



T.C.
SINOP ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DİSİPLİNLERARASI ÇEVRE SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’DE TÜKETİME SUNULAN BAZI İŞLENMİŞ KABUKLU VE
YUMUŞAKÇALARIN MİNERAL MADDE İÇERİĞİ VE SAĞLIK RİSKİ
DEĞERLENDİRMESİ

YAZAR
DERYA CANAN BÜYÜKKOL

T.C.
SİNOP ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
DİSİPLİNLERARASI ÇEVRE SAĞLIĞI ANABİLİM
DALI



TÜRKİYE’DE TÜKETİME SUNULAN BAZI İŞLENMİŞ
KABUKLU VE YUMUŞAKÇALARIN MİNERAL MADDE
İÇERİĞİ VE SAĞLIK RİSKİ DEĞERLENDİRMESİ

DERYA CANAN BÜYÜKKOL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

PROF. DR. DEMET KOCATEPE

SİNOP - 2023

TEZ KABUL

DERYA CANAN BÜYÜKKOL tarafından hazırlanan “**TÜRKİYE’DE TÜKETİME SUNULAN BAZI İŞLENMİŞ KABUKLU VE YUMUŞAKÇALARIN MİNERAL MADDE İÇERİĞİ VE SAĞLIK RİSKİ DEĞERLENDİRMESİ**” başlıklı bu çalışma, **20.06.2023** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak, jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan (Danışman)	Prof. Dr. Demet KOCATEPE Sinop Üniversitesi / Su Ürünleri Fakültesi	İmza
Üye	Doç. Dr. Mehtap BAYIR Atatürk Üniversitesi / Ziraat Fakültesi	İmza
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Hande USANMAZ Sinop Üniversitesi / Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	İmza

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Fadime DİRİK

.....

ETİK BEYANI

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Derya Canan BÜYÜKKOL

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’DE TÜKETİME SUNULAN BAZI İŞLENMİŞ KABUKLU VE YUMUŞAKÇALARIN MİNERAL MADDE İÇERİĞİ VE SAĞLIK RİSKİ DEĞERLENDİRMESİ

DERYA CANAN BÜYÜKKOL

SİNOP ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

DISİPLINLERARASI ÇEVRE SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. DEMET KOCATEPE

Bu çalışma kapsamında Türkiye’de perakende olarak satışa sunulan 9 farklı su ürününün mineral madde ve ağır metal içerikleri araştırılmıştır. A grubu: donmuş kalamar tava; B grubu: donmuş halka kalamar; C grubu: donmuş midye eti; D grubu: kabuklu akivades; E grubu: donmuş yerli karides; F grubu: donmuş yengeç lokumu; G grubu: donmuş ahtapot; H grubu: taze kabuklu midye ve S grubu: donmuş sübyeden oluşmaktadır. B, D, E, F, G, H ve S grubu örneklerinin menşei Türkiye; A grubunun İspanya; C grubunun ise Şili’dir. A grubuna ait farklı paketlerin alüminyum (Al), vanadyum (V), mangan (Mn), demir (Fe), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), rubidyum (Rb), stronsiyum (Sr) ve baryum (Ba) içerikleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$). Donmuş kalamar tavaya ait veriler incelendiğinde makro element içerikleri sırasıyla sodyum (Na)> potasyum (K)> kalsiyum (Ca)> magnezyum (Mg) şeklinde sıralanmaktadır. A grubuna ait paketlerin ortalama Na ve Mg içerikleri farksızdır ($p>0.05$). B grubu mikro elementlerden Sr, Zn ve Fe’i yüksek oranda içermektedir. Akivades etinin (D grubu) Fe içeriği 100 mg kg^{-1} ’in üzerindedir. D grubunun Zn içeriği 20 mg kg^{-1} geçmektedir. Ahtapot örneklerinin (G grubu) As içeriği 32.75 mg kg^{-1} ’in üzerindedir. Çalışmada incelenen tüm gruplarda tespit edilen başlıca mikro elementler Zn, Fe ve Al’dur. Minimum Na/K oranı G ve H gruplarında tespit edilmiştir. Tüm grupların ağır metal içeriklerinin halk sağlığını tehdit edici boyutta olmadığı belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Kalamar; Midye; Akivades; Karides; Yengeç Lokumu; Ahtapot; Sübye; Mineral; Toksik

Tarih girmek için burayı tıklayınız, 47 Sayfa

ABSTRACT

MSC THESIS

MINERAL CONTENT OF SOME CRUSTACEANS AND MOLLUSCS IN TURKEY AND PUBLIC HEALTH RISK ASSESSMENTS

DERYA CANAN BÜYÜKKOL

SINOP UNIVERSITY INSTITUTE OF GRADUATE PROGRAMS

DEPARMENT OF INTERDISCIPLINARY ENVIRONMENTAL HEALTH

SUPERVISOR: PROF. DR. DEMET KOCATEPE

This study examined the mineral and heavy metal content of 9 different sea products sold in retail outlets in Turkey. Group A: frozen squid pan; Group B: frozen ring squid; Group C: frozen mussel meat; Group D: Frozen shelled clam; group E; frozen shrimp; Group F: frozen crab delight; Group G: frozen octopus; H group; fresh-shell mussel and group S: frozen cuttlefish. Frozen ring squid, clam, frozen shrimp, frozen crab delight, frozen octopus, fresh shell mussel and frozen cuttlefish are from Turkey; frozen squid pan from Spain; frozen chili mussel from Chili. Different packages belonging to group A contain aluminum (Al), vanadium (V), manganese (Mn), iron (Fe), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), rubidium (Rb), strontium (Sr) and barium (Ba) contents were statistically different ($p < 0.05$). When the data of the frozen squid pan are examined, the macro element contents are listed as sodium (Na) > potassium (K) > calcium (Ca) > magnesium (Mg) respectively. The mean Na and Mg contents of the packages belonging to group A were not statistically different ($p > 0.05$). Group B contains high levels of Sr, Zn and Fe, which are microelements. The Fe content of clam meat (group D) is over 100 mg kg^{-1} . The Zn content of group D exceeds 20 mg kg^{-1} . The As content of octopus samples (Group G) is over 32.75 mg kg^{-1} . The main microelements detected in all groups examined in the study are Zn, Fe and Al. The minimum Na/K ratio was determined in the G and H groups. It was found that the heavy metal levels of all groups examined in the study did not pose a risk to public health.

