppm, Pb miktarını 0-0,1 ppm ve 0-0,05 ppm, Fe miktarını 26,54-68,92 ppm ve 26,65-70,71 ppm, Zn miktarını 16,36-31,6 ppm ve 17,36-24,55 ppm, Cd miktarını 0,02-0,22 ppm ve 0,03-0,22 ppm, Cu miktarını 6,2-13,13 ppm ve 8,13-14,2 ppm değer aralığındadır.

Kabaran (2015), Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Güzelyurt bölgesinde üretilen zeytinyağı örneklerinde ağır metal incelemesi yaptığı çalışmasında zeytinyağı örneklerinin ağır metal içerikleri 123,83±44,7 ppb Cr; 875,06±806,85 ppb Fe; 0,81±2,2 ppb Co; 30,18±9,77 ppb Ni; 7,85±13,54 ppb Cu; 469,36±312,86 ppb Zn; 0,87±1,46 ppb As; 1,53±2,02 ppb Cd; 27,72±28,77 ppb Pb olarak tespit etmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada soğuk pres yöntemi ile üretilmiş ve ülke genelinde satışı yapılan, tüketicilerin kolay ulaşabileceği çeşitli soğuk pres yağları materyal olarak kullanılmıştır. Materyal olarak özellikle daha yoğun olarak mutfaklarda yemeklik ve/veya salata yağı olarak kullanılan yağların seçimine öncelik tanınmıştır. Öncelikle piyasa araştırması yapılarak soğuk pres yağ çeşitleri ve örnekleme sayısı belirlenmiştir. Bu soğuk pres yağ çeşitleri; ayçiçeği yağı, keten tohumu yağı, aspir yağı, susam yağı, badem yağı, ceviz yağı, fındık yağı, kabak çekirdeği yağı ve yerfıstığı yağlarıdır.

Çalışma kapsamında her bir soğuk pres yağ çeşidi, yer fıstığı hariç olmak üzere İstanbul piyasasında satışa sunulan altı farklı markadan üç farklı üretim döneminden (farklı parti numaralı) temin edilmiştir. Piyasada yerfıstığı soğuk pres yağı üretici firma sayısının sınırlı olmasından dolayı üç farklı markadan temin edilebilmiştir.

Alınan örnekler 20 cc'lik kahverengi cam şişelerde analizlerin yapılacağı laboratuvara ulaştırılmıştır. Numune şişeleri üzerine 1, 2, 3,..... şeklinde kodlamalar yapılmıştır. Sonuçlar her bir örnek için ortalama değerler olarak sunulmuştur.

Örneklerin mikrodalga yakma işlemi Yıldız Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü bünyesindeki laboratuvarlarda yapılmıştır. Yakma işlemi biten örneklerin element konsantrasyonu analizleri İndüktif Eşleşmiş Plazma/Optik Emisyon Spektroskopisi (ICP-OES) cihazı ile Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metot

Soğuk pres yağ örneklerindeki organik bileşikleri yok etmek ve inorganik bileşikleri çözünür faza geçirebilmek amacıyla yapılan çözünme işlemleri kapalı sistem mikrodalga yakma metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin mikrodalga yakma işlemi "Milestone Start D Microwave Digestion System" ile gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga kapları

kapaklı sistemler olup, teflondan üretilmiş, yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklıdır. Tüm örnekler “Milli-Q Ultra Pure” saf su cihazından alınan saf su kullanılarak seyreltilmiştir. Numuneler mikrodalga fırında %65’lik nitrik asit ile yakılmıştır. Numune çözeltisi %5’lik nitrik asit ile son hacme tamamlanmış ve metal konsantrasyonu ICP-OES cihazı ile tespit edilmiştir.

3.2.1. Mikrodalga çözündürme yönteminin uygulanması

Bu işlem için 0,75 g numune tartılır. Tartılan örnekler mikrodalga cihazının kaplarına aktarılır ve üzerine 12 ml derişik HNO₃ (nitrik asit) ilave edilir. Mikrodalga fırınında uygun programda yakma yapılır. Mikrodalga fırında belirli zaman, güç ve sıcaklık aralarında çözündürme işlemi yapılmıştır. Mikrodalga çözündürme programı Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. Program 10 adet numunenin aynı anda yakılması için uygundur. Bu yakma programına göre ilk 15 dakikalık sürede 180°C sıcaklığa ulaşılmıştır. Örnekler bu sıcaklıkta 15 dakika tutulmuştur. Sonraki 15 dakikada ise soğuma işlemi gerçekleştirilmiştir. Yakma işlemi bitince sistem sıcaklığı 50°C’nin altına düşünceye kadar soğutulmuştur. Soğutma işleminden sonra yakma tüpleri balon jodelere aktarılmış ve üzerlerine %5’lik HNO₃ ilave edilerek 20 ml olan son hacme tamamlanmıştır. Buradan steril falcon tüplerine aktarılmıştır. Her örnek üç tekrarlı olacak şekilde hazırlanmıştır.

Çizelge 3.1. Mikrodalga çözündürme programı

Adım	Zaman aralığı (dk)	Sıcaklık (°C)	Güç (watt)
1	0-15	180	700
2	15-30	180	700
3	30-45	<50	700

3.2.2. Element miktarlarının belirlenmesi

Hazırlanan örneklerin element ölçümleri Spectroblue İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrofotometresi (ICP-OES) ile yapılmıştır. Cihazın çalışma esası, çözelti durumundaki örneğin yüksek sıcaklıktaki plazmaya püskürtülmesiyle gaz fazına geçen ve

atomlaşan elementlerin plazmada uyarılmış duruma geçmesinden sonra yaydıkları ışını uygun bir dedektörle ölçerek çözeltideki elementlerin miktarını belirlenmesine dayanmaktadır.

ICP (Inductively Coupled Plasma), türkçe ile indüktif eşleşmiş plazma olan elementlerin tayininde kullanılan bir cihazdır. ICP'nin çalışma prensibi şu şekildedir: Argon gazı yandığında sıcaklık 10.000 K seviyesine kadar radyofrekans elektrik akımı metal indükleme sarmalından geçer ve bu akım sarmalın içine yerleştirilmiş kuartz tüplerden geçerek manyetik bir alan oluşturur. Tesla sarmalından çıkan kıvılcım çekirdek elektron ve iyonlar meydana getirir. Elektronlar kuartz tüp içinde dairesel orbitallerde hareket etmeleri için manyetik alan vasıtası ile hızlandırılırlar. Enerji elektronların gaza çarpmasıyla aktarılır ve bunun sonucu olarak gaz ısınır. Bu noktada ulaşılan sıcaklık yüksek konsantrasyonlarda uyarılmış atom ve iyonların oluşmasını sağlar. Spektrometrede okuduğumuz değerler bize tayin hakkında bilgi verir (Anonim 2016). ICP-OES cihazının element ölçümlerinde kullanılan dalga boyları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Analizi yapılacak olan elementlere (Na, Mg, Ca, Fe, Al, Zn, P, K, Hg, Ni, Pb, Sn, S, Co, Cu, As, Mo, Mn, Cr) ait standartlardan CPI International Analytical and Life Science Solutions markasının 1000 ppm'lik stok çözeltisinden 10 ppm'lik ana stok hazırlanmış ve daha sonra analize yönelik uygun standartlar ana stoklardan seyreltilmiştir. Ağır metaller için 25, 50, 250 ve 500 ppb; diğer elementler için ise 50, 250, 500 ve 1000 ppb'lik çözeltiler hazırlanmıştır. Her bir element için kalibrasyon eğrileri çizilmiştir. Kör numune için de aynı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek üç paralel olacak şekilde çalışılmış ve sonuçların ortalaması alınmıştır.

Çizelge 3.2. ICP-OES ölçümlerinde elementlere ait dalga boyları

Element	Dalga boyu (nm)
Hg	194,227
Pb	220,353
Ni	231,604
Fe	259,941
Zn	206,200
Mg	279,553
P	178,287
K	766,491
Ca	317,933
Na	589,592
Al	396,152
S	182,034
Sn	189,991
As	193,759
Cd	214,438
Co	228,616
Cr	267,716
Cu	327,396
Mn	257,611

3.2.3. İstatistiksel değerlendirme

Analizler her örnek için üç tekrar olarak yapılmıştır. Tekrarların aritmetik ortalamaları ve standart hataları (\pm) hesaplanmıştır. Elde edilen verilere tesadüfi 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

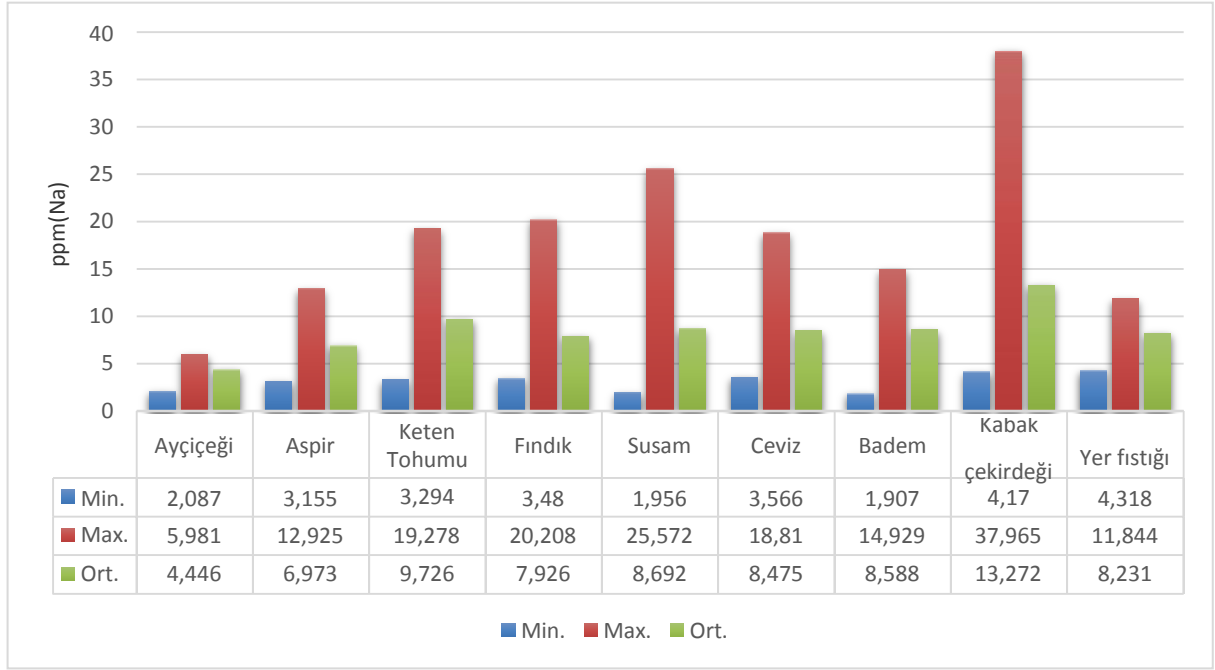
4.1. Sodyum (Na) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin sodyum (Na) elementi değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Na elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde Na içeriği ortalaması en yüksek olan çeşidin 37,965 ppm ile kabak çekirdeği yağı, en düşük olan çeşidin 1,907 ppm ile badem yağı olduğu göze çarpmaktadır.

Çizelge 4.1. Soğuk pres yağ örneklerinin Na elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	5,981±0,066a	4,159±0,221b	5,846±0,159a	4,116±0,104b	4,488±0,091b	2,087±0,06c
Aspir Yağı	3,155±0,057d	3,234±0,078d	5,79±0,124c	10,963±0,014b	5,77±0,114c	12,925±0,16a
Keten Tohumu Yağı	19,278±0,036a	9,991±0,079c	10,598±0,091b	3,294±0,081f	7,088±0,048e	8,11±0,033d
Fındık Yağı	3,48±0,037e	20,208±0,058a	9,078±0,087b	4,12±0,077d	6,224±0,05c	4,443±0,235d
Susam Yağı	6,639±0,098c	9,459±0,143b	1,956±0,105f	25,572±0,2a	3,534±0,168e	4,99±0,002d
Ceviz Yağı	5,158±0,171c	3,566±0,024c	5,095±0,023c	18,81±0,22a	4,361±2,183c	13,859±0,042b
Badem Yağı	3,688±0,071e	10,395±0,077c	14,929±0,193a	8,23±0,107d	1,907±0,025f	12,376±0,114b
Kabak Çekirdeği Yağı	8,107±0,072c	4,958±0,02d	12,27±0,142b	37,965±0,304a	4,17±0,073e	12,165±0,078b
Yerfıstığı Yağı				4,318±0,106c	11,844±0,221a	8,531±0,135b

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Sodyum için tespit limit (LOD) değeri 0,025 ppm’dir.



Şekil 4.1. Na elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.2. Na elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	4,446±0,317c
Aspir	6,973±0,901bc
Keten tohumu	9,726±1,184ab
Fındık	7,926±1,406bc
Susam	8,692±1,919abc
Ceviz	8,475±1,431abc
Badem	8,588±1,115abc
Kabak çekirdeği	13,272±2,784a
Yerfıstığı	8,231±1,092bc

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirmesi düzeyi hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Na elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu

karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin Na elementi içerikleri 5 farklı grup oluşturmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 3-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar ayçiçeği, ceviz ve yer fıstığı yağında 3 farklı grup, aspir yağında 4 farklı grup, fındık ve kabak çekirdeği yağında 5 farklı grup, keten tohumu yağı, susam ve badem yağında 6 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.1 incelendiğinde Na elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 2,087-5,981 ppm; aspir yağında 3,155-12,925 ppm; keten tohumu yağında 3,294-19,278 ppm; fındık yağında 3,48-20,208 ppm; susam yağında 1,956-25,572 ppm; ceviz yağında 3,566-18,81 ppm; badem yağında 1,907-14,929 ppm; kabak çekirdeği yağında 4,17-37,965 ppm; yer fıstığı yağında 4,318-11,844 ppm olduğu görülmektedir.

Ogunronbi ve ark. (2011) soğuk pres keten tohumu yağı kekinde yaptıkları çalışmada Na elementi ortalama değerini 0,38-0,6 mg/g (380-600 ppm) olarak bulmuşlardır. Yılmaz ve ark. (2015) iki farklı soğuk pres domates tohumu yağında yaptıkları mineral incelemesinde Na elementi ortalama değerini kavrulmamış tohum yağında 2232,40 µg/kg (ppb); kavrulmuş tohum yağında ise 2228,80 µg/kg (ppb) olarak bulmuşlardır. Bu değerler çalışmamızdaki değer aralığına göre düşük seviyede kalmaktadır.

Arslan ve Özcan (2010) zeytinyağı örneklerinde Na elementine ait ortalama değer aralığı olan 1,9-71,8 ppm çalışmamızdaki değer aralığına yakındır. Yüksel (2010) Na elementi ortalama değerini rafine fındık yağında 0,781 ppm ve rafine ayçiçeği yağında 1,009 ppm olarak tespit etmiştir. Bu ortalama değerler, çalışmamızdaki soğuk pres fındık yağı ve soğuk pres ayçiçeği yağına göre düşük kalmaktadır.

Cindric ve ark. (2007) kabak çekirdeği yağında Na elementi içeriğini 20,6 ppm olarak bulmuştur. Kabak çekirdeği yağının Na elementi değeri bizim çalışmamızdaki değer aralığının içerisinde yer almaktadır.

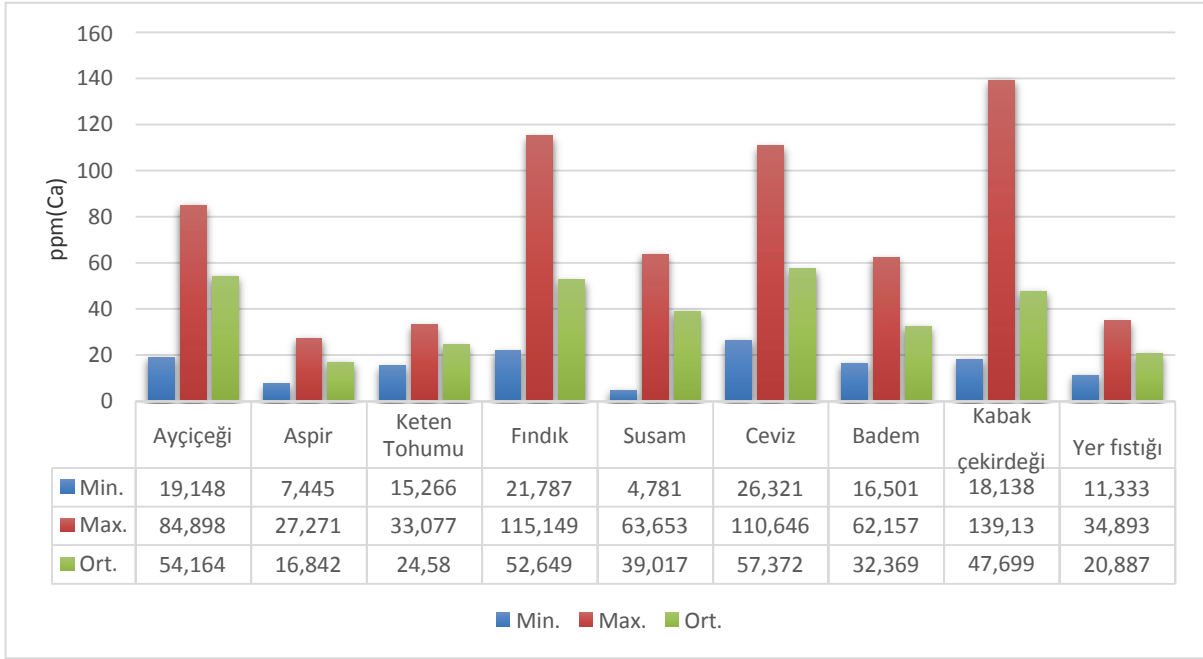
4.2. Kalsiyum (Ca) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin kalsiyum (Ca) elementi değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Ca elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil. 4.2'de gösterilmiştir. Çizelge. 4.3 incelendiğinde Ca içeriği ortalaması en yüksek olan çeşidin 139,13 ppm ile kabak çekirdeği yağı; en düşük olan çeşidin 4,781 ppm ile susam yağı olduğu göze çarpmaktadır.