KEYWORDS: Squid; Mussel; Cuttlefish; Shrimp; Clam; Octopus; Mineral; Toxic

June 2023, 47 Page

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren danışman hocam Sayın Prof. Demet KOCATEPE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın örneklem ve numunelerin hazırlanması sürecinde desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Bengünur ÇORAPCI, Dr. Öğr. Üyesi Can Okan ALTAN ve Arş. Gör. Bayram KÖSTEKLİ'ye;

Bu tez çalışmasına, SÜF-1901-21-006 numaralı proje kapsamında vermiş oldukları destekten dolayı, Sinop Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

Derya Canan BÜYÜKKOL

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ KABUL	ii
ETİK BEYANI.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLOLAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
GÖRSELLER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	7
3.1. Mineral Madde Analizi	11
3.2. Halk Sağlığı Risk Analizleri	12
3.2.1. Metal kirlilik endeksi (Metal Pollution Index-MPI)	12
3.2.2. Tahmini günlük ve haftalık alım (EDI-Estimated Daily Intake, EWI -Estimated Weekly Intake).....	12
3.3. İstatistiksel Analizler	13
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	14
4.1. A Grubu: Donmuş Kalamar (<i>Illex Argentinus</i> Castellanos, 1960) Tavaya (Pane) Ait Bulgular	14
4.2. B Grubu: Donmuş Halka Kalamara (<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck 1798) Ait Bulgular.....	15
4.3. C Grubu: Donmuş Midye Etine (İç midye) (<i>Mytilus chilensis</i> Hupé, 1854) Ait Bulgular	18
4.4. D Grubu: Kabuklu Akivades (<i>Ruditapes philippinarium</i> , Adams & Reeve, 1850) Etine Ait Bulgular.....	20
4.5. E Grubu: Donmuş Yerli Karides (<i>Parapenaeus longirostis</i> , Linnaeus, 1758) Ait Bulgular	21
4.6. F Grubu: Donmuş Yengeç Lokuma (Okyanus lokumu) Ait Bulgular	23
4.7. G Grubu: Donmuş Ahtapot (<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier 1797) Ait Bulgular.....	25
4.8. H Grubu: Taze Kabuklu Midyeye (<i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamarck 1819) Ait Bulgular	27

4.9. S Grubu: Donmuş Sübyeye (<i>Sepia officinalis</i> , Linneus 1758) Ait Bulgular	29
4.10. Grupların Bazı mineral içeriklerinin karşılaştırılması.....	31
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR	41
ÖZGEÇMİŞ	47



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 3.1. Proje grupları.	9
Tablo 4.1. Donmuş kalamar tavanın makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	14
Tablo 4.2. Donmuş halka kalamarın (<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck 1798) makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	17
Tablo 4.3. Donmuş Şili midye (<i>Mytilus chilensis</i> Hupé, 1854) etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	19
Tablo 4.4. Donmuş akivades (<i>Ruditapes philippinarium</i> , Adams & Reeve, 1850) etine etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	20
Tablo 4.5. Donmuş karides (<i>Parapenaeus longirostris</i> , Linnaeus, 1758) etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	22
Tablo 4.6. Yengeç lokumun makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	24
Tablo 4.7. Ahtapot (<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier 1797) etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	26
Tablo 4.8. Midye etinin (<i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamarck 1819) makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	28
Tablo 4.9. Sübye (<i>Sepia officinalis</i> , Linnaeus 1758) etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg ⁻¹).	29
Tablo 4.10. Türkiye’de satışa sunulan bazı kabuklu, yumuşakçaların Na/K oranları. ..	33
Tablo 4.11. Türkiye’de satışa sunulan bazı kabuklu yumuşakçaların Metal Kirlilik Endeksleri (MPI).	37
Tablo 4.12. Türkiye’de satışa sunulan bazı kabuklu yumuşakçaların tüketimine bağlı olarak yetişkin ve çocuk bireyler için tahmini günlük (EDI) ve haftalık alım miktarı (EWI).	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Projede kullanılan materyaller (Orijinal).	8
Şekil 4.1. Grupların Ortalama Na içerikleri. A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye)	31
Şekil 4.2. Grupların ortalama K içerikleri (mg/kg). A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye).	32
Şekil 4.3. Grupların ortalama Mg içerikleri (mg kg-1). A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye)	33
Şekil 4.4. Grupların ortalama Ca içerikleri (mg kg-1). A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye)	34
Şekil 4.5. Grupların ortalama Fe içerikleri (mg kg-1). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye).	35
Şekil 4.6. Grupların ortalama ağır metal içerikleri (mgkg -1). A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye)	36

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa No

Görsel 3.1. ICP-MS cihaz özellikleri ve analiz şartları.....	12
---	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
Au	: Altın
Ba	: Bariyum
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Hg	: Cıva
HNO₃	: Nitrik asit
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
K	: Potasyum
Li	: Lityum
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
Ni	: Nikel
Pb	: Kurşun
Rb	: Rubidyum
Sr	: Stronsiyum
U	: Uranyum