Çizelge 4.3. Soğuk pres yağ örneklerinin Ca elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	75,116±0,303b	64,285±0,205c	84,898±0,467a	36,576±0,144e	44,962±0,352d	19,148±0,142f
Aspir Yağı	17,292±0,211d	7,445±0,117f	17,872±0,052c	22,529±0,119b	8,643±0,055e	27,271±0,201a
Keten Tohumu Yağı	23,251±0,204d	32,161±0,106b	24,85±0,102c	15,266±0,077f	18,875±0,095e	33,077±0,095a
Fındık Yağı	37,407±0,045c	115,149±0,515a	85,761±0,65b	21,787±0,07e	33,588±0,117d	22,2±0,078e
Susam Yağı	35,371±0,106d	63,653±0,561a	4,781±0,068f	52,346±0,318b	27,47±0,134e	50,484±0,309c
Ceviz Yağı	56,849±0,12bc	26,321±0,137d	41,032±0,318cd	110,646±0,883a	39,315±19,47cd	70,07±0,371b
Badem Yağı	16,501±0,161f	28,882±0,085c	41,692±0,228b	62,157±0,167a	18,129±0,138e	26,851±0,047d
Kabak Çekirdeği Yağı	50,448±0,233b	18,957±0,059e	24,708±0,061d	139,13±0,967a	18,138±0,14e	34,814±0,081c
Yerfıstığı Yağı				11,333±0,075c	34,893±0,058a	16,434±0,068b

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Kalsiyum için tespit limit değeri (LOD) 0,0018 ppm'dir.



Şekil 4.2. Ca elementi ortalama miktarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.4. Ca elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	54,164±5,519a
Aspir	16,842±1,709d
Keten tohumu	24,58±1,569cd
Fındık	52,649±8,563a
Susam	39,017±4,682abc
Ceviz	57,372±7,22a
Badem	32,369±3,798bcd
Kabak çekirdeği	47,699±10,273ab
Yerfıstığı	20,887±3,578cd

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirilmesi düşey hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Ca elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk

pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.4'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin Ca elementi içerikleri arasında 6 farklı grup oluşmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 3-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar ayçiçeği, aspir, keten tohumu, susam, badem yağında 6 farklı grup; fındık, ceviz ve kabak çekirdeği yağında 5 farklı grup; yer fıstığı yağında 3 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.2 incelendiğinde Ca elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 19,148-84,898 ppm; aspir yağında 7,445-27,271 ppm; keten tohumu yağında 15,266-33,077 ppm; fındık yağında 21,787-115,149 ppm; susam yağında 4,781-63,653 ppm; ceviz yağında 26,321-110,646 ppm; badem yağında 16,501-62,157 ppm; kabak çekirdeği yağında 18,138-139,13 ppm; yer fıstığı yağında 11,333-34,893 ppm olduğu görülmektedir.

Ogunronbi ve ark. (2011) soğuk pres keten tohumu yağı kekinde yaptıkları çalışmada Ca elementi ortalama değerini 3,3-3,8 mg/g (3300-3800 ppm) olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada keten tohumu yağı ortalama Ca elementi aralığı 15,266-33,077 ppm olarak tespit edilmiştir. Yılmaz ve ark. (2015) 2 farklı soğuk pres domates tohumu yağında yaptıkları mineral incelemesinde Ca elementi ortalama değerini kavrulmamış tohum yağında 3091,30 µg/kg (ppb); kavrulmuş tohum yağında ise 3084,10 µg/kg (ppb) olarak bulmuşlardır. Bu değerler çalışmamızda tespit etmiş olduğumuz en düşük Ca değerinden daha düşüktür. Yüksel (2010) rafine ayçiçeği yağında ortalama Ca değerini 0,061 ppm, rafine fındık yağında 0,087 ppm olarak bulmuştur ve bu değerler çalışmamızdaki değerlerin oldukça altındadır.

Garrido (1994) ham kanola yağında Ca elementini 296 ppm olarak belirlemiştir. Cindric ve ark. (2007) kabak çekirdeği yağı ve fındık yağında Ca miktarını 14 ile 17 ppm arasında bulmuştur. Bu değerler çalışmamızdaki kabak çekirdeği yağı ve fındık yağında tespit ettiğimiz Ca elementi ortalama değerlerinin altında kalmaktadır. Sullivan (1980) ham ayçiçeği yağında 9-77 ppm olarak tespit ettiği Ca değer aralığı çalışmamızdaki soğuk pres ayçiçeği yağının Ca elementi ortalama değer aralığına yakın seyretmektedir.

Arslan ve Özcan (2010) farklı lokasyonlardan farklı hasat dönemlerinde temin ettikleri farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında Ca ortalama değer aralığını 5,5-57,9 ppm olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda incelediğimiz farklı soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama kalsiyum değer aralığı içerisinde yer almaktadır.

Toprakta kalsiyum sadece bir bitki besleyici öge değil, aynı zamanda toprağın arzulanan fiziksel ve biyolojik koşullarının sağlanmasına olan olumlu etkisi nedeniyle de arzulananmaktadır. Hücre duvarlarını kuvvetlendirmesi yanı sıra, protein oluşumunda rol oynayan nitratların indirgenmesini sağlar. Asit karakterliler de dahil olmak üzere, toprakların büyük çoğunluğu bitki büyümesine yetecek kadar kalsiyum içerirler (Gültekin ve Örgün 1994). Ca, pektinat senteziyle enzimatik bozulmaya karşı pektinleri daha dayanıklı hale getirmesi, daha küçük hücreler arası boşluklar oluşturması ve serbest aminoasit konsantrasyonunda azalmaya neden olması nedeniyle patojenlerin girişini zorlaştırmaktadır. Bu yüzden Ca, hem hastalıklara karşı dayanıklılığı artırıcı hem de patojenlerin zararını azaltıcı etkiye sahiptir (Bergmann 1992).

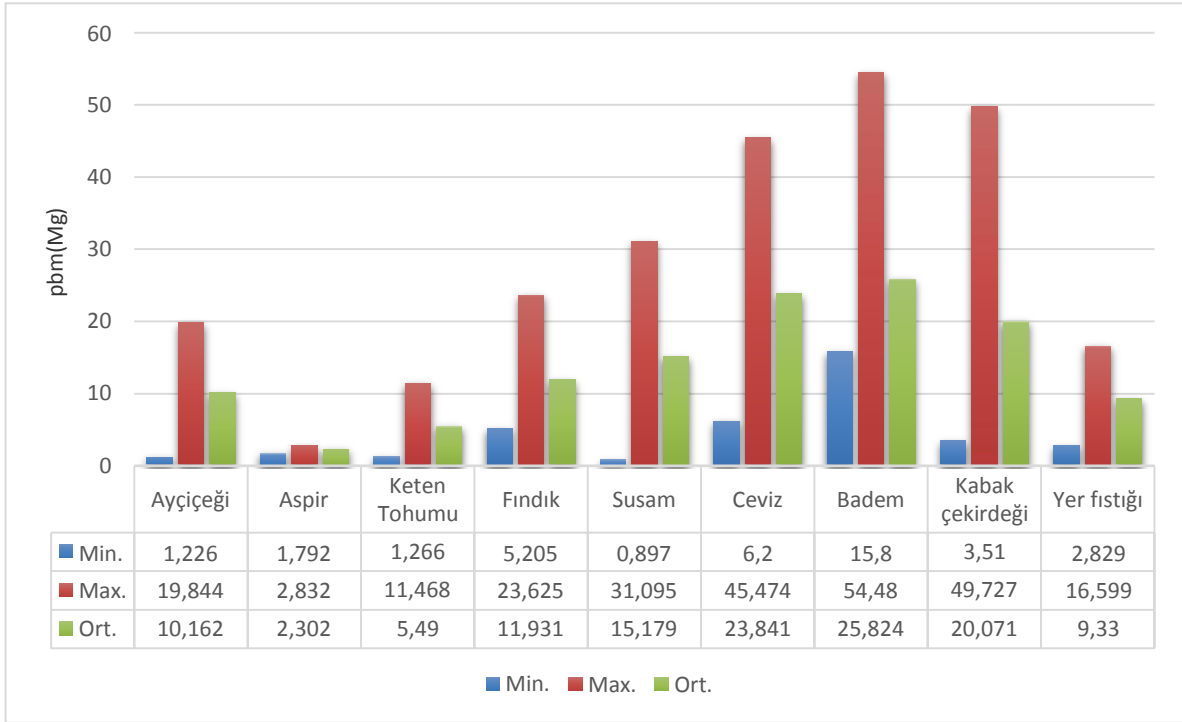
4.3. Magnezyum (Mg) içerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin magnezyum (Mg) elementi değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Mg elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde Mg içeriği ortalaması en yüksek olan çeşidin 54,48 ppm ile badem yağı; en düşük olan çeşidin 0,897 ppm ile susam yağı olduğu göze çarpmaktadır.

Çizelge 4.5. Soğuk pres yağ örneklerinin Mg elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	18,044±0,138b	16,436±0,273c	19,844±0,072a	1,568±0,003e	1,226±0,005e	3,851±0,024d
Aspir Yağı	1,984±0,008d	1,792±0,001f	2,707±0,014b	2,832±0,007a	1,834±0,018e	2,661±0,007c
Keten Tohumu Yağı	5,042±0,015d	11,468±0,058a	1,266±0,008f	5,172±0,016c	3,684±0,002e	6,307±0,012b
Fındık Yağı	9,145±0,029d	15,529±0,041b	23,625±0,039a	8,349±0,061e	9,734±0,017c	5,205±0,011f
Susam Yağı	4,013±0,011d	31,095±0,099a	0,897±0,001e	14,796±0,079b	9,319±0,055c	30,957±0,188a
Ceviz Yağı	22,962±0,031c	6,2±0,016e	45,474±0,244a	25,783±0,072b	22,706±0,089c	19,918±0,026d
Badem Yağı	15,826±0,03e	18,467±0,089d	31,386±0,145b	54,48±0,178a	15,8±0,051e	18,983±0,079c
Kabak Çekirdeği Yağı	37,387±0,09b	3,51±0,011f	11,974±0,032c	49,727±0,123a	7,186±0,056e	10,642±0,014d
Yerfıstığı Yağı				2,829±0,012c	16,599±0,039a	8,563±0,051b

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Magnezyum için tespit limit değeri (LOD) 0,0003 ppm'dir.



Şekil 4.3. Mg elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.6. Mg elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	10,162±1,953cde
Aspir	2,302±0,106e
Keten tohumu	5,49±0,753de
Fındık	11,931±1,47cd
Susam	15,179±2,913bc
Ceviz	23,841±2,801a
Badem	25,824±3,363a
Kabak çekirdeği	20,071±4,17ab
Yerfıstığı	9,33±1,997cde

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirme düzeyi hişadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Mg elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu

karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.5'te gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin Mg elementi içerikleri 7 farklı grup oluşturmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 3-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar aspir, keten tohumu, fındık ve kabak çekirdeği yağında 6 farklı grup; ayçiçeği, susam, ceviz ve badem yağında 5 farklı grup ve yer fıstığı yağında 3 grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.3 incelendiğinde Mg elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 1,226-19,844 ppm; aspir yağında 1,792-2,832 ppm; keten tohumu yağında 1,266-11,468 ppm; fındık yağında 5,205-23,625 ppm; susam yağında 0,897-31,095 ppm; ceviz yağında 6,2-45,474 ppm; badem yağında 15,8-54,48 ppm; kabak çekirdeği yağında 3,51-49,727 ppm; yer fıstığı yağında 2,829-16,599 ppm olduğu görülmektedir.

Ogunronbi ve ark. (2011) soğuk pres keten tohumu yağı kekinde yaptıkları çalışmada Mg elementi ortalama değerini 4,8- 5,9 mg/g (4800-5900 ppm) olarak bulmuşlardır. Yılmaz ve ark. (2015) 2 farklı soğuk pres domates tohumu yağında yaptıkları mineral incelemesinde Mg elementi ortalama değerini kavrulmamış tohum yağında 1301,90 µg/kg (ppb); kavrulmuş tohum yağında ise 1311,60 µg/kg (ppb) olarak bulmuşlardır. Arslan ve Özcan (2010) zeytinyağı örneklerinde Mg elementi değerini 1,6-7,1 µg/g (ppm) arasında bulmuşlardır. Sullivan (1980) ham ayçiçeği yağında Mg elementini 6-66 ppm aralığında bulmuştur. Bu değer aralığının çalışmamızdaki soğuk pres ayçiçeği yağı değer aralığına göre yüksek olduğu görülmektedir.

Yüksel (2010) rafine ayçiçeği yağında ortalama Mg değerini 0,041 ppm, rafine fındık yağında 0,011 ppm olarak tespit etmiştir ve bu değerler çalışmamızdaki örneklerle göre çok düşük kalmaktadır.

Magnezyum topraktan bitkilerce Mg⁺⁺ iyonları şeklinde absorbe edilmektedir. Bitkilerin yapısında klorofil molekülleri oluşturma yönünde bir işlev görmektedir. Magnezyumun diğer önemli bir rolü de fosfor metabolizmasında ortaya çıkmaktadır. İçeriği düşük topraklarda gübre bileşeni olarak uygulanmaktadır (Gültekin ve Örgün 1994).

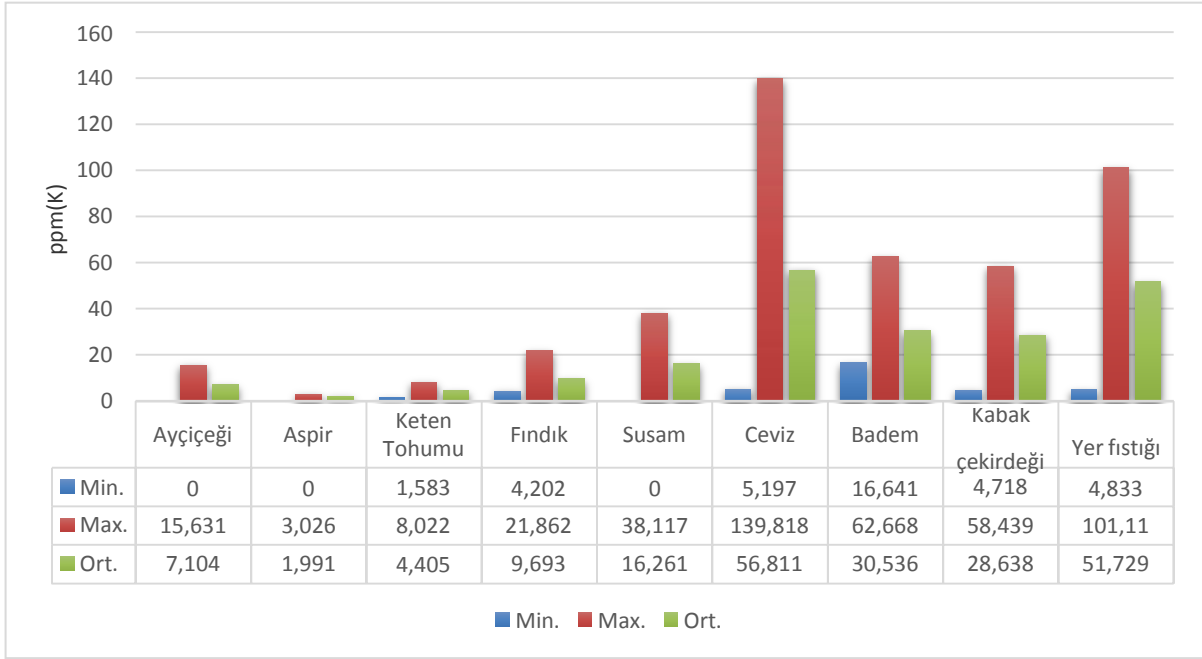
4.4. Potasyum (K) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin potasyum (K) elementi değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait K elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.4’te gösterilmiştir. Çizelge 4.7 incelendiğinde K içeriği ortalaması en yüksek olan çeşidin 139,818 ppm ile ceviz yağı olduğu görülmektedir. Ayçiçeği, aspir ve susam yağı çeşitlerinin bazı örneklerinde tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.7. Soğuk pres yağ örneklerinin K elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	11,458±0,435b	11,139±0,429b	15,631±0,335a	1,481±0,037d	TEDBe	2,916±0,302c
Aspir Yağı	3,026±0,495a	2,67±0,671a	TEDBb	2,29±0,529a	1,519±0,077a	2,443±0,489a
Keten Tohumu Yağı	4,028±0,177c	8,022±0,431a	1,583±0,006e	5,047±0,294b	3,065±0,313d	4,685±0,244bc
Fındık Yağı	7,457±1,34b	7,627±0,17b	21,862±0,209a	8,804±0,107b	8,21±0,408b	4,202±0,723c
Susam Yağı	4,733±0,431d	38,117±0,445a	TEDBe	10,197±0,343b	6,857±0,917c	37,665±0,44a
Ceviz Yağı	19,559±0,411c	5,197±0,637d	139,818±0,207a	79,965±0,931b	18,181±0,555c	78,143±0,65b
Badem Yağı	16,641±0,402c	34,42±0,708b	17,235±0,543c	62,668±0,229a	16,712±0,362c	35,538±0,694b
Kabak Çekirdeği Yağı	51,108±0,717b	4,718±0,174f	8,884±0,744e	58,439±0,291a	22,992±0,064d	25,688±0,594c
Yer fıstığı Yağı				4,833±0,407c	101,11±0,729a	49,245±1,297b

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Potasyum için tespit limit değeri (LOD) 0,034 ppm’dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.



Şekil 4.4. K elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.8. K elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	7,104±1,43c
Aspir	1,991±0,288c
Keten tohumu	4,405±0,489c
Fındık	9,693±1,385c
Susam	16,261±3,785bc
Ceviz	56,811±11,474a
Badem	30,536±4,006b
Kabak çekirdeği	28,638±4,85b
Yerfıstığı	51,729±13,917a

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirilmesi düşük hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında K elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.8’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres

yağ çeşitlerinin K elementi içerikleri arasında 4 farklı grup oluşmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 2-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar keten tohumu ve kabak çekirdeği yağında 6 farklı grup; ayçiçeği ve susam yağında 5 farklı grup; ceviz yağında 4 farklı grup; fındık, badem ve yer fıstığı yağında 3 farklı grup; aspir yağında 2 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.4 incelendiğinde K elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 0-15,631 ppm; aspir yağında 0-3,026 ppm; keten tohumu yağında 1,583-8,022 ppm; fındık yağında 4,202-21,862 ppm; susam yağında 0-38,117 ppm; ceviz yağında 5,197-139,818 ppm; badem yağında 16,641-62,668 ppm; kabak çekirdeği yağında 4,718-58,439 ppm; yer fıstığı yağında 4,833-101,11 ppm olduğu görülmektedir.

Ogunronbi ve ark. (2011) soğuk pres keten tohumu yağı kekinde yaptıkları çalışmada K elementi ortalama değerini 9,0-10,1 mg/g (9000-10100 ppm) olarak bulmuşlardır. Yılmaz ve ark. (2015) 2 farklı soğuk pres domates tohumu yağında yaptıkları mineral incelemesinde K elementi ortalama değerini kavrulmamış tohum yağında 397,90 µg/kg (ppb); kavrulmuş tohum yağında aynı şekilde 397,90 µg/kg (ppb) olarak bulmuşlardır. Iskander (1993) ayçiçeği, susam, keten tohumu, soya, mısır ve zeytinyağı örneklerinde K elementini 5,93-47,2 ppm aralığında tespit etmiştir. Cindric ve ark. (2007) kabak çekirdeği yağında 45,3 ppm olarak tespit ettiği ortalama K değeri çalışmamızda soğuk pres kabak çekirdeği yağında tespit ettiğimiz en yüksek değer in altında kalmaktadır. Potasyum bitkilerde hayati öneme sahip metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal işlevlere sahiptir. Bu işlevlerin etkisi sonucu bitkilerde ürün miktarı ve kalitesi artar. Potasyum enzim aktivitesine, fotosenteze, bitki besin elementlerinin ve fotosentez ürünlerinin taşınmalarına yardım eder, protein kapsamını artırır, turgoru düzenler, bitkilerde su yitmesini ve solmayı önler. Potasyum bitkilerde kök gelişmesini ve büyümesini olumlu şekilde etkilerken bitkilerde yatmayı önler, soğuğa dayanıklılığı artırır, azotun etkinliğini artırır, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı olumlu şekilde etkiler. Bu etkinlikleriyle potasyum, ürün miktarı üzerine olumlu ve önemli etki yapar. Potasyum protein kapsamını artırmak suretiyle gıda ve yem bitkilerinin besin değerlerini yükseltir, meralarda yem bitkilerinin daha kaliteli olmalarına yardım eder. Çeşitli meyvelerin renk, büyüklük, tat ve aromalarına olumlu etki yaparken depolanmaları sırasındaki ağırlık kaybının az olmasını, pazarlama oranının artmasını ve pazarlanacak yerlere taşınmaları sırasındaki kaybı en aza indirmek suretiyle kaliteyi artırır (Kaçar 2005).

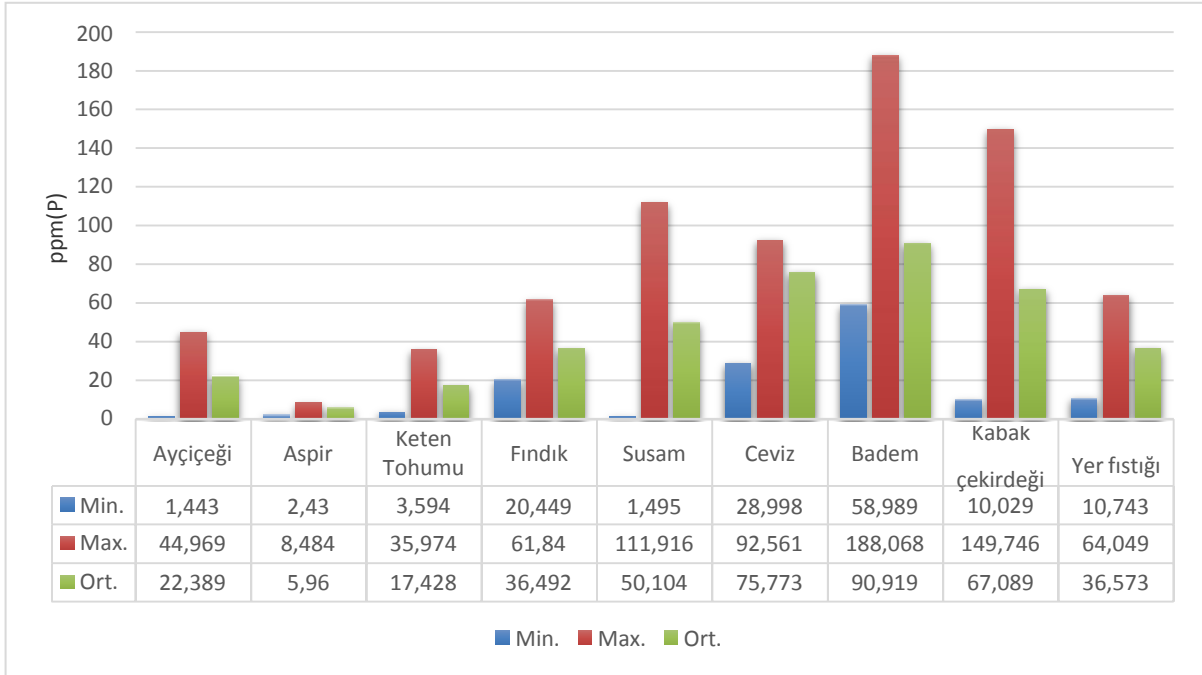
4.5. Fosfor (P) içerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin fosfor (P) elementi değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait P elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.5’te gösterilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde P içeriği ortalaması en yüksek olan çeşidin 188,068 ppm ile badem yağı; en düşük olan çeşidin de 1,443 ppm ile ayçiçeği yağı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.9. Soğuk pres yağ örneklerinin P elementi ortalama miktarları (ppm)

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	38,579±0,216b	37,277±0,302c	44,969±0,119a	3,19±0,028e	1,443±0,016f	8,878±0,099d
Aspir Yağı	6,825±0,068c	6,767±0,033c	3,094±0,037d	8,484±0,067a	8,157±0,039b	2,43±0,032e
Keten Tohumu Yağı	13,982±0,062e	35,974±0,022a	3,594±0,018f	20,176±0,113b	16,281±0,023c	14,564±0,056d
Fındık Yağı	37,285±0,046b	20,449±0,081e	61,84±0,149a	33,264±0,078c	37,034±0,109b	29,08±0,09d
Susam Yağı	13,103±0,038e	110,332±0,483b	1,495±0,013c	29,655±0,054d	34,125±0,12c	111,916±0,373a
Ceviz Yağı	80,075±0,411d	28,998±0,058f	92,561±0,5a	89,526±0,506b	78,431±0,229e	85,049±0,388c
Badem Yağı	67,484±0,314e	72,4±0,235c	87,336±0,016b	188,068±0,482a	58,989±0,209f	71,238±0,42d
Kabak Çekirdeği Yağı	138,17±0,267b	10,029±0,015f	29,34±0,066e	149,746±0,435a	36,687±0,156d	38,561±0,102c
Yerfıstığı Yağı				10,743±0,057c	64,049±0,251a	34,926±0,241b

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Fosfor için tespit limit değeri (LOD) 0,0047 ppm’dir.



Şekil 4.5. P elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.10. P elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	22,389±4,41ef
Aspir	5,96±0,571f
Keten tohumu	17,428±2,352ef
Fındık	36,492±3,078de
Susam	50,104±10,78cd
Ceviz	75,773±5,213ab
Badem	90,919±10,733a
Kabak çekirdeği	67,089±13,396bc
Yerfıstığı	36,573±7,706de

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirmesi düşey hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında P elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.10’da verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres

yağ çeşitlerinin P elementi içerikleri 7 ayrı grup oluşturmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 3-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar ayçiçeği, keten tohumu, ceviz, badem ve kabak çekirdeği yağında 6 farklı grup; aspir, susam ve fındık yağında 5 farklı grup; yer fıstığı yağında 3 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.5 incelendiğinde P elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 1,443-44,969 ppm; aspir yağında 2,43-8,484 ppm; keten tohumu yağında 3,594-35,974 ppm; fındık yağında 20,449-61,84 ppm; susam yağında 1,495-111,916 ppm; ceviz yağında 28,998-92,561 ppm; badem yağında 58,989-188,068 ppm; kabak çekirdeği yağında 10,029-149,746 ppm; yerfıstığı yağında 10,743-64,049 ppm olduğu görülmektedir.

Ogunronbi ve ark. (2011) soğuk pres keten tohumu yağı kekinde yaptıkları çalışmada P elementi ortalama değerini 6,4-8,2 mg/g (6400-8200 ppm) olarak tespit etmişlerdir. Ersungur (2008) farklı yöntemlerle elde edilmiş kolza tohumu yağlarıyla yürüttüğü çalışmada soğuk pres yağlarıyla elde edilip hiçbir ön işleminden geçmeyen kolza tohumu yağlarında fosfor miktarını 37,3 ppm olarak belirlemiştir. Ön işlem uygulanmış diğer kolza tohumlarının P içeriğinin oldukça yüksek çıkmasından ötürü sıcaklık artışı ile beraber fosfor miktarının arttığını gözlemlemiştir. Güler (2009) soğuk pres kolza yağında ortalama P değerini 51,645 mg/kg; rafine kolza yağında ortalama P değerini ise 4,3965 mg/kg olarak bulmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda rafinasyonun etkin bir şekilde yapıp yapılmadığının P değerinden anlaşılabilceğini; degumming işlemi sırasında yağdan uzaklaştırılması gerektiğini vurgulamıştır. Bizim çalışmamızda incelediğimiz bazı soğuk pres yağlara ait fosfor elementi miktarları bu değerlerin üzerindedir. Bir kısım soğuk pres yağ çeşitlerinde ise bu değer aralığında kalmaktadır. Soğuk pres yağ çeşitlerinde rafine yağlara nazaran fosfor miktarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Sullivan (1980) ham ayçiçeği yağında P içeriğini 21-237 ppm olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda soğuk pres ayçiçeği yağında tespit ettiğimiz değer aralığı ilgili değer aralığından oldukça düşüktür.

Primer besleyici öğeler içinde bitkilerce en az kullanılanı fosfordur. Gübre tüketimine bağımlı olarak kullanma oranı sürekli artış göstermektedir. Bitki dokuları içinde nükleoprotein sentezinde kullanıldığından büyümekte olan bitkiler içinde oldukça bol oranda bulunan bir elementtir (Gültekin ve Örgün 1994).

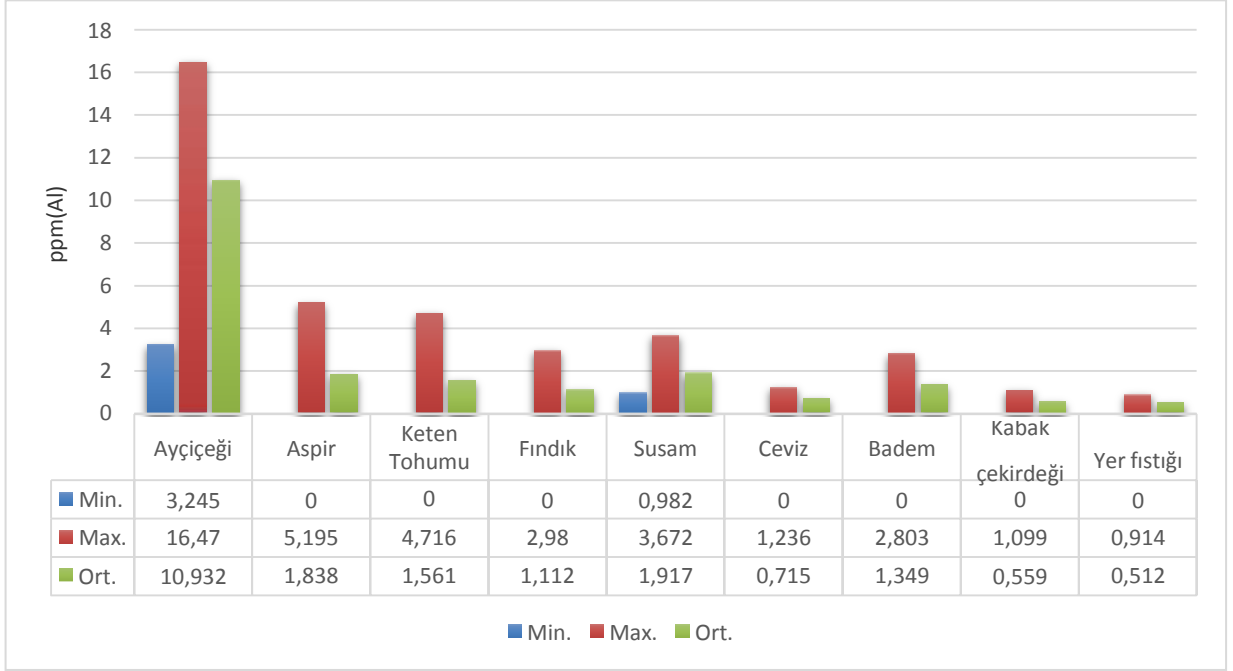
4.6. Alüminyum (Al) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin alüminyum (Al) elementi değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Al elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.6’da gösterilmiştir. Çizelge 4.11 incelendiğinde Al içeriği ortalaması en yüksek 16,47 ppm ile ayçiçeği yağında tespit edilmiştir. Aspir, keten tohumu, fındık, ceviz, badem, kabak çekirdeği ve yer fıstığı yağının bazı örneklerinde tespit edilebilir düzeyde olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.11. Soğuk pres yağ örneklerinin Al elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	16,47±0,214a	10,679±0,067d	13,515±0,065b	9,507±0,08e	12,174±0,236c	3,245±0,047f
Aspir Yağı	1,596±0,02c	TEDBd	TEDBd	4,237±0,063b	TEDBd	5,195±0,117a
Keten Tohumu Yağı	1,786±0,053b	1,839±0,085b	4,716±0a	TEDBd	TEDBd	1,027±0,02c
Fındık Yağı	2,98±0,071a	TEDBd	1,737±0,05c	TEDBd	1,957±0,067b	TEDBd
Susam Yağı	3,672±0,051a	3,21±0,069b	1,073±0,014d	1,451±0,088c	0,982±0,169d	1,116±0,027d
Ceviz Yağı	0,646±0,122c	1,236±0,108a	1,028±0,177ab	TEDBd	0,811±0,083bc	0,569±0,048c
Badem Yağı	TEDBd	1,812±0,085b	2,803±0,107a	2,016±0,035b	TEDBd	1,463±0,097c
Kabak Çekirdeği Yağı	0,511±0,02c	TEDBd	0,69±0,111b	1,055±0,007a	TEDBd	1,099±0,059a
Yerfıstığı Yağı				0,624±0,04b	0,914±0,038a	TEDBc

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Alüminyum için tespit limit değeri (LOD) 0,009 ppm’dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.



Şekil 4.6. Al elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.12. Al elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	10,932±0,992a
Aspir	1,838±0,517b
Keten tohumu	1,561±0,387b
Fındık	1,112±0,286b
Susam	1,917±0,267b
Ceviz	0,715±0,101b
Badem	1,349±0,252b
Kabak çekirdeği	0,559±0,109b
Yer fıstığı	0,512±0,136b

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirmesi düşey hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Al elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu

karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.11’de gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.12’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin Al elementi içerikleri 2 ayrı grup oluşturmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 3-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar ayçiçeği yağında 6 farklı grup; ceviz yağında 5 farklı grup; aspir, keten tohumu, fındık, susam, badem, kabak çekirdeği yağında 4 farklı grup; yer fıstığı yağında 3 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.6 incelendiğinde Al elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 3,245-16,47 ppm; aspir yağında 0-5,195 ppm; keten tohumu yağında 0-4,716 ppm; fındık yağında 0-2,98 ppm; susam yağında 0,982-3,672 ppm; ceviz yağında 0-1,236 ppm; badem yağında 0-2,803 ppm; kabak çekirdeği yağında 0-1,099 ppm; yer fıstığı yağında 0-0,914 ppm olduğu görülmektedir.