V : Vanadyum

Zn : Çinko

Zr : Zirkonyum

Kısaltmalar

FAO : Food and Agriculture Organization- Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

TGK : Türk Gıda Kodeksi

WHO : World Health Organization- Dünya Sağlık Örgütü



1. GİRİŞ

Su ürünleri, yüksek miktarlarda protein, vitamin ve mineral içermekte olup sağlıklı bir diyetin bir parçasıdır. Ayrıca, su ürünleri, kalp sağlığı, cilt sağlığı ve kemik sağlığı gibi pek çok alanda da faydalıdır. Ancak, su ürünleri tüketirken tüketici güvenliği de göz önünde tutulmalıdır. Özellikle, su ürünlerinin doku ve organlarında birikebilecek ağır metaller gibi toksik maddeler nedeniyle tüketici güvenliği açısından dikkatli olunması gerekir (Venugopal ve Gopakumar, 2017).

Metaller canlıların metabolik ihtiyaçları göz önünde tutulduğunda esansiyel ve esansiyel olmayan şeklinde ikiye ayrılır. Demir, çinko, bakır canlı bünyesinde düşük derişimlerde bulunan, birçok metabolik faaliyetin gerçekleşmesini sağlayan esansiyel metallere aittir (Odzak vd., 2000). En çok bilinen esansiyel metaller arasında kobalt, manganez, magnezyum, molibden, selenyum, sodyum, çinko ve demir gibi elementler bulunur (Zoroddu vd., 2019). Bu elementler, vücutta farklı enzimlerin ve proteinlerin yapı taşı olarak kullanılırlar. Cıva (Hg), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb), lityum (Li), rubidyum (Rb), stronsiyum (Sr), zirkonyum (Zr) gibi elementlerin yanı sıra, altın (Au), uranyum (U) gibi bazı elementler de normal koşullarda canlı organizmalarda bulunmayan ancak yine de yok sayılamayacak miktarlarda bulunma ihtimali olan esansiyel olmayan metallerdir. Bu elementler genellikle önemli esansiyel metallerle olan kimyasal ve karakteristik benzerlikleri, aynı donör atomlarla ve esansiyel metallerin kimyasal bölgelerine olan yakınlıkları nedeniyle gıda, su ve havadan alınırlar (Zoroddu vd., 2019). Bu elementler, canlılarda zararlı etkilere neden olabilirler ve toksik etkilere sahip olabilirler.

Mineraller mikro besinler olarak adlandırılırlar ve insan vücudunun gereksinim duyduğu aktivitelerin devam etmesi, sağlıklı yaşam, güçlü bağışıklık sistemi ve dengeli bilişsel gelişim ve biyokimyasal faaliyetler için gereklidirler (Soundarapandian vd., 2014)

Sucul canlılar doğal ortamları gereği bir miktar ağır metal yüküne sahiptir ve ağır metallerin konsantrasyonları sucul canlılarda elementten elemente değişiklik gösterir (Kalay vd.,1999). Dikkat edilmesi gereken nokta, bütün metallerin, insanlar için belli bir konsantrasyon seviyesinde potansiyel zehirlenme kaynağı olabilmesidir. Ancak Cd, Pb, Hg ve As özellikle düşük dozlarda toksik olduğu unutulmamalıdır. Özellikle bu toksik maddelerden bir veya daha fazlasını yüksek bir oranda biriktiren su ürünlerini sık sık tüketen insanlar, sağlık risklerine maruz kalabilir. Bu ağır metaller zaman içinde insan

vücudunda birikir ve tek başına veya birlikte farklı sağlık sorunları veya hastalıklarına neden olabilir (Stankovic ve Jovic, 2012). Özellikle endüstriyel atıkların yoğun olduğu, çevresel kirleticilere maruz kalan sulardan avlanan su ürünlerindeki ağır metal yükleri daha yüksek seviyede olabilir.

Sucul canlılar belli bir düzeyin üzerinde ağır metalle maruz kalırlarsa, bunları çeşitli dokular atılım ve detoksifikasyon mekanizmaları ile zararsız hale getirirler; bu mekanizmaların yetersiz kalması durumunda ise ağır metaller bazı doku ve organlarda birikebilirler (Kalay ve Canlı, 2000).

Pek çok iz element organizma için esansiyeldir ve bu elementlerin yokluğunda yaşamsal fonksiyonlar olumsuz etkilenebilir. Hg, Pb, Cd gibi iz elementler ise biyolojik işlevi bulunmayan, çok az miktarı bile toksik özellikte olan, besin zinciri yoluyla organizmaya geçebilen, organizmada biyolojik birikime neden olan, belli düzeylerde toksik etki gösteren elementlerdir. Ağır metaller, sucul ekosistemlerde bulunan kimyasal maddeler arasında kirliliğe en fazla neden olanlardır. Bu maddeler, sucul canlıların doku ve organlarında toksik maddeler olarak birikerek canlıların sağlığını olumsuz etkileyebilirler. Ayrıca, bu canlıları tüketen diğer organizmalarında sağlığını tehdit edebilirler. Bu nedenle, sucul canlılarının doku ve organların içerdikleri toksik element miktarlarının bilinmesi son derece önemlidir. Bu bilgi hem bu canlıların sağlığını koruma hem de insanlar gibi bu canlıları tüketen organizmaların sağlığını koruma açısından önem taşımaktadır (Burger ve Gochfeld, 2005). Çünkü bu maddeler genellikle kimyasal olarak stabil ve zor çözünürler. Bu nedenle, ağır metaller çevrede uzun süre kalabilirler. Ayrıca, ağır metaller genellikle biyokütle olarak zayıf biriktiricidir ve bu nedenle sucul canlıların vücutlarındaki birikimleri zamanla artar. Bu birikimler, sucul canlıların sağlığını olumsuz etkileyebilir ve ekosistemlerde de kirliliğe neden olabilir.

Su ürünlerinin mineral madde miktarlarının belirlenmesi, sağlıklı bir diyet için önemli bilgiler sağlar. Mineral maddeler, vücut tarafından kullanılan ve gerekli olan makro ve mikro maddelerdir. Örneğin, demir, kalsiyum, magnezyum, potasyum gibi mineral maddeler sağlıklı vücut fonksiyonları için gereklidir ve eksikliği halinde sağlık sorunlarına yol açabilir. Su ürünleri, yüksek mineral madde içeriği nedeniyle sağlıklı bir diyetin parçası olabilirler. Bu nedenle, su ürünlerinin mineral madde miktarlarının belirlenmesi, sağlıklı bir diyet planı içerisinde yer alacak su ürünleri miktarının belirlenmesi için de yardımcı olabilir. Ayrıca, su ürünlerinin mineral madde miktarlarının belirlenmesi, ürünlerin kalitesinin değerlendirilmesinde ve ürünlerin etiketleme ve

pazarlama aşamasında da kullanılabilir. Sonuç olarak, su ürünlerinin mineral madde miktarlarının belirlenmesi, özellikle bunları tüketen organizmaların sağlığı açısından büyük önem arz eder. Bu çalışmayla örneklenen ürünlerin mineral madde miktarlarının belirlenmesi, ağır metal derişimlerinin Türk Gıda Kodeksi tarafından izin verilen üst sınır değerlerine uygunluğu ve insan tüketimi açısından herhangi bir risk taşıyıp taşımadığı değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

Kocatepe ve Eyuboğlu (2022) karides etinin Na, Mg, K ve Ca içeriğini sırasıyla; 2597.4, 595.9, 2708.2 ve 1270.6 mg kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Ayrıca karides etinin Na/K oranının 0.96 olduğunu, Zn içeriğinin ise 20.28 mg kg⁻¹ olduğunu rapor etmişlerdir.

Liu vd. (2020) farklı kabuklu türlerinin element içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında *M. galloprovincialis*'in Pb içeriğinin en yüksek limit aşım oranını %21 düzeyinde olduğunu tespit etmişlerdir. *M. galloprovincialis*'in Cd, Pb ve As içeriğin sırasıyla 0.18, 0.99 ve 5.31 mg kg⁻¹ (yaş) olarak bildirmişlerdir.

Yağcı (2019) *Parapenaeus longirostris*'in kas dokularında Cd, Cu, Zn ve Ni konsantrasyonlarını incelemiş ve metal seviyelerinin insan sağlığı açısından değerlendirildiğinde tüketiciler için risk oluşturmadığı belirtilmiştir.

Taze sübye örneklerinin mineral içeriğinin incelendiği bir çalışmada sübyede Na, P , K ve Ca içeriğinin yüksek olduğu; Cu ve Zn ise iz elementler içerisinde daha yoğun olarak bulunduğu belirtilmiştir (Santi vd., 2019)

Yüksek besleyici değere sahip su ürünleri sadece protein ve yağlar açısından zengin olmayıp, pek çok esansiyel mikronutrient içeriği açısından da önemlidir. Su ürünleri genellikle; iyot, selenyum, kalsiyum, demir, çinko, vitamin D, vitamin A ve vitamin B₁₂ açısından zengindir (Troell vd., 2019).

Rodriguez Hernandez vd. (2019), midyenin pek çok esansiyel minerali içerdiğini, günlük alınması gereken Se'nin %70'ini; Mo, Zn ve Co'nun %30-35'ini ve Fe'in %15'ini karşıladığını belirtmişlerdir. Bununla birlikte; tüketiminin Cd ve As fazlalığı açısından risk taşıdığını bildirmişlerdir.

Oliveira vd. (2019) 150g haşlanmış ahtapot tüketiminin yetişkinlerin ihtiyaç duyduğu günlük K alımının %10.4'üne, P ise %56'sına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada 150g ahtapot tüketiminin düşük I içeriğine karşın; dünya çapında gözlenen zihinsel bozukluğun önlenmesinde katkıda bulunacağı da belirtilmiştir.

Jiao vd. (2018) açık deniz ve okyanus balıkçılığının yapıldığı farklı bölgelerden yakalanan 160 kalamar örneğinde ICP-MS ile 10 farklı metal seviyesini araştırmışlardır. Kalamarın kas dokusunda bulunan ortalama metal konsantrasyonunun Zn, Fe, Cu, As,

Mn, Se, Cd, Pb, Cr ve Ni şeklinde sırasıyla azaldığını belirlemişlerdir. İnsan sağlığı açısından kalamardaki en büyük risk unsurunun As olduğu bildirilmiştir.

Bazı su ürünleri içerdikleri cıva içeriğine göre çoktan aza doğru ıstakoz> yengeç> kalamar> karides> istiridye $\geq$ deniz kestanesi şeklinde sıralanmaktadır (FAO 2018).

Remyakumari (2018); Hindistan kalamarında, makro elementlerden K, Na ve Ca'un yüksek oranda bulunduğunu bildirmiştir.

Raimundo vd. (2014), Jumbo kalamarın kas dokusunda Cd içeriğinin Avrupa Komisyonu tarafından belirtilen limit değerin ($1 \mu g^{-1}$) altında olduğunu bildirmiştir. Ayrıca kalamarda ve ahtapotlardaki As alımının muhtemelen türün yaşam tarzı, beslenme alışkanlıkları ve fizyolojisi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Soundarapandian vd. (2013) yengeç etinin mineral içeriğini inceledikleri çalışmada; yengeç etinde Na'un maksimum Zn ise minimum oranda bulunduğunu bildirmişlerdir.