Arslan ve Özcan (2010) zeytinyağı örneklerinde Al elementi ortalama min-max değer aralığını 0,6-96,4 µg/g (ppm) olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda kullandığımız yağ örneklerinde elde ettiğimiz değerler oldukça düşük kalmaktadır. Yılmaz ve ark. (2015) 2 farklı soğuk pres domates tohumu yağında yaptıkları mineral incelemesinde Al elementi ortalama değerini kavrulmamış tohum yağında 169,63 µg/kg (ppb); kavrulmuş tohum yağında ise 167,48 µg/kg (ppb) olarak bulmuşlardır. Asemave ve ark. (2012) ‘nın yer fıstığı yağlarında belirlediği ortalama alüminyum miktarı çalışmamızdaki soğuk pres yer fıstığı yağına göre yüksek seviyededir. Araştırmacıların soya yağı ve palm yağında tespit ettiği ortalama alüminyum miktarı çalışmamızdaki diğer soğuk pres yağ örneklerine ait ortalama değerlerden düşüktür.

Dünyada en çok bulunan minerallerden birisi olan Al toprakta, havada ve suda doğal olarak bulunabilmektedir (Anonim 2008). Alüminyum vücuda diyet, solunum, deri ve parenteral yolla alınmaktadır (Uysal ve ark. 1990). Toprağa kıyasla suda bulunan Al miktarı düşüktür. İçme sularına asit yağmurlarının karışması sonucu Al topraktan ayrılıp suya geçmektedir (Campbell ve ark. 1957). Önemli sağlık sorunlarına neden olmalarından dolayı gıdalardaki ağır metal kontaminasyonun önlenmesi ve/veya azaltılması amacıyla bazı ulusal ve uluslararası düzenlemeler mevcuttur. Bu çerçevede Gıda Katkıları Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)/WHO Ortak Uzmanlar Komitesi (JECFA) tarafından ağır metallerin tolere edilebilir haftalık alım düzeylerini belirlemiştir. Buna göre alüminyumun haftalık tolere edilebilir alım düzeyi 2 mg/kg’dır (Anonim 2009). “Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli

Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkındaki Tebliğ'e (Tebliğ No:2002/63) göre gıda maddelerindeki alüminyum limitlerinin 2-15 mg/kg (ppm) arasında olması gerekmektedir. Yağlar için özel bir limit belirlenmemiştir. Bu değerlere göre çalışmamızda elde etmiş olduğumuz 1. firmaya ait ayçiçeği yağı örneğindeki değer yasal limiti aşmıştır. Diğer örneklerin alüminyum değerleri yasal limitlerin altındadır.

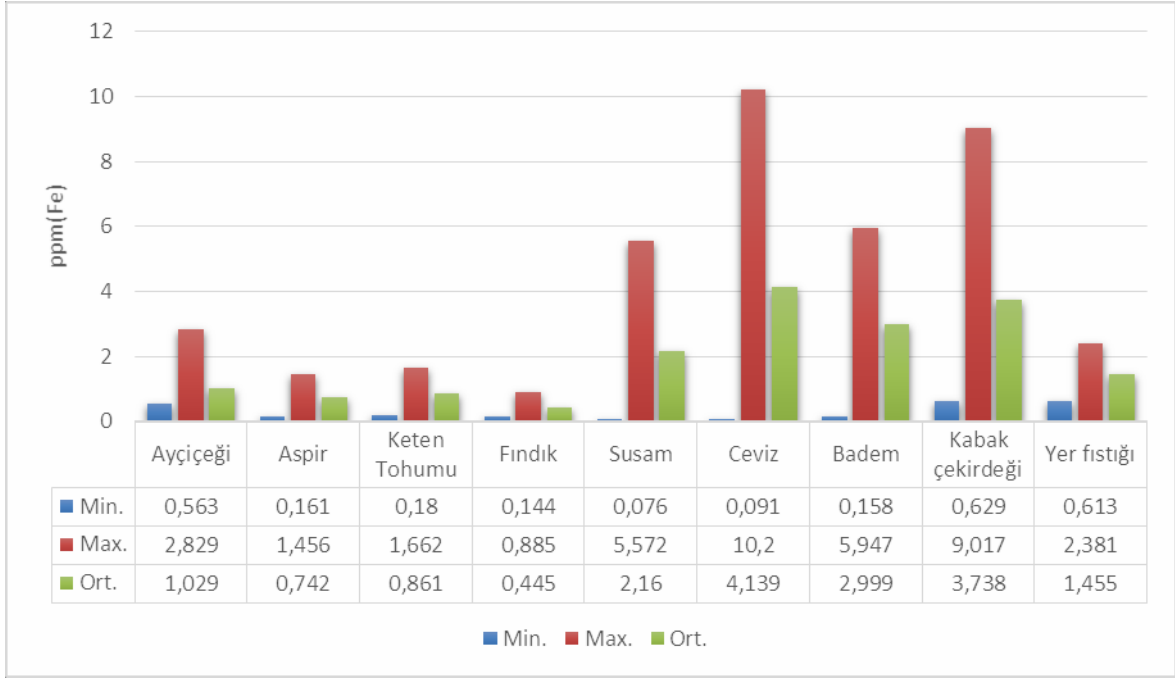
4.7. Demir (Fe) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin demir (Fe) elementi değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Fe elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Çizelge 4.13 incelendiğinde Fe içeriği ortalaması en yüksek olan çeşidin 10,2 ppm ile ceviz yağı; en düşük olan çeşidin de 0,076 ppm değeri ile susam yağı olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. Soğuk pres yağ örneklerinin Fe elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	0,667±0,006c	0,621±0,006d	0,837±0,003b	2,829±0,03a	0,563±0,002e	0,66±0,013cd
Aspir Yağı	0,825±0,025c	0,161±0,005f	0,392±0,009e	0,902±0,017b	0,718±0,012d	1,456±0,008a
Keten Tohumu Yağı	1,138±0,002c	1,453±0,006b	0,18±0,003f	1,662±0,006a	0,436±0,003d	0,298±0,001e
Fındık Yağı	0,378±0,011d	0,144±0,001f	0,885±0,005a	0,529±0,007b	0,442±0,008c	0,29±0,003e
Susam Yağı	0,438±0,013e	5,572±0,016a	0,63±0,01d	0,076±0,013c	0,242±0,012f	5,323±0,042b
Ceviz Yağı	10,2±0,036a	0,544±0,009e	8,501±0,086b	3,481±0,033c	0,091±0,005f	2,021±0,015d
Badem Yağı	0,248±0,01e	4,838±0,019c	5,112±0,037b	1,689±0,006d	0,158±0,004f	5,947±0,018a
Kabak Çekirdeği Yağı	7,435±0,02b	1,642±0,024d	1,163±0,015e	9,017±0,026a	0,629±0,017f	2,544±0,006c
Yerfıstığı Yağı				0,613±0,014c	2,381±0,009a	1,371±0,011b

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları 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 değeri (LOD) 0,001 ppm'dir.



Şekil 4.7. Fe elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.14. Fe elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	1,029±0,196d
Aspir	0,742±1,099d
Keten tohumu	0,861±0,141d
Fındık	0,445±0,056d
Susam	2,16±0,565bcd
Ceviz	4,139±0,939a
Badem	2,999±0,576abc
Kabak çekirdeği	3,738±0,79ab
Yer fıstığı	1,455±0,256cd

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirmesi düşey hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Fe elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.13'te gösterilmiştir. Bununla birlikte

soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.14’te verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin Fe elementi içerikleri arasında 6 farklı grup oluşmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 3 ve 6 farklı gruplar oluşmuştur. Bu gruplar ayçiçeği, aspir, keten tohumu, fındık, susam, ceviz, badem ve kabak çekirdeği yağında 6 farklı grup; yer fıstığı yağında 3 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.7 incelendiğinde Fe elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 0,563-2,829 ppm; aspir yağında 0,161-1,456 ppm; keten tohumu yağında 0,18-1,662 ppm; fındık yağında 0,144-0,885 ppm; susam yağında 0,076-5,572 ppm; ceviz yağında 0,091-10,2 ppm; badem yağında 0,158-5,947 ppm; kabak çekirdeği yağında 0,629-9,017 ppm; yer fıstığı yağında 0,613-2,381 ppm olduğu görülmektedir.

Pehlivan ve ark. (2008) rafine mısır yağında Fe değerini 0,0352 ppm olarak tespit etmiştir. Peker (1993) araştırmacısının ham ayçiçeği yağında tespit ettiği ortalama demir miktarı çalışmamızdaki soğuk pres ayçiçeği yağlarının ortalama demir miktarlarına göre oldukça yüksektir. Aynı şekilde araştırmacının ham soya yağında tespit ettiği ortalama demir miktarları da çalışmamızdaki diğer soğuk pres yağ çeşitlerinin demir miktarlarına göre yüksektir. Asemave ve ark. (2012) ‘nın yer fıstığı yağlarında belirlediği ortalama demir miktarı çalışmamızdaki soğuk pres yer fıstığı yağına göre yüksek seviyededir. Araştırmacıların soya yağı ve palm yağında tespit ettiği ortalama demir miktarı çalışmamızdaki diğer soğuk pres yağ örneklerine ait ortalama değer aralığının içerisinde yer almaktadır.

Yılmaz ve ark. (2015) 2 farklı soğuk pres domates tohumu yağında yaptıkları mineral incelemesinde Fe elementi ortalama değerini kavrulmamış tohum yağında 110,70 µg/kg (ppb); kavrulmuş tohum yağında ise 113,14 µg/kg (ppb) olarak bulmuşlardır. Güler (2009) soğuk pres kolza yağında ortalama Fe değerini 19,399 mg/kg (ppm); rafine kolza yağında ortalama Fe değerini ise 0,522 mg/kg (ppm) olarak bulmuştur. Araştırmacı soğuk pres yağ için bu değer yüksek olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda soğuk pres yağ çeşitlerinde bulduğumuz ortalama demir miktarları araştırmacının soğuk pres kolza yağında tespit ettiği ortalama demir miktarının altında kalmaktadır.

Yüksel (2010) Fe elementi ortalama değerini rafine ayęiçeęi yağında 0,284 ppm ve rafine fındık yağında 0,339 ppm olarak tespit etmiştir. Bu ortalama değerler, çalışmamızdaki soğuk pres ayęiçeęi yağından daha dūřuk, soğuk pres fındık yağına yakındır.

Gūle (2013) naturel ve organik zeytinyağı örneklerinde tespit ettiği ortalama demir miktarları çalışmamızdaki diğer soğuk pres yaę çeşitlerinin değer aralığı içerisinde yer almaktadır.

Prooksidan ve toksik metallerin kontaminasyonu, katı ve sıvı yaęları uygun iřlemeyle minimumda tutulmalıdır. Fakat Fe ile teması kesmek mūmkūn deęildir. ūnkū endūstride siyah demir ekipmanlar kullanılmaktadır. Fe gibi geçiř metalleri hidroperoksitlerin parçalanmasını katalizleyerek istenmeyen bileřiklerin oluřmasına yol açarlar (Pehlivan ve ark. 2008). Yapılan arařtırmalara gōre yaęların yūksel stabiliteye sahip olması için Fe konsantrasyonu 0,1 ppm'in altında olmalıdır (Anwar ve ark. 2004, Ansari ve ark. 2008).

Demir, insan ve dięer pek çok canlı tūrū için temel bir elementtir. Demir dokuya oksijen tařınması ve dokudaki oksidasyon olaylarının sūrdūrūlmesi için gereklidir. Besinlerin çoęunda pek az demir vardır. Besin maddeleri arasında en fazla demir içerenler, kasaplık hayvanların karacięer, bōbrek, kalp ve dalak gibi iç organları, yumurta sarısı ve bira mayasıdır. Bitkisel besinlerden kuru baklagil tohumları da fazla demir içermektedir. Daha az oranda olmak ūzere tavuk, balık, ve deniz ūrūnleri dahil būtūn et ūrūnlerinde, kabuęundan ayrılmıř buęday tanesi ve ondan yapılan unda, yulafta, yeřil sebzelerde, incir, ceviz, fındıkta da bulunmaktadır (Laçin 2005).

Fe genellikle proses ekipmanları veya depolama materyalleri (tanklar, variller gibi) yūzeylerinden bulařmaktadırlar (Jimenez ve ark. 2003). İnsan beslenmesi için gerekli olan demir, vūcutta; hemoglobinin ve çeřitli enzimlerin yapısında yer almaktadır. Bununla birlikte vūcuttaki demir oranı yūkseldięinde (gūnlūk 40 mg demir alınması) toksik ūzellik gōstermektedir. Ařırı demir alımı vūcut dokularının zarar gōrmesine neden olmakla birlikte ūzellikle karacięerde yapısal bozukluklara, siroz hastalıęına, pankreatik diyabete neden olmakta, kanser ve kalp hastalıęı riskini arttırmaktadır (Yūzbařı ve Sezgin 2002).

“Tūrk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkındaki Teblię”e (Teblię No:2002/63) gōre sızma ve ham bitkisel yağlarda bulunabilecek

demir limiti 5 mg/kg (ppm)'dir. Susam, ceviz, badem ve kabak çekirdeği yağının bazı örneklerinde tespit edilen değerler yasal limitin üzerindedir.

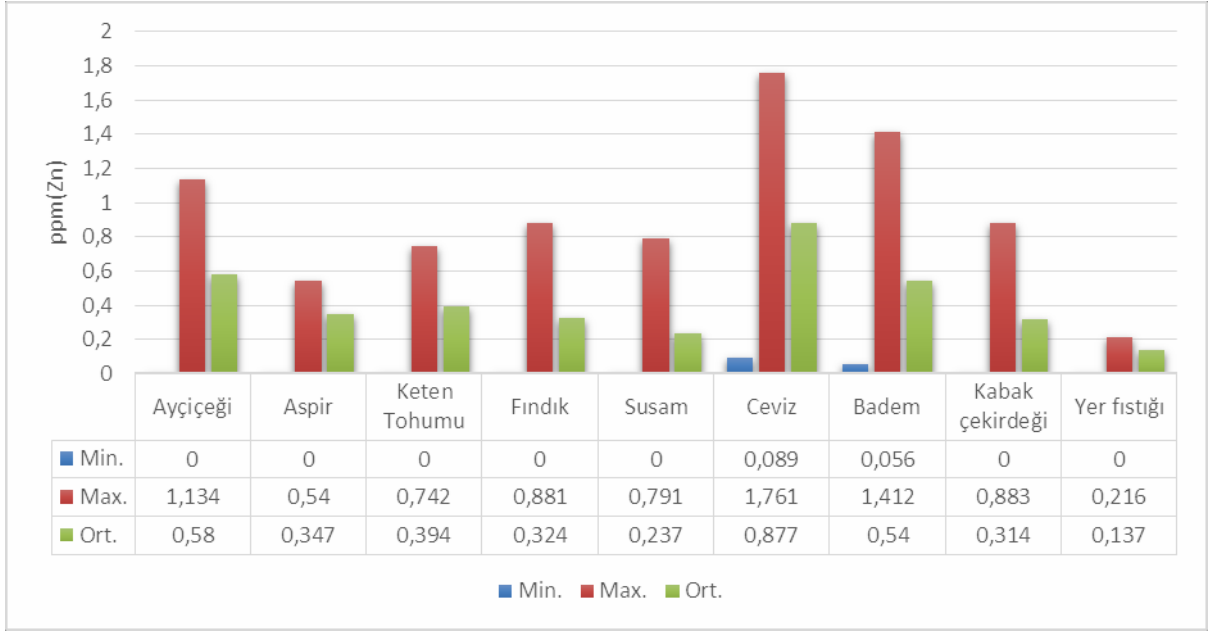
4.8. Çinko (Zn) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin çinko (Zn) elementi değerleri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Zn elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Çizelge 4.15 incelendiğinde Zn içeriği ortalaması en yüksek 1,761 ppm ile ceviz yağında tespit edilmiştir. Ayçiçeği, aspir, keten tohumu, fındık, susam, kabak çekirdeği ve yer fıstığı yağının bazı örneklerinde tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.

Çizelge 4.15. Soğuk pres yağ örneklerinin Zn elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	0,163±0,003d	0,574±0,013b	0,502±0,01c	1,134±0,017a	TEDBe	1,107±0,018a
Aspir Yağı	0,519±0,031a	TEDBd	0,273±0,001c	0,472±0,012b	0,54±0,005a	0,276±0,013c
Keten Tohumu Yağı	0,507±0,01c	0,742±0,003a	0,147±0,005e	TEDBf	0,327±0,006d	0,639±0,018b
Fındık Yağı	0,295±0,011c	0,881±0,001a	0,384±0,002b	TEDBf	0,144±0,007e	0,241±0,005d
Susam Yağı	TEDBe	0,791±0,015a	0,308±0,009b	0,116±0,016d	TEDBe	0,21±0,005c
Ceviz Yağı	0,531±0,012d	1,262±0,008b	1,761±0,03a	1,167±0,02c	0,089±0,015f	0,453±0,012e
Badem Yağı	0,725±0,023b	0,42±0,013c	1,412±0,012a	0,399±0,007c	0,225±0,001d	0,056±0,004e
Kabak Çekirdeği Yağı	TEDBe	0,251±0,007d	0,415±0,005b	0,883±0,009a	TEDBe	0,334±0,02c
Yerfıstığı Yağı				TEDBb	0,216±0,011a	0,196±0,007a

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları 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 değeri (LOD) 0,0006 ppm'dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.



Şekil 4.8. Zn elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.16. Zn elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	0,58±0,104b
Aspir	0,347±0,046bc
Keten tohumu	0,394±0,064bc
Fındık	0,324±0,067bc
Susam	0,237±0,066c
Ceviz	0,877±0,138a
Badem	0,54±0,107b
Kabak çekirdeği	0,314±0,072bc
Yer fıstığı	0,137±0,035c

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirme düzeyi hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Zn elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.15'te gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.16'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre

soğuk pres yağ çeşitlerinin Zn elementi içerikleri arasında 4 farklı grup oluşmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 2-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar keten tohumu, fındık, ceviz yağında 6 farklı grup; ayçiçeği, susam, badem, kabak çekirdeği yağında 5 farklı grup; aspir yağında 4 farklı grup; yer fıstığı yağında 2 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.8 incelendiğinde Zn elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 0-1,134 ppm; aspir yağında 0-0,54 ppm; keten tohumu yağında 0-0,742 ppm; fındık yağında 0-0,881 ppm; susam yağında 0-0,791 ppm; ceviz yağında 0,089-1,761 ppm; badem yağında 0,056-1,412 ppm; kabak çekirdeği yağında 0-0,883 ppm; yer fıstığı yağında 0-0,216 ppm olduğu görülmektedir.

Ogunronbi ve ark. (2011) soğuk pres keten tohumu yağı kekinde yaptıkları çalışmada Zn elementi ortalama değerini 64,7-69,33 mg/kg (ppm) olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar Zn elementi için bulunan değer aralığının Güney Afrika ulusal limitlerine göre (maksimum 40 mg/kg) yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda soğuk pres keten tohumu yağının ortalama Zn değer aralığı ilgili çalışmaya göre oldukça düşük kalmaktadır. Pehlivan ve ark. (2008) rafine badem yağında ortalama Zn değerini 0,2870 ppm olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda tespit ettiğimiz soğuk pres badem yağının ortalama Zn değeri olan 0,54 ppm ilgili çalışmada elde edilmiş olan Zn miktarından daha yüksektir. Yüksel (2010) Zn elementi ortalama değerini rafine fındık yağında 0,057 ppm ve rafine ayçiçeği yağında 0,083 ppm olarak tespit etmiştir. Bu ortalama değerler, çalışmamızdaki soğuk pres fındık yağı ve soğuk pres ayçiçeği yağına göre düşük kalmaktadır. Kabaran (2015) zeytinyağı örneklerinde tespit ettiği ortalama çinko miktarı çalışmamızdaki bazı soğuk pres yağ çeşitlerinin ortalama değer aralığı içerisinde yer almaktadır.

Çinko, insan ve hayvanlarda olduğu gibi bitkilerde de çok çeşitli ve önemli metabolik işlevlere sahiptir. Protein ve karbonhidrat sentezine katılmasının yanı sıra, enzim aktivasyonu, fotosentez, solunum ve biyolojik membran stabilitesi üzerine etkileri nedeniyle üretilen ürün miktarı ve kalitesini direkt olarak etkilemektedir (Rout ve Das 2003). “Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkındaki Tebliğ”e (Tebliğ No:2002/63) göre gıda maddelerindeki çinko limit değer aralığı 2-50 mg/kg (ppm)’dir. Yağlar için özel bir limit belirlenmemiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler limitlerin altında seyretmektedir.

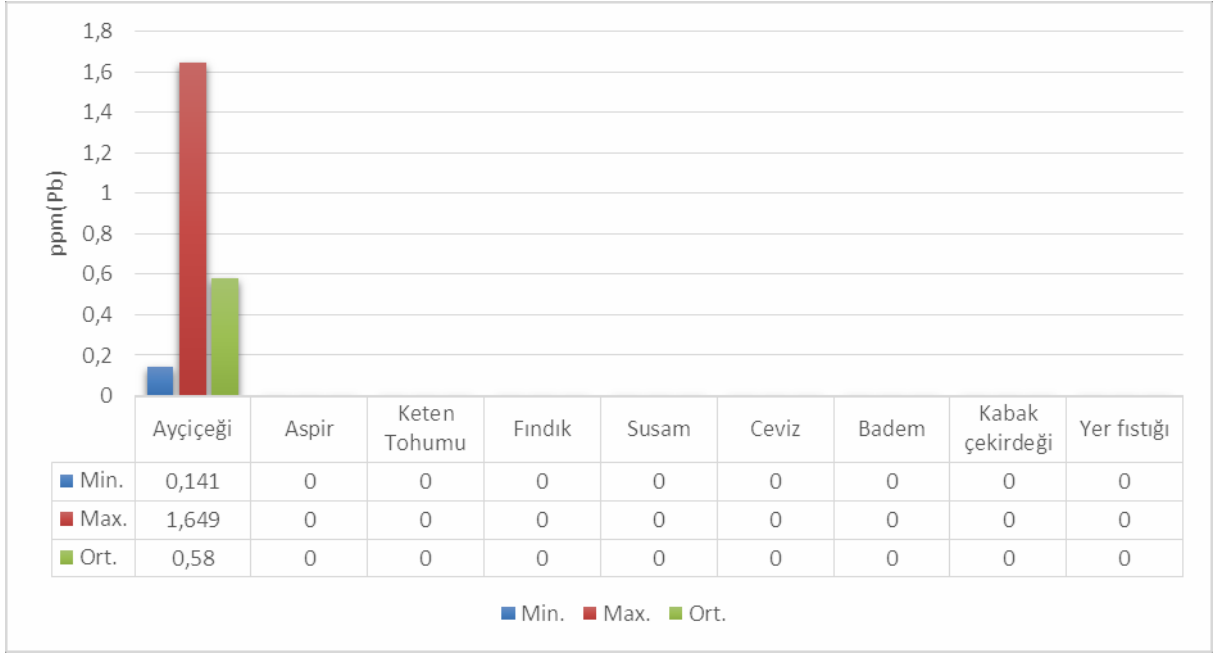
4.9. Kurşun (Pb) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin kurşun (Pb) elementi değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Pb elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.9’da gösterilmiştir. Çizelge 4.17 incelendiğinde Pb elementinin sadece ayçiçeği yağı örneklerinde tespit edildiği, bu yağ çeşidinde de en yüksek ortalama değer 1,649 ppm; en düşük ortalama değerinin de 0,141 ppm olduğu görülmektedir. Diğer 8 farklı yağ çeşidinde Pb elementi tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.

Çizelge 4.17. Soğuk pres yağ örneklerinin Pb elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	0,602±0,018c	1,649±0,007a	0,666±0,036b	0,161±0,006e	0,261±0,001d	0,141±0,006e
Aspir Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Keten Tohumu Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Fındık Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Susam Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Ceviz Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Badem Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Kabak Çekirdeği Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Yerfıstığı Yağı				TEDB	TEDB	TEDB

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Kurşun için tespit limit değeri (LOD) 0,013 ppm’dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.



Şekil 4.9. Pb elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.18. Pb elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	0,58±0,126a
Aspir	TEDB
Keten tohumu	TEDB
Fındık	TEDB
Susam	TEDB
Ceviz	TEDB
Badem	TEDB
Kabak çekirdeği	TEDB
Yerfıstığı	TEDB

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirmesi düzeyi hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Pb elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.17’de gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.18’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre

soğuk pres yağ çeşitlerinin Pb elementi içerikleri 2 ayrı grup oluşturmuştur. Ayçiçeği yağı çeşidinde 5 farklı grup oluşmuştur.

Üstbaş (2008) üç farklı ilden temin edilen ayçiçeği tohumu yağlarında Pb miktarını incelediği çalışmada Pb elementi değer aralığını 0,1-0,7 ppm olarak bulmuştur. Çalışmamızdaki ayçiçeği yağı örneklerinin bazıları bu değer aralığında iken bir kısmı ilgili değer aralığını aşmıştır. Ogunronbi ve ark. (2011) soğuk pres keten tohumu yağı kekinde yaptıkları çalışmada Pb elementi ortalama değerini 0,4-0,65 mg/kg (ppm) olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar Pb ortalama değerinin Güney Afrika ulusal limitlerine göre (maksimum 0,5 mg/kg) yüksek olduğunu değerlendirmişlerdir. Çalışmamızdaki soğuk pres keten tohumu yağında Pb elementi tespit edilmemiştir.

Asemave ve ark. (2012) Nijerya'dan temin ettikleri yer fıstığı yağında ortalama Pb miktarını 0,163 ppm olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda kullandığımız soğuk pres yer fıstığı yağı örneklerinde Pb tespit edilmemiştir. Ay (2010) ayçiçeği tohumlarında ortalama Pb miktarını 0,003- 0,103 ppm aralığında tespit etmiştir. Çalışmamızda soğuk pres ayçiçeği yağında elde ettiğimiz Pb değeri bu değer aralığından yüksektir. Arslan ve Özcan (2010) zeytinyağı örneklerinde Pb elementi değerini 0,0-0,9 µg/g (ppm) arasında bulmuşlardır. Tuna (2011) zeytin örneklerinde Pb miktarını belirlediği çalışmada anayolda yetişen örneklerde ortalama Pb miktarını 0,744 ppm; fabrika yakınındaki örneklerde 0,465 ppm; kontamine olmuş araziden toplanan örneklerde 0,561 ppm olarak tespit etmiştir. Dugo (2004) çalışmada yer fıstığı, ayçiçeği, soya, mısır, pirinç, üzüm çekirdeği ve fındık yağlarında kurşun içeriğini 8,6-55,61 ppb düzeyinde belirlemiştir. Bu değerler bizim çalışmamızda sadece soğuk pres ayçiçeği yağında tespit ettiğimiz değer aralığının altında ve diğer çeşitlerin de üzerindedir.

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 (Tayfur 2009). Çevre kirliliğine neden olan kurşunun büyük bölümü motorlu araçlarda kullanılan benzinin yanması sonucu ortaya çıkan tetra etil kurşundan kaynaklanmaktadır. Endüstriyel atıkların su yoluyla taşınması sonucu deniz canlılarında kurşun bulaşmasına rastlanmaktadır (Vural 1993). Kurşun, rafineri yakınlarındaki topraklarda 1000 mg/kg düzeyinde saptanmıştır. Yapısında kurşun bulunan borulardan geçen su gıdaların taşınması ve saklanması için kullanılan kaplardaki kurşun lehimleri de gıdalarda

kontaminasyona neden olmaktadır (Concon 1988). Kurşunun vücutta toksik etki yaratması için kanda veya yumuşak dokularda belli bir düzeye kadar birikmesi gerekir. Yaş, beslenme ve fizyolojik durumlar gibi birçok faktöre bağlı olarak etkisi değişmektedir (Vural 1993).

Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir. Kurşun birkaç bin yıldan beri insanlar için önemli bir metaldir (Saygıdeğer 1995, Karademir ve Toker 1995). Önemli sağlık sorunlarına neden olmalarından dolayı gıdalardaki ağır metal kontaminasyonun önlenmesi ve/veya azaltılması amacıyla bazı ulusal ve uluslar arası standartlar mevcuttur. Bu çerçevede 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 mg/kg'dır. Bunlara ek olarak EFSA ve CAC gibi otorite kurumlarında ağır metallerle ilgili maruziyet ve limit önerileri bulunmaktadır (Türközü ve Şanlıer 2014).

“Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği”nde (28157 sayılı ve 29.12.2011 tarihli) “katı ve sıvı yağlar” için belirlenmiş Pb limit değeri 0,1 mg/kg(ppm)' dir. Soğuk pres ayçiçeği yağı örneklerinin yasal limiti aştığı görülmektedir.

4.10. Cıva (Hg) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin cıva (Hg) elementi değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Hg elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.10’da gösterilmiştir. Çizelge 4.19 incelendiğinde Hg içeriği ortalaması en yüksek 16,93 ppm ile ayçiçeği yağı olduğu görülmektedir. Susam, badem, kabak çekirdeği ve yer fıstığı yağı çeşitlerinin hiçbir örneğinde; aspir, keten tohumu, fındık, ceviz yağı çeşitlerinin bazı örneklerinde tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.

Çizelge 4.19. Soğuk pres yağ örneklerinin Hg elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	1,825±0,003e	12,716±0d	16,93±0,092a	16,47±0,214b	1,179±0,04f	14,805±0,152c
Aspir Yağı	0,355±0,023a	TEDBb	TEDBb	TEDBb	TEDBb	TEDBb
Keten Tohumu Yağı	TEDBb	TEDBb	TEDBb	TEDBb	0,756±0,016a	TEDBb
Fındık Yağı	0,709±0,003a	TEDBc	TEDBc	TEDBc	TEDBc	0,541±0,004b
Susam Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Ceviz Yağı	TEDBb	0,193±0,014a	TEDBb	TEDBb	TEDBb	TEDBb
Badem Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Kabak Çekirdeği Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Yerfıstığı Yağı				TEDB	TEDB	TEDB

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. (P<0,01). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Cıva için tespit limit değeri (LOD) 0,002 ppm’dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.



Şekil 4.10. Hg elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.20. Hg elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	10,654±1,604a
Aspir	0,059±0,032b
Keten tohumu	0,126±0,068b
Fındık	0,208±0,072b
Susam	TEDB
Ceviz	0,032±0,017b
Badem	TEDB
Kabak çekirdeği	TEDB
Yerfıstığı	TEDB

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirmesi düşey hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Hg elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu

karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.19'da gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.20'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin Hg elementi içerikleri arasında 2 farklı grup oluşmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerinden ayçiçeği yağında 6 farklı grup, fındık yağında 3 farklı grup, aspir, keten tohumu ve ceviz yağında 2 farklı grup oluşmuştur.

Şekil 4.10 incelendiğinde Hg elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 1,179-16,93 ppm; aspir yağında 0-0,355 ppm; keten tohumu yağında 0-0,756 ppm; fındık yağında 0-0,709 ppm; ceviz yağında 0-0,193 ppm olduğu görülmektedir.

Thomas (1976) ham soya yağında ortalama Hg miktarını 0,01 ppm; nötralizasyon aşaması çıkışı yağda 0,01 ppm; % 1 ağartma toprağı kullanılarak ağartılmış yağda 0,03 ppm; deodorizasyon aşaması çıkışı yağda 0,01 ppm`den az olarak belirlemiştir. Çalışmamızda aynı yağ çeşidi kullanılmamış olsa da örneklerimizin Hg miktarı ilgili çalışmanın Hg değerlerinden daha yüksektir. Diğer taraftan, Şahan ve ark. (2005) yeşil ve siyah zeytin örneklerinde yağ yakma yöntemi ile Hg miktarını yeşil zeytinde 0,24 ppm; siyah zeytinde 0,1 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Cıva, çeşitli plastiklerin üretiminde katalizör olarak ve çeşitli ölçü ve kontrol aygıtlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu elementin buharları ve bütün bileşikleri zehirlidir. Cıvanın tarımsal kullanımı esasen fungusit şeklinde olup toplam endüstriyel kullanımın %5 'ini teşkil etmektedir. Çevreye yayılan cıvanın en önemli kaynakları tarımda kullanılan fungusitler ile metalik cıvanın buharlaşmasından oluşan atmosferik kirlenmedir. Ayrıca Hg içeren kaya ve minerallerin ayrışması, kömür ve yağların yanması ile de Hg açığa çıkmaktadır. Bu element organik maddelere karşı çok şiddetli birleşme eğilimine sahiptir. Özellikle asit karakterdeki organik topraklara sıkı bir şekilde bağlanır. O nedenle humuslu topraklarda bol miktarda bulunan cıva, asit yağışlarla hatta tuzlu çözeltilerle bile yıkanıp götürülemez (Yıldız 2004).

Cıva gıdalarda doğal olarak bulunmaz. Fakat insanlar tarafından tüketilen balık gibi gıdalar yoluyla besin zinciri içerisinde kendilerine yer bulur ve yayılabilirler. Balıktaki cıva konsantrasyonu içinde yaşadığı suda bulunan cıva konsantrasyonundan daha fazladır. Tarlalardaki çevresel kirlenmeden dolayı et önemli miktarda cıva ihtiva edebilir. Bitkisel

ürünlerde cıva bulunmaz, fakat tarımsal uygulamalar esnasında cıva içeren spreyleerin kullanılmasıyla sebzelerden ve diğler ürünlerden insan vücuduna taşınabilir (Anonim 2015).

Sakatatlarda, civalı fungusidlerle muamele görmüş tahıl ve diğler bazı bitkisel ürünlerde de toksik düzeylerde Hg kalıntılarına rastlanabilmektedir (Conor 2006). Ayrıca yapılan bir çalışmada; tatlandırıcılar, bal ve şekerlemelerin de yüksek miktarda (13 µg/kg) Hg içerdiği belirtilmiştir (Leblanc ve ark. 2005).

“Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği” (28157 sayılı ve 29.12.2011 tarihli)’nde yağlar için belirlenmiş bir Hg limit değeri mevcut değildir. Sadece deniz ürünleri ve gıda takviyeleri için belirlenmiş limit aralığı 0,1-1 mg/kg (ppm) olarak geçmektedir.

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO), kişi başına alınabilecek toplam cıva miktarını 0,3 mg/hafta olarak belirlemiştir. Ancak, toplam cıva miktan içinde metil cıva miktarının 0,2 mg’ı geçmemesi gerektiği de belirtilmiştir. FAO/WHO tarafından gıdalarda bulunabilecek maksimum cıva miktan 0,05 mg/kg olarak belirlenmiştir. Almanya’da pestisitlerden kaynaklanan cıva kalıntılarını içeren gıda maddelerinin satışı yasaklanmıştır. ABD ise balıklar dışında diğler gıda maddelerinde cıva kalıntısının bulunmasına izin vermemektedir. İngiltere pestisitlerden ileri gelen kalıntı cıva konsantrasyonunu 0,1 ppm; İsveç 1 ppm olarak belirlemiştir. Kanada, Yenezelanda, İspanya ve ABD gibi ülkeler FAO/WTJO tarafından balıklar için belirlenen 0,5 ppm; İtalya ve Fransa ihraç ürünleri için 0,7 ppm limitini uygulamaktadırlar (Concon 1988).