T. filippovae'nin kas dokusunda Cu, Zn ve Cd içeriği sırasıyla 2.4-14 , 49-84 ve 0.06-3.6 mg kg⁻¹ arasında değişir. Kurşun birikim düzeyleri ölçülebilir değerlerin altındadır (Kojadinovic vd., 2011),

Çağlak vd. (2010), İspanya menşeli olarak ithal edilen dondurulmuş kalamar (*Illex argentinus*) da insan sağlığını tehdit edecek düzeylerde ağır metal birikimi tespit etmemişlerdir.

Marangoz (2009) karides örneklerinin ortalama Hg, Cd, Pb, Zn ve Cu içeriklerini 0.017, 0.021, 0.001, 5.56 ve 0.21 mg kg⁻¹ olarak bildirmişlerdir. Bu karides türlerinde ölçülen Hg, Cd, Pb ve Cu düzeylerinin su ürünleri için önerilen limit değerlerin altında kaldığını da belirtmişlerdir.

Bustamante vd. (2008), dev kalamar türünün (*Architeuthis dux*) tüketilebilir kısımlarının mineral içeriklerini araştırdıkları çalışmanın sonucunda kaslarda As, Cr, Hg, Mn, Ni ve Zn yükünün vücudun diğer bölümlerine göre daha yüksek oranda içerdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca bu türün ağır metal birikim düzeylerinin insan sağlığını tehdit edecek seviyelerde olmadığını da rapor etmişlerdir.

Pierce vd. (2008), farklı kalamar türlerinin tüketilebilir kısımlarında ağır metal birikim düzeylerinin insan sağlığını tehdit edecek seviyelerde olmadığı ancak Hg seviyelerinin vücut boyutuyla birlikte artarak tutulum gösterdiğini bildirilmişlerdir. Deniz ortamının Hg kontaminasyonunun tespitinde *L. forbesi* türünün biyoindikatör tür olarak işlev

görebileceğini vurgulamışlardır.

Yazkan vd. (2003), Antalya körfezinden avlanan bazı yumuşakça türlerinin dokularındaki Cu, Zn, Pb ve Cd içeriğini araştırmışlardır. Yumuşakçaların (*Octopus vulgaris*, *Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris*) Cu içeriğinin 1.82-6.22 mg kg⁻¹; *Parapenaeus longirostris* tür karidesin ise 4.24-7.40 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Karideste Pb tespit edilemediğini buna karşın diğer türlerde tespit edilen ağır metal düzeylerinin insan tüketimi için riskli olmadığını belirtmişlerdir.

Hong Kong kıyılarından yakalan karides (*Metapenaeopsis palmensis*) te Zn ve Cu içeriklerinin sırasıyla 63.4 ve 52.2 mg kg⁻¹, Cd içeriğinin ise <0.3 mg kg⁻¹ olduğu Rainbow (2002) tarafından bildirilmiştir.

Rainbow (2002) kabukluların sularda yaşayan omurgasızlardaki metal birikim düzeylerinin tespitinde kullanılabilecek canlılar olduğunu rapor etmişlerdir.

Karakoltsidis vd. (1995) ahtapotun Zn içeriği 5mg 100g⁻¹ çıktığını ve kabuklu su ürünleri tüketiminin Zn ve Mg açısından iyi bir kaynak olduğunu belirtmiştir.

Miramand ve Bentley (1992), *Eledone cirrhosa* ve *S. officinalis*'in kas dokularında ağır metal birikimini incelemişlerdir. Kafadan bacaklıların sindirim bezlerinin deniz ortamındaki ağır metal konsantrasyonlarının tespiti için iyi bir potansiyel gösterge olduğunu rapor etmişlerdir.

Bustamante vd. (1998), farklı ahtapot türlerinin (*Graneledone* sp. ve *Benthoctopus thielei*) tüketilebilir dokularında Cd düzeylerinin 30.7-47.1 ve 27.3-54.4 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini ve yüksek olduğunu, Cu konsantrasyonlarının ise düşük olduğunu, Zn içeriklerinin birbirleriyle benzer seviyelerde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, türlerin sindirim bezlerinin tüm canlıdaki Cd'un yaklaşık %90'ını biriktirdiğini de rapor etmişlerdir.

Ridout vd. (1989) Atlantik Okyanusundan yakalanan karidesin Zn, Cu ve Cd içeriklerinin sırasıyla 46.9, 49.0 ve 8.7 mg kg⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir.

Yukarıda verilen literatürler incelendiğinde kabuklu ve yumuşakların mineral madde, ağır metal bileşimini belirlemeye yönelik çalışmalar et/taze ürün bazında kalmış, işlenmiş hali hazırda satışı yapılan ürünler bazında bir araştırma tespit edilememiştir. Artan gıda güvenliği algısı ile ülkemizde satışa sunulan işlenmiş kabuklu ve yumuşakçaların mineral madde içeriğinin tespiti bu nedenle önem arz etmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada Türkiye’de satışa sunulan aşağıda isimleri yer alan işlenmiş kabuklu-yumuşakçalar ve 1 adet imitasyon ürün incelenmiştir. Donmuş kalamar tava, donmuş halka kalamar, donmuş midye eti, kabuklu akivades, donmuş yerli karides, donmuş yengeç lokumu, donmuş ahtapot, taze kabuklu midye ve donmuş sübye örnekleri kullanılmıştır (Şekil 3.1). Haziran 2021 tarihinde proje örnekleme yapılmıştır. Tez çalışmasında yer alan 9 farklı kalem ürün 3 parti olacak şekilde temin edilmiştir. Ankara’dan temin edilen su ürünleri strafor kutular ve buz içerisinde Sinop Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi laboratuvarlarına ulaştırılmıştır.