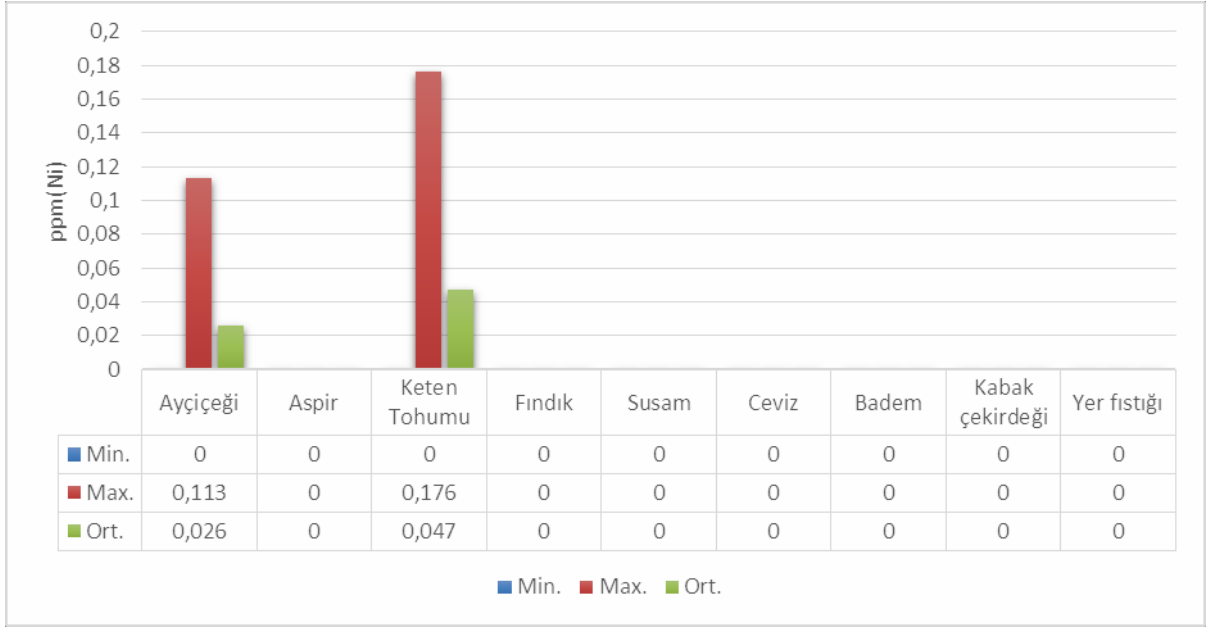
4.11. Nikel (Ni) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin nikel (Ni) elementi değerleri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Ni elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Çizelge 4.21 incelendiğinde Ni içeriği ortalaması en yüksek 0,176 ppm ile keten tohumu yağında tespit edilmiştir. Aspir, fındık, susam, ceviz, badem, kabak çekirdeği ve yer fıstığı yağlarının hiçbir örneğinde tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.

Çizelge 4.21. Soğuk pres yağ örneklerinin Ni elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	0,113±0,002a	0,045±0,001b	TEDBc	TEDBc	TEDBc	TEDBc
Aspir Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Keten Tohumu Yağı	0,107±0,002b	TEDBc	0,176±0,01a	TEDBc	TEDBc	TEDBc
Fındık Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Susam Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Ceviz Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Badem Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Kabak Çekirdeği Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Yer fıstığı Yağı				TEDB	TEDB	TEDB

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Nikel için tespit limit değeri (LOD) 0,002 ppm’dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.



Şekil 4.11. Ni elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.22. Ni elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	0,026±0,01b
Aspir	0c
Keten tohumu	0,047±0,017a
Fındık	0c
Susam	0c
Ceviz	0c
Badem	0c
Kabak çekirdeği	0c
Yer fıstığı	0c

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirme düzeyi hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki Ni elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde; 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 4.21’de gösterilmiştir. Bununla birlikte

soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.22’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin Ni elementi içerikleri 3 ayrı grup oluşturmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerinden ayçiçeği ve keten tohumu yağında 3 farklı grup oluşmuştur.

Şekil 4.11 incelendiğinde Ni elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 0-0,113 ppm; keten tohumu yağında 0-0,177 ppm olduğu görülmektedir. Yılmaz ve ark. (2015) 2 farklı soğuk pres domates tohumu yağında yaptıkları mineral incelemesinde Ni elementi ortalama değerini kavrulmamış tohum yağında 0,35 µg/kg (ppb); kavrulmuş tohum yağında ise 0,31 µg/kg (ppb) olarak bulmuşlardır. Pehlivan ve ark. (2008) rafine badem yağında Ni elementi ortalama miktarını 0,0254 ppm olarak bulmuştur. Çalışmamızda soğuk pres badem yağında Nikel tespit edilmemiştir.

Arslan ve Özcan (2010) zeytinyağı örneklerinde ortalama Ni miktarını 0,0-1,68 µg/g (ppm) aralığında bulmuştur. Yapılan araştırmalara göre yağların yüksek stabiliteye sahip olması için Ni konsantrasyonu 0,5 ppm’in altında olmalıdır (Anwar ve ark., 2004; Ansari ve ark., 2008). Reyes ve Campos (2006) yaptıkları bir çalışmada mikrodalga yakma yöntemi ile rafine mısırözüyağında 4,18-4,30 mg/kg arasında Ni olduğunu tespit etmişlerdir.

Güleç (2013) naturel ve organik zeytinyağı örneklerinde tespit ettiği ortalama nikel miktarları çalışmamızdaki diğer soğuk pres yağ çeşitlerinin değer aralığı içerisinde yer almaktadır. Ay (2014) farklı hasat yıllarında temin edilen ayçiçeği tohumlarında Ni miktarını 1,03-9,94 ppm ve 1,9-10,11 ppm olarak belirlemiştir. Ayçiçeği yağında tespit ettiğimiz değer aralığı ilgili çalışmanın değer aralığının altında seyretmektedir. Yüksel (2010) rafine fındık yağında ortalama nikel miktarını 0,098 ppm; rafine ayçiçeği yağında ise 0,102 ppm olarak tespit etmiştir. Bu değerler çalışmamızda soğuk pres olarak kullandığımız fındık yağlarına göre yüksektir. Soğuk pres ayçiçeği yağı örneklerimizde tespit ettiğimiz ortalama nikel miktarı değer aralığının içerisinde yer almaktadır.

Maden filizleri, tasfiye fırınları ve rafineri artıkları nikel kontaminasyonunun en önemli etkenleridir. Elektronik, çelik, pil ve gıda endüstrisinde kullanılmaktadır (Concon 1988). Çevresel Ni kirlenmeleri, bu metalin bitkilerdeki konsantrasyonunu etkiler. 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-Pendias ve Pendias 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 arttırmaktadır (Vural 1993).

Besin olarak toplam nikel alınımı, hayvan yiyecekleri veya bitkilerin tükettikleri miktarlara bağlıdır. Günlük nikel alınımının yaklaşık yarısı ekmek, içecek ve tahılların tüketilmesiyle olmaktadır. Besinlerin günlük 150 µg'dan az nikel içermesi tavsiye edilmektedir. İngiltere'de günlük değer yetişkinler için 140–150 µg, çocuklar için 14-250 µg, A.B.D'de 69-162 µg, ve Danimarka'da ortalama 130 (60–260) µg'dır (Anonim 1996). Pakistan Standart Enstitüsü'ne göre (Anonim 1990) nikelin limit değeri ise <0,50 mg/kg olmalıdır (Ergönül 2011). Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkındaki Tebliğ'e (Tebliğ No:2002/63) göre yenilebilir sıvı yağlara ait nikel limiti 0,2 mg/kg (ppm)'dir. Çalışmamızda tespit ettiğimiz değerlerin hiçbiri yasal limiti aşmamıştır.

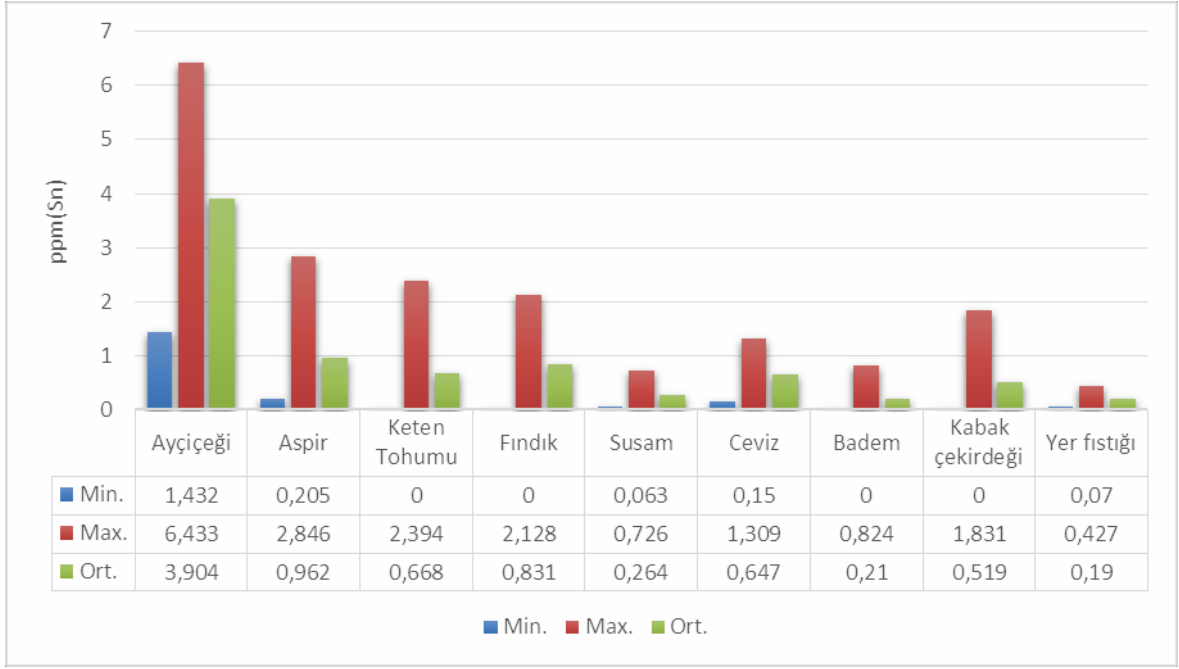
4.12. Kalay (Sn) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin kalay (Sn) elementi değerleri Çizelge 4.23'te verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait Sn elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Çizelge 4.23 incelendiğinde Sn içeriği ortalaması en yüksek 6,433 ppm ile ayçiçeği yağında tespit edilmiştir. Keten tohumu, fındık, badem ve kabak çekirdeği yağının bazı örneklerinde tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.

Çizelge 4.23. Soğuk pres yağ örneklerinin Sn elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	1,432±0,028f	6,433±0,062a	5,635±0,032b	3,058±0,03d	2,496±0,003e	4,368±0,121c
Aspir Yağı	1,455±0,051b	0,205±0,02e	0,331±0,01d	0,544±0,003c	2,846±0,013a	0,389±0,023d
Keten Tohumu Yağı	0,185±0,006e	TEDBf	0,218±0,005d	0,713±0,018b	2,394±0,014a	0,497±0,01c
Fındık Yağı	2,128±0,014a	TEDBe	TEDBe	0,241±0,022d	0,678±0,004c	1,942±0,017b
Susam Yağı	0,464±0,009b	0,726±0,015a	0,186±0,033c	0,064±0,001d	0,081±0,008d	0,063±0,001d
Ceviz Yağı	0,656±0,036c	1,309±0,027a	0,568±0,017d	0,15±0,031f	0,326±0,026e	0,874±0,025b
Badem Yağı	0,106±0,015b	0,824±0,011a	0,129±0,029b	0,094±0,003b	TEDBc	0,11±0,008b
Kabak Çekirdeği Yağı	0,361±0,026c	0,312±0,029c	TEDBd	TEDBd	0,607±0,026b	1,831±0,065a
Yerfıstığı Yağı				0,427±0,017a	0,07±0,001b	0,073±0,007b

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Kalay için tespit limit değeri (LOD) 0,0014 ppm'dir. TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.



Şekil 4.12. Sn elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.24. Sn elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	3,904±0,425a
Aspir	0,962±0,227b
Keten tohumu	0,668±0,195bc
Fındık	0,831±0,214bc
Susam	0,264±0,061c
Ceviz	0,647±0,091bc
Badem	0,21±0,067c
Kabak çekirdeği	0,519±0,152bc
Yer fıstığı	0,19±0,059c

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirme düzeyi hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında Sn elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.23'te gösterilmiştir. Bununla birlikte

soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.24’te verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin Sn elementi içerikleri arasında 4 farklı grup oluşmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 2-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar ayçiçeği, keten tohumu, ceviz yağında 6 farklı grup; aspir, fındık yağında 5 farklı grup; susam, kabak çekirdeği yağında 4 farklı grup; badem yağında 3 farklı grup; yer fıstığı yağında 2 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.12 incelendiğinde Sn elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 1,432-6,433 ppm; aspir yağında 0,205-2,846 ppm; keten tohumu yağında 0-2,394 ppm; fındık yağında 0-2,128 ppm; susam yağında 0,063-0,726 ppm; ceviz yağında 0,15-1,309 ppm; badem yağında 0-0,824 ppm; kabak çekirdeği yağında 0-1,831 ppm; yer fıstığı yağında 0,07-0,427 ppm olduğu görülmektedir.

Düşük seviyede olmakla beraber insanlar Sn elementini gıdalarla birlikte bir miktar almaktadır. Gıda endüstrisinde kullanılan çelik kutular korozyona karşı kalayla kaplanmakta veya laklanmaktadır. Kalay kaplamanın hasarlanmasına bağlı olarak ise gıdalara yüksek seviyelerde Sn geçişi olabilmektedir (Tayar 2010).

Vardin ve Eren (2002) kalay kaplı kutuda muhafaza edilen ayçiçeği yağında ilk Sn elementi miktarını 16 ppm; 191 gün sonra farklı sıcaklık derecelerinde 583 ppm, 514 ppm ve 222 ppm olarak tespit etmişlerdir. Artışın kalay kaplı kutuda bekleme süresince yükseldiğini gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda soğuk pres ayçiçeği yağının maksimum miktarı ilgili çalışmadan oldukça düşük miktarlarda bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği’nde yağlar için belirlenmiş bir limit değeri mevcut değildir. Diğer gıda maddeleri için belirlenmiş limit aralığı 50-200 mg/kg (ppm) olarak geçmektedir. Tespit ettiğimiz değerler bu gıda maddeleri için belirlenen yasal limitlerin çok altında kalmaktadır.

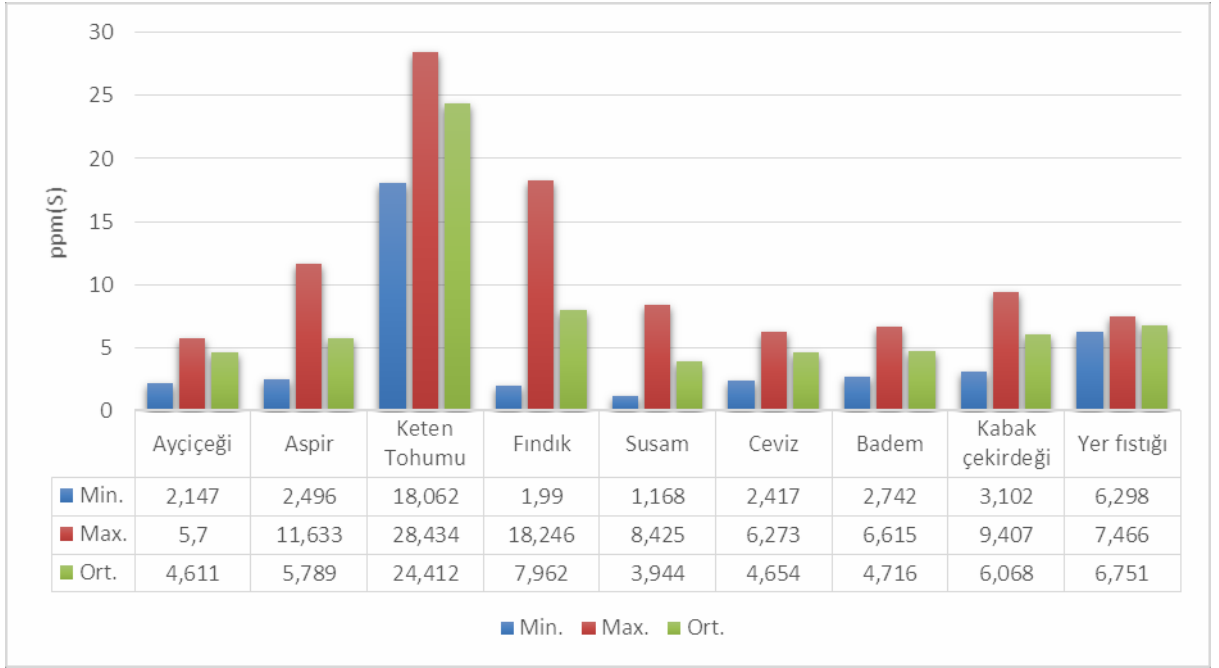
4.13. Kükürt (S) İçerikleri

Çeşitli soğuk pres yağ örneklerinin kükürt (S) elementi değerleri Çizelge 4.25'te verilmiştir. Aynı şekilde, çeşitli soğuk pres yağ örneklerine ait S elementi ortalama değerlerindeki değişimler Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Çizelge 4.25 incelendiğinde S içeriği ortalaması en yüksek 28,434 ppm ile keten tohumu yağı; en düşük ortalama değer 1,168 ppm ile susam yağında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.25. Soğuk pres yağ örneklerinin S elementi ortalama miktarları (ppm)*

YAĞ ÇEŞİDİ	FİRMA					
	1	2	3	4	5	6
	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği Yağı	2,147±0,017e	4,153±0,079d	5,463±0,023b	5,483±0,03b	5,7±0,079a	4,723±0,043c
Aspir Yağı	6,204±0,031b	2,496±0,054f	5,382±0,013c	4,972±0,003d	11,633±0,036a	4,048±0,024e
Keten Tohumu Yağı	28,434±0,037a	18,062±0,073f	23,785±0,11d	23,43±0,068e	25,333±0,053c	27,427±0,102b
Fındık Yağı	8,383±0,006c	6,372±0,011d	18,246±0,011a	1,99±0,034f	3,904±0,006e	8,878±0,013b
Susam Yağı	3,499±0,093c	8,425±0,03a	2,075±0,066d	3,267±0,109c	1,168±0,039e	5,231±0,158b
Ceviz Yağı	3,286±0,01e	5,908±0,068b	5,588±0,058c	6,273±0,071a	2,417±0,028f	4,452±0,021d
Badem Yağı	3,256±0,11e	6,615±0,111a	6,238±0,028b	5,187±0,087c	2,742±0,042f	4,262±0,06d
Kabak Çekirdeği Yağı	5,503±0,071c	7,413±0,006b	3,102±0,026e	9,407±0,058a	3,53±0,037d	7,455±0,056b
Yer fıstığı Yağı				7,466±0,077a	6,488±0,091b	6,298±0,141b

*Her bir değer üç paralel olarak gerçekleştirilmiş olan analiz değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Her bir yağ çeşidinin farklı firmaları için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Çizelgedeki istatistiksel farklılık değerlendirmesi yatay hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır. Kükürt için tespit limit değeri (LOD) 0,0012 ppm'dir.