Laboratuvarda örnekler; her bir örnek grubunda 3 paket olacak şekilde gruplandırılmıştır. Ardından her bir gruptaki paket içi örnek sayısı ve ortalama ağırlıkları not edilmiştir. Çalışmada oluşturulan gruplar ve paket içi örnek sayıları, ortalama ağırlık, menşei ve ürün etiketinde yazan içerik bilgileri Tablo 3.1’de yer almaktadır. Bu işlemlerden sonra örnekler homojenize edilerek vakum paketlenmiş ve -86 °C’de analiz gününe kadar depo edilmiştir.



Şekil 3.1. Projede kullanılan materyaller (Orijinal).

Tablo 3.1. Proje grupları.

Gruplar		Grup İçerikleri ve Bilgileri		Tekerrürler	
A	Donmuş Kalamar Tava (Pane) (<i>Illex argentinus</i> Castellanos, 1960)		A1	A2	A3
		Paket İçi Örnek Sayısı	N=16	N=15	N=15
		Ortalama Ağırlık	18.65±5.54	19.90±4.78	21.22±2.93
		Menşei İçerik	İspanya Kalamar, buğday unu, bitkisel yağlar, peynir altı suyu tozu, mısır nişastası, kıvam artırıcı, tuz, kabartıcılar, su, baharat.		
B	Donmuş Halka Kalamar (<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck 1798)		B1	B2	B3
		Paket İçi Örnek Sayısı	N=19	N=19	N=19
		Ortalama Ağırlık	18.48±4.50	17.26±4.71	18.45±4.05
		Menşei	Türkiye		
C	Donmuş Midye Eti (İç Midye) (<i>Mytilus chilensis</i> Hupé, 1854)		C1	C2	C3
		Paket İçi Örnek Sayısı	N=40	N=40	N=40
		Ortalama Ağırlık	6.53±1.56	6.85±1.14	7.19±1.92
		Menşei	Şili		
D	Kabuklu Akivades (<i>Ruditapes philippinarium</i> , Adams & Reeve, 1850)		D1	D2	D3
		Paket İçi Örnek Sayısı	N=10	N=10	N=10
		Ortalama Ağırlık	34.02±9.83	26.75±4.09	29.33±13.74
		Ortalama Boy	4.76±0.46	4.70±0.16	4.60±0.33
		Menşei	Türkiye		
E	Donmuş Yerli Karides (<i>Parapenaeus longirostis</i> , Linnaeus, 1758)		E1	E2	E3
		Paket İçi Örnek Sayısı	N=40	N=40	N=40
		Ortalama Ağırlık	1.80±0.42	1.82±0.39	1.70±0.35
		Menşei	Türkiye		

Devam ediyor...

F	Donmuş Yengeç Lokum	Paket İçi Örnek Sayısı	F1 N=20	F2 N=20	F3 N=20
		Ortalama Ağırlık	28.68±1.06	32.27±2.44	29.84±2.11
		Menşei İçerik	Türkiye Surumi (%40) (Mezgit), stabilizatör (sorbitol), stabilizatör (sodyum polifosfat), su, galeta unu, yengeç bacağı, nişasta (patates ve buğday nişastası), bitkisel yağ, yumurta akı, buğday unu, doğal aroma verici (yengeç aroması), şeker, tuz.		
G	Donmuş Ahtapot (<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier 1797)	Paket İçi Örnek Sayısı	G1 N=3	G2 N=3	G3 N=3
		Ortalama Ağırlık	125.25±3.06	111.32±2.02	125.02±3.25
		Menşei	Türkiye		
H	Taze Kabuklu Midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamarck 1819)	Paket İçi Örnek Sayısı	H1 N=10	H2 N=10	H3 N=10
		Ortalama Ağırlık	7.70±1.13	6.42±1.55	8.21±2.15
		Ortalama Boy	5.15±0.19	5.02±0.22	5.03±0.36
		Menşei	Türkiye		
S	Donmuş Sübye (<i>Sepia officinalis</i> , Linneus 1758)	Paket İçi Örnek Sayısı	S1 N=3	S2 N=3	S3 N=3
		Ortalama Ağırlık	282.32±23.59	287.12±80.59	266.98±42.06
		Menşei	Türkiye		

3.1. Mineral Madde Analizi

Mineral madde ve ağır metal analizleri indüktif olarak eşleştirilmiş plazma kütle spektrofotometresinde (ICP-MS) SUBİTAM Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Cihaz özellikleri ve analiz şartları Görsel 3.1'de verilmiştir. Örnekler öncelikler Milestone HPR-FO-67 kodlu uygulama notları (Anonim 2022) doğrultusunda mikrodalga yakma işlemine tabi tutulmuştur.

Prosedür şu şekildedir: 90 ml lik ısıya ve basınca dayanıklı teflon kaplara 1.5g değerini geçmeyen fakat o değere yakın örnek tartılmıştır. Üzerine 7 ml suprapur saflığında % 65 HNO₃ ve 1 ml suprapur saflığında %30 H₂O₂ eklenmiştir. Mikrodalga programlama: Maximum olarak 1000W enerji ve 45 bar basınç sınır değerleri ayarlanmıştır. 15 dakika içerisinde oda sıcaklığından 200 °C sıcaklığa ulaşmıştır. 15 dakika 200 °C sabit sıcaklıkta kalınmış ve ısıtma bitirilmiştir. Yarım saat oda sıcaklığına gelmesi beklenmiştir. Mikrodalgada çözülmüş olan numuneler teflon kaplardan 50 ml lik polietilen falkon tüplere aktarılmıştır. Üzerlerine 50 ml çizgisine kadar ultra saf su eklenmiştir.

0.4167 g tartılan numune için dilüsyon faktörü=Son hacim/numune nin ağırlığı = 50ml/0.4167g = 119.99

Mineral ölçümlerinde EPA Metodu 200.3 dikkate alınmıştır. Taze balık eti örnekleri HPR-FO-67 mikrodalga yakma sistemi kullanılarak analize hazırlanmıştır. Elementlerin konsantrasyonları, ICP-MS (Agilent 7700X) ile ölçülmüştür. Kalite güvencesi ve kontrol, üçlü ölçüm ve sertifikalı referans malzeme (UME CRM 1201 spring water, UME CRM 1204 wastewater, Lobster TORT-2, BCR-185r liver, SEM 2016) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen gruplardan 3 paketten 3 paralel olacak şekilde sonuçlar alınmıştır. Örnekleme yapılan ve her bir paket için 23 element içeriğine bakılmıştır (sodyum, magnezyum, potasyum, kalsiyum, alüminyum, vanadyum, krom, mangan, demir, kobalt, nikel, bakır, çinko, arsenik, selenyum, rubidyum, stronsiyum, antimon, sezyum, baryum, kadmiyum, cıva, kurşun). Mineral madde analizleri yaş örnek üzerinde gerçekleştirilmiş olup sonuçlar mg kg⁻¹ (yaş ağırlık) üzerinden verilmiştir. Tüm analizler tüketilebilir et dokusunda yapılmıştır.

ICP-MS	Setting
RF Power	1550 W
# of points per peak	6
Carrier gas	1.05 L min ⁻¹
Dilution mode	ON
Dilution gas	0.1 L min ⁻¹
He gas	4.3 mL min ⁻¹
ISIS-DS	Setting
Load time	10 s
Load speed	1.0 rps
Probe rinse time	23 s
Post rinse time	10 s
Post rinse speed	1.0 rps
Loop length	120 cm
Loop tubing ID	0.8 mm

Görsel 3.1. ICP-MS cihaz özellikleri ve analiz şartları.

3.2. Halk Sağlığı Risk Analizleri

3.2.1. Metal kirlilik endeksi (Metal Pollution Index-MPI)

Metal kirlilik endeksinin hesabında örneklerde bulunan tüm metal içerikleri göz önünde tutulmuştur. Bu endeks metallerin geometrik ortalamalarının alınması ile hesaplanmaktadır (Usero vd.,1997).

$$MPI = (C_1 \times C_1 \times \dots \times C_n)^{1/n} \quad (1)$$

C_n=Örnekteki metal konsantrasyonudur (mg/kg)

n= örnek sayısı

3.2.2. Tahmini günlük ve haftalık alım (EDI-Estimated Daily Intake, EWİ - Estimated Weekly Intake)

EDI ve EWİ değerlerinin hesaplanmasında kullanılan haftalık su ürünleri tüketim miktarı Türkiye’de 2021 yılında kişi başına düşen ortalama su ürünleri tüketim miktarı kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değer yaklaşık 0,125 g/hafta (yıllık 6.5 kg/52 hafta), günlük ise yaklaşık 0,0179 g/gün’ dür (TUİK 2022).

EDI değerinin hesaplanmasına USEPA (2000) tarafından aşağıda verilen formül

kullanılmıştır.

$$EDI = \frac{M \times W}{BW} \quad (2)$$

M=Örnekteki metal konsantrasyonu (mg.kg-1)

W=Günlük su ürünleri tüketim miktarı (kg)

BW= Vücut ağırlığı (kg).

EWI değeri ise EDI değerinin 7 ile çarpılması ile elde edilmiştir.

Çalışmada bir yetişkinin ortalama ağırlığı 70kg (18 ve üstü), çocuklar için ise 32 kg (10 yaş) olarak alınmıştır (USEPA 2000).

Halk sağlığı risklerini değerlendirmek için Cd, Hg ve Pb'nun EWI değerleri, Geçici Tolere Edilebilir Haftalık Alım (PTWI-provisional tolerable weekly intake) miktarları ile karşılaştırılmıştır. PTWI değerleri Cd için 0,007 mg, Hg için 0,004 mg (WHO 2000) ve Pb için 0,025mg olarak alınmıştır (FAO/WHO, 2011).

3.3. İstatistiksel Analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler Minitab Release 21.1.0. paket programı kullanılarak, ANOVA ile değerlendirilmiş, paketler arasındaki farklılıkların önem derecesinin belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır. Şekil ve Tablolar MS Office 2020 yazılımları kullanılarak hazırlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. A Grubu: Donmuş Kalamar (*Illex Argentinus* Castellanos, 1960) Tavaya (Pane) Ait Bulgular

İçerisinde; kalamar, buğday unu, bitkisel yağlar, peynir altı suyu tozu, mısır nişastası, kıvam artırıcı, tuz, kabartıcılar, su, baharat bulunan donmuş kalamar tava Türk mutfağında balık sofralarının yanında sıklıkla tüketilen bir besindir. Çalışmada kullanılan donmuş kalamar tava İspanya'dan ithal olup ülkemizde panelenerek dondurulmuştur. Donmuş kalamar (*Illex argentinus* Castellanos, 1960) tavaya ait bulgular Tablo 4.1'de verilmiştir.