Şekil 4.13. S elementi sonuçlarının 9 farklı soğuk pres yağ çeşidindeki değişimi

Çizelge 4.26. S elementinin soğuk pres yağ çeşitlerine ait ortalama miktarları (ppm)*

SOĞUK PRES YAĞ ÇEŞİDİ	Ort.±Std.hata
Ayçiçeği	4,611±0,297bc
Aspir	5,789±0,693bc
Keten tohumu	24,412±0,816a
Fındık	7,962±1,258bc
Susam	3,944±0,575c
Ceviz	4,654±0,343bc
Badem	4,716±0,349bc
Kabak çekirdeği	6,068±0,546bcd
Yer fıstığı	6,751±0,189bc

*Soğuk pres yağ çeşitleri için farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (P<0,01). İstatistiksel farklılık değerlendirmesi düşük hizadaki harflendirmeler arasında yapılmıştır.

Yapılan varyans analizi sonucunda soğuk pres yağ çeşitleri arasında ve farklı firmalar arasında S elementi ortalama değerleri açısından farklılıklar istatistiksel olarak P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu

karşılaştırma testi yapılmış olup, gruplar Çizelge 4.25'te gösterilmiştir. Bununla birlikte soğuk pres yağ çeşitleri arasındaki gruplar Çizelge 4.26'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre soğuk pres yağ çeşitlerinin S elementi içerikleri arasında 4 farklı grup oluşmuştur. Soğuk pres yağ çeşitlerine ait firmalar arasında ise 2-6 aralığında gruplar oluşmuştur. Bu gruplar aspir, keten tohumu, fındık, ceviz, badem yağında 6 farklı grup; ayçiçeği, kabak çekirdeği yağında 5 farklı grup; susam yağında 4 farklı grup; yer fıstığı yağında 2 farklı grup şeklinde oluşmuştur.

Şekil 4.13 incelendiğinde S elementinin ayçiçeği yağı çeşidindeki minimum ve maksimum değer aralığının 2,147-5,7 ppm; aspir yağında 2,496-11,633 ppm; keten tohumu yağında 18,062-28,434 ppm; fındık yağında 1,99-18,246 ppm; susam yağında 1,168-8,425 ppm; ceviz yağında 2,417-6,273 ppm; badem yağında 2,742-6,615 ppm; kabak çekirdeği yağında 3,102-9,407 ppm; yer fıstığı yağında 6,298-7,466 ppm olduğu görülmektedir.

4.14. Diğer Elementler

Soğuk pres yağ örneklerinde analizi yapılan diğer altı element (As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn) hiçbir örnekte tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.

Güler (2009) soğuk pres kolza yağında ortalama Cu değerini 0,841 ppm olarak tespit etmiştir. Ogunronbi ve ark. (2011) soğuk pres keten tohumu yağı kekinde yaptıkları çalışmada Mn elementi ortalama değerini 32,8-49,91 ppm; Cu elementi ortalama değerini 16,49-20,86 ppm olarak bulmuşlardır. Arslan ve Özcan (2010) farklı bölgelerden farklı hasat dönemlerinde temin edilen zeytinlerden üretilen zeytinyağlarında yaptıkları çalışmalarında Cd elementi ortalama değer aralığını 0,0-0,14 ppm, Mn elementi ortalama değer aralığını 2,6-13,7 ppm, Cr elemeni ortalama değer aralığını 0,5-4,9 ppm, Cu elementi ortalama değer aralığını 0-5,1 ppm olarak bulmuşlardır. Asemave ve ark. (2012) yerfıstığı yağı örneklerinde ortalama Cu miktarını 0,063 ppm, ortalama Cr miktarını 2,706 ppm, ortalama Cd miktarını 0,02 ppm olarak bulmuşlardır. Peker (1993), farklı bölgelerde yetişen ham ayçiçeği yağında ortalama bakır miktarını 0,586 mg/kg; ham soya yağında ortalama bakır miktarını 0,48 mg/kg olarak bulmuştur. Kabaran (2015) Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Güzelyurt bölgesinde üretilen zeytinyağı örneklerinde ortalama olarak 123,83±44,7 ppb Cr; 0,81±2,2 ppb Co; 7,85±13,54 ppb Cu; 0,87±1,46 ppb As; 1,53±2,02 ppb Cd elementleri tespit etmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ağır metaller açısından değerlendirdiğimizde Ni, Sn ve Zn değerleri bütün soğuk pres yağı örneklerinde yasal limitlerin altındadır. Fakat Pb, Hg, Fe ve Al değerleri bazı soğuk pres yağı örneklerinde yasal limitlerin üzerine çıkmıştır. As, Co, Cu, Cr, Cd, Mn elementleri soğuk pres yağ örneklerinin hiç birinde tespit edilememiştir.

Kurşun (Pb) soğuk pres ayçiçeği yağının bütün markalarında tespit edilmiş ve diğer soğuk pres yağ çeşitlerinde tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Bütün ayçiçeği yağı örneklerinde Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde (28157 sayılı ve 29.12.2011 tarihli) “Katı ve sıvı yağlar” kategorisinde belirlenen limit olan 0,1 mg/kg düzeyinin üzerindedir.

Cıva (Hg) elementi için de benzer bir durum söz konusudur. Bütün soğuk pres ayçiçeği yağı örneklerinde tespit edilmekle birlikte, aspir, fındık, keten tohumu ve ceviz yağı soğuk pres yağ çeşitlerinden birer örneklerde Hg tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği’nde (28157 sayılı ve 29.12.2011 tarihli) yağlar için bir limit belirlenmemiştir. Sadece deniz ürünleri ve gıda takviyeleri için belirlenmiş limit 0,1-1 mg/kg arasında değişmektedir. Soğuk pres ayçiçeği yağı örneklerinin hepsinde bu limit aşılmış olup diğer örnekler bu limitin altında yer almıştır. Sonuç olarak bu iki elementin soğuk pres ayçiçeği yağı örneklerinin hepsinde mevcut olup, yasal limitlerin üzerinde olduğu görülmektedir.

Aluminyum (Al) ve demir (Fe) elementleri sonuçlarına bakıldığında yine yasal limitlerin üzerine çıkmış olan örneklerin mevcut olduğunu görülmektedir. Aluminyum Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2002/63)’de limiti belirlenmiş bir element olduğundan ilgili tebliğe bağlı kalarak değerlendirme yaptığımızda bir adet soğuk pres ayçiçeği yağı örneğinde limitin aşıldığı görülmektedir. Bununla birlikte yağlar için özel bir limit belirlenmemiş olup diğer gıda maddeleri için 2-15 mg/kg değer aralığı belirlenmiştir. Al, topraktan ya da proses sırasında ekipmanlardan bulaşma olabilecek bir elementtir.

Demir (Fe) elementi açısından incelediğimiz örnekler literatür verilerinden genelde düşüktür. Fakat susam, ceviz, badem ve kabak çekirdeği yağı örneklerinin bazılarında Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2002/63)'de "sızma ve ham bitkisel yağlar" için belirlenmiş 5 mg/kg limitinin aşıldığı görülmektedir. Soğuk pres yağlar yapıları gereği ham bitkisel yağlara yakın olduğundan ilgili limite göre değerlendirme yapılmıştır.

Ağır metallerin dışındaki diğer besin elementlerini değerlendirdiğimizde Mg, P, Ca, K, Na, S elementlerinin literatür verilerine yakın olduğu tespit edilmiştir. Hatta Ca ve K açısından bazı örneklerin daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre özellikle Pb ve Hg elementlerinin soğuk pres ayçiçeği yağında limitleri aşması ciddi bir olumsuzluk göstergesidir. Gıdalarda ağır metaller dahil hiçbir toksik bileşiğin bulunmaması gerekmektedir. Fakat hava, toprak ve su gibi kaynakların kirliliğinin artış göstermesi paralelinde tükettiğimiz gıdalar da kirlenmektedir. Bu durumu engellemek veya en azından limitlerin altına çekmek için acil tedbirler alınıp ciddi stratejiler geliştirilmelidir.

Ağır metallerin bulaşma kaynakları doğru tespit edilmeli ve bu kaynaklar temizlenmelidir. Bilinçsiz ve kontrolsüz pestisit, fungusit kullanımı yasaklanmalı, çiftçiler bu konuda ciddi eğitimlerden geçirilmelidir. Ürünler yetiştirme sırasında Organik tarım sisteminde olduğu gibi sağlıklı tarımsal ürünlerin üretimini amaçlayan kontrollü aşamalardan geçirilebilir. Endüstriyel kuruluşların da arıtma tesislerinin yeterli olması çok önemli bir konudur. Bu konuda ilgili kamu kuruluşları daha sıkı denetim mekanizması geliştirmeli ve çevre yönetim sistemi tam olarak uygulanmalıdır. Bu sayede sanayi atıklarının suya, toprağa ve atmosfere karışmasının önüne ciddi oranda geçilebilir.

Diğer taraftan bu önlemlerin haricinde fabrikalara hammadde kabulü sırasında ağır metal analizleri mutlaka uygulanmalıdır. Proses basamaklarının belirli aşamalarında riskler belirlenip önleyici tedbirler alınmalı ve yine son üründe ağır metal analizleri yapıldıktan sonra ürünler piyasaya arz edilmelidir. Piyasadaki ürünlerin ilgili kamu kuruluşları tarafından denetlenmelerinde daha sıkı prosedürler uygulanmalıdır. Sağlık açısından önemli sorunlar oluşturan ağır metal bitkisel yağ ürünlerinde de sürekli olarak izlenmesi ve daha etkin yasal

düzenlemelerin uygulanması zorunludur. Türk Gıda Kodeksi içerisinde soğuk pres yağların kalıntı ve ağır metal bulaşanlarının daha ayrıntılı ele alınması sağlanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Ajayi IA, Oderinde RA, Kajogbola DO, Uponi JI (2006). Oil content and fatty acid composition of some underutilized legumes from Nigeria. *Food Chemistry*, Volume 99 (1) : 115-120.
- Akın N, Ayar A, Sert D, Çalık N (2003). Konya ilinin değişik bölgelerinden toplanan sütlerin ağır metal içerikleri üzerine bir araştırma. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. 355–358, 22–23 Mayıs, İzmir.
- Alter M, Gutfinger T (1982). Phospholipids in Several Vegetable Oils. *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, Vol. 59, 14-18.
- Anonim (1990). Pakistan Standard Institute (PSI). PSI Specification, Karachi, Sadar, Pakistan Method, 2, 858.
- Anonim (1996). World Health Organization. Trace Elements in Human Nutrition and Health, Geneva.
- Anonim (2002). European Commission DG ENV. E3 Project ENV. E. 3/ ETU/ 2000/ 0058, Heavy Metals in Wastel February 2002, Danimarka.
- Anonim (2008). Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Public Health Statement Aluminum CAS, 7429-90-5.
- Anonim (2009). JECFA. Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/search.aspx>.
- Anonim (2015). Cıva (Hg). <http://www.food-info.net/tr/metal/mercury.htm> (erişim tarihi 01.12.2015).
- Anonim (2016). <http://obs.iszu.edu.tr/dosyalar/DersMateryal/ıcpoes,ıcpms.docx> (erişim tarihi: 10.02.2016).
- Ansari R, Tasneem GK, Jamali KM, Arain MB, Sherazi ST, Jalbani N, Afridi HI (2008). Improved Extraction method for the Determination Of Iron, Copper and Nickel Varieties of Sunflower Oil by Atomic Absorption Spectroscopy, *Journal of AOAC International*, 91:400-407.
- Anwar F, Kazi TG, Saleem R, Bhanger MI (2004). Rapid determination of some traces metals in several oils and fats. *Grasas and Aceites*, 55 (2):160-168.
- 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.
- Arslan D, Özcan MM (2010). Güney Anadoludan farklı çeşitlere ait zeytin yağlarının mineral madde içeriği üzerine lokasyon ve hasat döneminin etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, Cilt 25, 11-26.

- Arts MJTJ, Dallinga JS, Voss HP, Haenen GRMM (2004). Bast A. A new approach to assess the total antioxidant capacity using the TEAC assay, *Food Chemistry*, 88:567-570.
- Asemave K, Ubwa ST, Anhwange BA, Gbaamende AG (2012). Comparative Evaluation of Some Metals in Palm Oil, Groundnut Oil and Soybean Oil from Nigeria, *International Journal of Modern Chemistry*, 1(1):28-35.
- Ay O (2014). Trakya Bölgesi'nde yetiştirilen Ayçiçeği tohumlarında bazı ağır metal ve mikro besin elementlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, N.K.Ü. FBE, Tekirdağ.
- Aydeniz B, Yılmaz E (2011). Soğuk pres yağların üretimi ve fonksiyonel özellikleri, *Hasat Gıda*, 314, 26-31.
- Baruffaldi R, Fedeli E, Aquarone A (1972). Oxidative stability of vegetable oils as related to oil extraction method. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 49 (6) 281-283.
- Benincasa Lewis J, Peri E, Sindona G, Tagarelli M. (2007). Determination of trace element in Italian virgin olive oils and their characterization according to geographical origin by statistical analysis, *Analytica Chimica Acta*, 585, 366-370.
- Bergmann W (1992). *Nutritional Disorders of Plants. Development, Visual and Analytical Diagnosis*. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, New York.
- Broadbent CJ, Pike OA (2003). Oil stability index correlated with sensory determination of oxidative stability in canola oil. *JAOCS*, 80:59-63.
- Brühl L (1996). Determination of transfatty acids in cold pressed oils and in dried seeds. *Fett/Lipid*, 98, 380-383.
- Campbell IR, Cass JS, Cholak J, Keheo RA (1957). Aluminium in the Environment of Man. *A.M.A. Archives of Industrial Health*, 15 (5) 359-448.
- Carlosona 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.
- Cindric IJ, Zeiner M, Steffan I (2007). Trace elemental characterization of edible oils by ICP-AES ve GFAAS, *Microchemical Journal*, 85, 136-139.
- Concon JM (1988). *Marcel Dekker, Inc., New York. Food Toxicology. Part B: Contaminants and Additives*.
- 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.
- Dimic E (2005). *Cold-pressed oils, monograph*. University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, 1-230.
- Diosady LL, Rub LJ, Ting N, Trass O (1983). Carbonhydrase hydrolysis of canola to enhance oil extraction with hexane. *Journal of the American Oil Chemists' Society*,

60, 1658.

- Dugo G (2004). Determination of Cd (II), Cu (II), Pb (II) and Zn (II) content in commercial vegetable oils using derivative potentiometric stripping analysis. *Food Chemistry*, 87(4):639-645.
- Elson CM, Hynes DL, Macneil PA (1979). Trace metal content of rapeseed meals, oils and seeds. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56 (12), 998-999.
- Erdoğrul Ö, Tosyalı C, Erbilir F (2005). Kahramanmaraş'ta Yetişen Bazı Sebzelerde Demir, Bakır, Mangan, Kadmiyum ve Nikel Düzeyleri, *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2).
- Ergönül P (2011). Bitkisel Yağların Vinterizasyonunda Kullanılan Filtre Yardımcı Maddelerin Yağ Kaybı ve Yağ Kalitesi Üzerine Olan Etkileri. Doktora Tezi, FBE, Manisa.
- Ersungur S, Ahunbay MG, Türkay S (2007). Kolza Yağı: Yapısı, Üretimi ve Biyodizel Hammaddesi Olarak Değerlendirilmesi. 1. Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve BiyodizelSempozyumu, Samsun.
- Ersungur S (2008). Üretim Yönteminin Kolza Yağının Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, FBE, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Frega N, Mozzom M, Lercker G (1999). Effects of free fatty acids on oxidative stability of vegetable oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*76:325-329.
- Garrido MD, Prias I, Diaz C, Hardisson A (1994). Concentration of metals in vegetable edible oils. *Food Chemistry*, 50, 237-243.
- Geçgel Ü, Gürpınar AŞ, Demirci M, Taşan M, Arıcı M, Ay O (2012). Soğuk pres tekniği ile elde edilen çeşitli yağların bazı fiziko-kimyasal ve antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi, YABİTED 1. Bitkisel Yağ Kongresi, 12-14 Nisan, Adana.
- Ghazani SM, Garcı'a-Llatas G, Marangoni AG (2013). Minor Constituents in Canola Oil Processed by Traditional and Minimal Refining Methods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 90:743-756.
- Grob K, Biedermann M, Artho A, Schmid JP (1994). LC, GC, and MS of sterol dehydration products. *Rivista Italiana delle Sostanze Grasse*, 71, 533-538.
- Gülcan G, Taşan M (2012). Soğuk presyon yöntemi ile üretilen kolza (kanola) yağının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, YABİTED 1. Bitkisel Yağ Kongresi, 12-14 Nisan, Adana.
- Güleç A (2013). Türkiye'de organik ve klasik yöntemlerle üretilen zeytinyağlarının ağır meral içeriğine yönelik bir araştırma. Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güler G (2009). Soğuk Presyon ve Kimyasal Rafinasyon Yöntemleri ile Üretilen Kanola

(Kolza) Yağlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. Y. Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Gültekin H, Örgün Y (1994). Tarım Toprağında Bitki Besleyici Elementlerin Rolü. Ekoloji Çevre Dergisi, 13, 27-32.

Gürpınar GÇ, Geçgel Ü, Taşan M (2011). Soğuk Presyon Tekniği ile Üretilen Bitkisel Yağların Özellikleri ve Sağlık Üzerine Etkileri, 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara.

Gürpınar GÇ, Geçgel ÜN, Taşan M, Ay O, Geçgel Ü (2013). Bitkisel yağ sanayinde ekstraksiyon tesislerinde kullanılan heksanın çevre üzerine etkileri, 4. Ekoloji Sempozyum, 2-4 Mayıs, Tekirdağ, 220.

Iskander FY (1993). Determination of 17 elements in edible oils and margarine by instrumental neutron-activation analyses. Journal of the American Oil Chemists' Society, 70, 803-805.

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.

Jamali MK, Kazi TG, Arain MB, Afridi HI, Jalbani N, Sarfraz RA, Baig JA (2008). Multivariate study: variation in uptake of trace and toxic elements by various varieties of Sorghum bicolor L. Journal of Hazardous Materials, 158:644-651.

Jimenez JP, Arranz S, Taberner M, Elena M, Rubio D, Serrano J, Goni I, Calixto FS (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plantfoods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of result. Food Research International, 41, 274-285.

Jiménez M, Velarte R, Castillo JR (2003). On-line emulsions of olive oil samples and ICP-MS multi-elemental determination. J. Anal. Atomic Spec. 18:, 1154-1162.

Kabaran S (2015). KKTC Güzelyurt Bölgesi'nde üretilen zeytinyağı ile olası ağır metal alımı arasındaki ilişkiyi incelemeye yönelik bir çalışma. Doktora Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kabata-Pendias ve Pendias H (2001). Trace elements in soils and plants, CRC Pres New York, 1, 30.

Kaçar B (2005). Potasyumun Bitkilerde İşlevleri ve Kalite Üzerine Etkileri. Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı, 20.

Karaali A (1981). Ayçiçeği yağının rafinasyonu sırasında bileşiminde meydana gelen değişimler. TÜBİTAK, Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Beslenme ve Gıda Teknolojisi Bölümü, 55, Gebze.

Karademir M, Toker MC (1995). Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde

egzoz gazlarından gelen kurşun birikimi. II.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 699-711. Ankara.

- Kondratenko SS, Porkorny Y, Janicek G (1967). Alınmıştır. List GR, Evans CD, Helen AM (1972). Flavor and oxidative stability of Northern Grown sunflower seed oil. *Journal of American Oil Chemists Society*, 49 (5) 287-292.
- La Pera L, Lo Coco F, Mavrogeni E, Giuffrida D, Dugo G (2002). Determination of Copper(II), lead (II), cadmium (II) and zinc (II) in virgin olive oils produced in Sicily and apulia by derivative potentiometric stripping analysis. *Italian Journal of Food Science*, 14, 389-399.
- Laçın A (2005). K.Maraş Bölgesindeki Keçi Sütünde Eser Element Analizi, Yüksek Lisans Tezi, FBE, Kahramanmaraş.
- Leblanc JC, Guerin T, Noel L, Calamassi Tran G, Volatier JL, Verger P (2005). Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French Total Diet Study, *Food additives and contaminants*, 22 (7) 624-41.
- Leblebici Z, Aksoy A(2008). Kayseri Civarında Satılan Bazı Kuruyemişlerin Ağır Metal Miktarlarının Karşılaştırılması, *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (1) 05-09.
- List GR, Evans CD, Kwolek WF (1971). Copper in edible oils: Trace amounts determined by atomic absorption spectroscopy. *Journal of American Oil Chemists Society*, 48, 438-441.
- Matos Reyes MN, Campos RC (2006). Determination of Copper and Nickel in Vegetable Oils by Direct Sampling Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. *Talanta*, 70, 929-932.
- Matthaus B, Brühl L (2003). Quality of cold-pressed edible rapeseed oil in Germany. *Nahrung/Food* 47 (6) 413-419.
- Matthaus, B., 2008: Virgin oils – The return of a long known product, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 595-596, Weinheim.
- Matthaus B, Brühl L (2008). Why is It so Difficult to Produce High-Quality Virgin Rapeseed Oil for Human Consumption. *European Journal Lipid Science Technology*, 110:611-617.
- Matthaus B, Speener F (2008). What we know and what we should know about virgin oils-a general introduction, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 597-601, Weinheim.
- Mendil D, Uluözlü ÖD, Tüzen M, Soylak M (2008). Investigation of the levels of some element in edible oil samples produced in Turkey by atomic absorption spectrometry.
- Mounts TL, List GR, Heakin AJ (1979). Postharvest handling of soybeans: Effects on oil quality. *Journal of American Oil Chemists Society*, 56, 883-885.

- Muradoğlu F, Balta F (2010). Ahlat(Bitlis) Yöresinden Selekte Edilen Cevizlerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, YYÜ Tar. Bil. Derg., 20 (1) 41-45.
- 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.
- Nas S, Gökalp HY, Ünsal M (2001). Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No:5, 329s, Denizli.
- Nergiz C, Ünal K (1986). Lipitlerin Bozulması Üzerine Lipitlerin Etkileri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 4 (1) 89-97.
- Ogunronbi O, Jooste PJ, Abu JO, Van Der Merwe B (2011). Chemical Composition, Storage Stability and Effect of Cold-Pressed Flaxseed Oil Cake Inclusion on Bread Quality. Journal of Food Processing and Preservation, 35, 64-79.
- Özlu H, Aydemir Atasever M, Urçar S, Atasever M (2012). Erzurum'da Tüketime Sunulan Kaşar Penirlerinin Mineral Madde İçeriği ve Ağır Metal Kontaminasyonu. Kafkas Univ. Vet. Fak. Dergisi, 18 (2) 205-208.
- Özrenk K, Gündoğdu M, Doğan M (2012). Erzincan Yöresi Kuşburnu (*Rosa Canina L.*) Meyvelerinin Organik Asit, Şeker ve Mineral Madde İçerikleri, YYÜ Tarım Bil. Dergisi, 22 (1) 20-25.
- Parker TD, Adams DA, Zhou K, Harris M, Yu L (2003). Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. Journal of Food Science, 68, 1240-1243.
- Pehlivan E, Arslan G, Gode F, Altun T, Ozcan M (2008). Determination of some inorganic metals in edible vegetable oils by inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy (ICP-AES). Greases and Aceites. 59 (3) 239-244.
- Peker E (1993). Soya Fasulyesi ve Ayçiçeği Ham Yağında Eser Element Tayini. Gıda, 18 (2) 121-124.
- Rab M, Schein C, Mattha'us B (2008). Virgin sunflower oil. Eur J Lipid Sci Technol 110, 618-624.
- Rether A (2002). Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoyl thioharnstoffunktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen. Doktora Tezi, Münih Teknik Üniveristesi.
- Rotkiewicz D, Konopka I, Zylík S (1999). State of works on the rapeseed oil processing optimization. I. Oil obtaining. Ros'liny Oleiste/Oilseed Crops XX, 151-168.
- Rout GR, Das P (2003). Effect of metal toxicity on plant growth and metabolism: I. Zinc, Agronomie, 23, 3-11.

- Sağlam T, Bahtiyar M, Cangir C, Tok HA (1993). Toprak Bilimi, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, 1, 2-3,17-23.
- Saygıdeğer S (1995). *Lycopersicum esculentum L.* Bitkisinin çimlenmesi ve gelişimi üzerine kurşunun etkileri. 2. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Ankara. S. 588-597.
- Sloan AE (2000). The top ten functional food trends. Food Technol 54(4):33-62.
- Soysal Mİ (1998). Biometrinin Temel Prensipleri. Trakya Üni. Ziraat Fak.Yayın.,Tekirdağ.
- Sullivan FE (1980). Sunflower oil processing from crude to salad oil. Journal of the American oil Chemists Society, 58, 845A.
- Şahan Y, Çetinoğlu A, Başoğlu F, Gücer Ş (2004). Zeytin yağlarında atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile yapılan bazı metal analizleri ve sorunlar. Gıda, 29(6):437-441.
- Şahan Y, Çelik G, Başoğlu F, Gücer Ş (2005). Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile Zeytin Örneklerinde Demir, Bakır, Çinko ve Cıva Analizleri Örnek Hazırlama Basamağının Optimizasyonu. Gıda Dergisi, 30 (2) 89-95.
- Şişli MN (1999). Çevre Bilim Ekoloji, Hacettepe Üniv., Fen Fak., Biyoloji Bölümü, Gazi Kitabevi, 2. Baskı, Ankara.
- Taşan M (2006). Bitkisel Yağ Sektörünün Bazı Sorunlarına Yönelik Çözüm Önerileri, Hasad Gıda, 21 (252) 23-29.
- Taşan M, Geçgel Ü (2007). Karışım Sıvı Yağların Yağ Asiti Bileşimlerinin İncelenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, 4(1):1.
- Taşan M, Geçgel Ü, Demirci M (2013). Comparing cold pressed oils with vegetable oils obtained traditionally with refining technology. The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, October 24-26, Struga, Macedonia, 572.
- Taşan M, Aksoy AŞ (2015). The effect of traditional refining method on the some quality properties of corn oil, The 3rd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, October 1-4, Sarajeva, Bosnia and Herzegovina.
- Tayar M (2010). Ağır Metaller ve Gıda Güvenliği, 90-5, T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, İstanbul.
- Tayfur M (2009). Zehirli Ağır Metaller, Gıda Kaynaklı Enfeksiyonlar ve Zehirlenmeler, 243-77, 1. Baskı, Kuban Matbaacılık, Ankara.
- Thomas A (1976). Alınmıştır. Sleeter, RT (1981). Effects of processing on quality of soybean oil. J. Amer. Oil Chem. Soc. 58:239-247.
- Tuna AL, Yılmaz F, Demirak A, Ozdemir N (2007). Sources and distribution of trace metals in the saricay stream basin of southwestern Turkey. Environ Monit and Assess 125:47-57.

- Tuna B (2011). Tekirdağ İli Şarköy Yöresinde Yetiştirilen Zeytinlerde Bazı Ağır Metaller ile Mikrobesein Elementlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Türközü D, Şanlıer N (2014). Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Bulaşma Kaynakları, Sağlık Riskleri ve Ulusal/Uluslararası Standartlar, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9:29-46.
- Uysal H, Ergene N, Baltacı AK (1990). Alüminyum ve İnsan Sağlığı, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 6 (2) 230-237.
- Üstbaş Y (2008). Trakya Bölgesinde Üretilen Ayçiçeği Tohumu Yağlarında Bakır, Demir, Kadmiyum ve Kurşun İçeriklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Vardin H, Eren S (2002). Kurşun, Kalay ve Nikel'in Ayçiçek Yağı ve Tahinde Depolama Süresince Birikimi. Gıda Dergisi, 27 (5) 411-415.
- Vujasinovic V, Djilas S, Dimic E, Romanic R, Takaci A (2010). Shelf Life of Cold-Pressed Pumpkin Seed Oil Obtained With a Screw Press. J Am Oil Chem Soc., 87, 1497-1505.
- Vural H (1993). Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. Çevre Dergisi 8:3-8.
- Wolff RL, Sebedio JL (1991). Geometrical Isomers of Linolenic Acid in Low-Calorie Spreads Marketed in France. Journal of the American Oil Chemists' Society, 68, 719-725.
- Yarılgaç T, Özrenk K, Muradoğlu F, Tüfenkçi Ş (2003). Gevaş Yöresinden Selekte Edilmiş Bazı Cevizlerin (*Juglans Regia* L.) Pomolojik Özellikleri ve Makro-Mikro Element Düzeyleri, YYÜ. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 13 (1) 33-37.
- Yaşar Ü (2009). *Cercis Siliquastrum* L. *Subsp. Siliquastrum*'un Ağır Metal Kirliliğinde Biyomonitör Olarak Kullanımı. Doktora Tezi, FBE, İstanbul.
- Yıldız N (2004). Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum.
- Yılmaz E, Aydeniz B, Güneşer O, Arsunar ES (2015). Sensory and Physico-Chemical Properties of Cold Press-Produced Tomato Seed Oils. J Am Oil Chem Soc., 92, 833-842.
- Yüksel E (2010). Çeşitli Rafine Bitkisel Yağlarda ve Kahvaltılık Margarinlerde Bazı Element İçeriklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yüzbaşı N (2001). Kaşar Peynirinde Bazı Ağır Metal Düzeyi ve Prosesteki Değişimi. Ankara Üniversitesi Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Yüzbaşı N, Sezgin E (2002). Süt ve ürünlerindeki bazı metal kontaminasyonlarının toksikolojik etkileri. Gıda, 27 (2) 121-127.

Zeiner M, Steffan I, Cindric IJ (2005). Determination of trace elements in olive oil by ICP AES and ETA-AAS: a pilot study on the geographical characterization, *Microchemical Journal*, 81, 171–176.

7. EKLER

EK-1. Soğuk pres yağ çeşitlerinin bazı mikro ve makro elementleri ortalama içerikleri (ppm, ortalama±std.hata)

Soğuk pres yağ çeşidi	Elementler							
	Na	Ca	Mg	K	P	Al	Fe	Zn
Ayçiçeği Yağı	4,446±0,317	54,164±5,519	10,162±1,953	7,104±1,43	22,389±4,41	10,932±0,992	1,029±0,196	0,58±0,104
Aspir Yağı	6,973±0,901	16,842±1,709	2,302±0,106	1,991±0,288	5,96±0,571	1,838±0,517	0,742±1,099	0,347±0,046
Keten Toh. Yağı	9,726±1,184	24,58±1,569	5,49±0,753	4,405±0,489	17,428±2,352	1,561±0,387	0,861±0,141	0,394±0,064
Fındık Yağı	7,926±1,406	52,649±8,563	11,931±1,47	9,693±1,385	36,492±3,078	1,112±0,286	0,445±0,056	0,324±0,067
Susam Yağı	8,692±1,919	39,017±4,682	15,179±2,913	16,261±3,785	50,104±10,78	1,917±0,267	2,16±0,565	0,237±0,066
Ceviz Yağı	8,475±1,431	57,372±7,22	23,841±2,801	56,811±11,474	75,773±5,213	0,715±0,101	4,139±0,939	0,877±0,138
Badem Yağı	8,588±1,115	32,369±3,798	25,824±3,363	30,536±4,006	90,919±10,733	1,349±0,252	2,999±0,576	0,54±0,107
Kabak Çek. Yağı	13,272±2,784	47,699±10,273	20,071±4,17	28,638±4,85	67,089±13,396	0,559±0,109	3,738±0,79	0,314±0,072
Yerfıstığı Yağı	8,231±1,092	20,887±3,578	9,33±1,997	51,729±13,917	36,573±7,706	0,512±0,136	1,455±0,256	0,137±0,035

EK-2. Soğuk pres yağ çeşitlerinin bazı mikro ve makro elementleri ortalama içerikleri (ppm, ortalama±std.hata)

Soğuk pres yağ çeşidi	Elementler										
	Pb	Hg	Ni	Sn	S	As	Cd	Co	Cr	Cu	Mn
Ayçiçeği Yağı	0,58±0,126	10,654±1,604	0,026±0,01	3,904±0,425	4,611±0,297	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Aspir Yağı	TEDB	0,059±0,032	TEDB	0,962±0,227	5,789±0,693	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Keten Toh. Yağı	TEDB	0,126±0,068	0,047±0,017	0,668±0,195	24,412±0,816	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Fındık Yağı	TEDB	0,208±0,072	TEDB	0,831±0,214	7,962±1,258	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Susam Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	0,264±0,061	3,944±0,575	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Ceviz Yağı	TEDB	0,032±0,017	TEDB	0,647±0,091	4,654±0,343	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Badem Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	0,21±0,067	4,716±0,349	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Kabak Çek. Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	0,519±0,152	6,068±0,546	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB
Yerfıstığı Yağı	TEDB	TEDB	TEDB	0,19±0,059	6,751±0,189	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB	TEDB

TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamaktadır.

TEŐEKKÖR

Araştırmamın her basamağında bilgi birikimi ve desteğini sunmuş olan değerli danışman hocam Prof.Dr. Murat TAŞAN'a, istatistiksel değerlendirme aşamasında yardımlarını benden esirgemeyen Yrd.Doç.Dr. Levent COŐKUNTUNA'ya ve bu sÖreçte bana destek veren ve sabır gösteren sevgili aileme teŐekkÖrlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca NKÖBAP Birimi tarafından NKUBAP.00.24.YL.14.14 numaralı proje ile sağlanan desteklerden dolayı Öniversitemize şÖkranlarımı sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Adapazarı'nda doğdu. 2004 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Lisans öğrenimi sırasında laboratuvar stajını TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezinde yaptı. Lisans mezuniyeti sonrasında 7 yıl özel sektörde görev yaptı. 2011 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Beyoğlu İlçe Müdürlüğü'ne Gıda Mühendisi olarak atandı. Halen aynı kurumda görev yapmaktadır.