Donmuş kalamar paneye ait veriler incelendiğinde makro element içerikleri sırasıyla Na>K>Ca>Mg şeklinde sıralanmaktadır. Donmuş kalamar tava paketlerinin ortalama Na içerikleri istatistiksel olarak farksızdır ($p>0.05$). K ve Ca içerikleri ise farklıdır ($p<0.05$).

Tablo 4.1. Donmuş kalamar tavanın makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹).

		1. Nolu Paket	2. Nolu Paket	3. Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	5915.00± 0.00 ^a	6210.00± 0.00 ^a	6000.00± 0.00 ^a
	Magnezyum	243.14± 1.73 ^a	238.25± 1.09 ^a	222.74±1.12 ^b
	Potasyum	652.96 ± 1.82 ^b	680.72± 5.47 ^a	605.95±1.98 ^c
	Kalsiyum	397.88± 1.48 ^b	412.77± 2.73 ^a	328.81± 2.31 ^c
Mikro Elementler	Alüminyum	18.59± 0.05 ^a	2.68± 0.09 ^b	1.72± 0.05 ^c
	Vanadyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^b	0.00± 0.00 ^c
	Krom	0.28± 0.00 ^a	0.28± 0.00 ^a	0.17± 0.00 ^b
	Mangan	2.00± 0.01 ^b	2.46± 0.01 ^a	1.85± 0.01 ^c
	Demir	5.69± 0.01 ^b	26.57± 0.07 ^a	4.53± 0.02 ^c
	Nikel	0.24± 0.00 ^a	0.21± 0.00 ^b	0.16± 0.00 ^c
	Bakır	0.88± 0.00 ^a	0.82± 0.00 ^b	0.79± 0.01 ^c
	Çinko	9.93± 0.10 ^a	9.06± 0.07 ^b	8.16± 0.06 ^c
	Arsenik	0.19± 0.00 ^a	0.18± 0.01 ^a	0.20± 0.00 ^a
	Selenyum	0.16± 0.00 ^a	0.13± 0.00 ^a	0.14± 0.01 ^a
	Rubidyum	0.49± 0.00 ^b	0.52± 0.00 ^a	0.44± 0.00 ^c
	Stronsiyum	3.82± 0.03 ^a	3.55± 0.02 ^b	3.22± 0.01 ^c
	Antimon	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a

Ağır metaller	Sezyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Baryum	0.42± 0.00 ^b	0.46± 0.01 ^a	0.36± 0.00 ^c
	Kadmiyum	0.03± 0.00 ^a	0.02± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^c
	Cıva	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Kurşun	0.03± 0.00 ^a	0.03± 0.00 ^{ab}	0.02± 0.00 ^b

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akitades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

A grubunun mikro element içeriği karşılaştırıldığında; paketler arasında farklılık gözlenmektedir. 1 nolu pakette $Al>Zn>Fe$; 2 nolu pakette $Fe>Zn>Al$; 3 nolu pakette ise $Zn>Fe>Sr$ şeklinde sıralanmaktadır. Mikro elementler besin içerisinde mikron düzeyde yer almakta olup, pek çok faktör içerik miktarına etki etmektedir. Çevresel faktörler, ürün içeriği, ürün türü, paket materyali vb. gibi etkenler bunlar arasında sayılabilir. Benzer ürünleri içeren paketlerin karşılaştırıldığı çalışma sonuçlarına göre paketlerin ortalama mikro element düzeyleri değişebilmektedir. A grubuna ait farklı paketlerin Al, V, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr ve Ba içerikleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Çağlak vd. (2010), ithal edilen dondurulmuş *I. argentinus*'un tüketilebilir kısımlarında insan sağlığını tehdit edecek düzeylerde ağır metal birikimi olmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu tür kullanılarak üretilen pane ürünlerde de Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği'ne göre kafadan bacaklılarda (iç organları hariç) kadmiyum, cıva ve kurşun için kabul edilebilir sınır değerler sırasıyla; 1, 0.50, 1 mg kg⁻¹ dır (TGK, 2011). A grubuna ait 3 paket içeriğinin ağır metal içeriklerinin limit değerin altında olduğu tespit edilmiştir.

4.2. B Grubu: Donmuş Halka Kalamara (*Loligo vulgaris* Lamarck 1798) Ait Bulgular

Tüketimi günden güne daha da yaygınlaşan kalamar, yüksek ve kaliteli protein içeriğinin yanı sıra düşük yağ oranına da sahip birçok besleyici element bulundurmasıyla sağlıklı ve dengeli beslenmede büyük öneme sahiptir (Hassan ve Vijayan, 2018; Raman ve Mathew, 2014; Venugopal ve Gopakumar, 2017). Çalışmada kullanılan kalamarlar Türkiye menşelidir. Donmuş halka kalamar (*Loligo vulgaris* Lamarck 1798) tavaya ait bulgular Tablo 4.2' de verilmiştir.

Loliginidae familyasının bir üyesi olan *Loligo vulgaris* ülkemiz sularında en yaygın

bulunan oldukça ekonomik ve ticari bir türdür (Arslan, 2011). Bu bentopelajik tür, ülkemiz sularında özellikle Ege ve Akdeniz'in hemen hemen tüm bölgelerinde dağılım göstermektedir (Food and Agriculture Organization [FAO], 2019). Kalamar insan gıdası olarak tüketilmesinin yanında, kültür ve olta balıkçılığında da yem olarak kullanılmaktadır (Yılmaz ve Sarıgöl, 2018). Önemli kalamar türlerinin yüzgeç, kafa, deri ve tentakül gibi kısımlarından, kolajen, jelatin, biyoaktif bileşikler, kitin, protein konsantreleri ve gıda katkı maddeleri gibi çeşitli ürünler de elde edilebilmektedir (Ezquerro-Brauer ve Aubourg, 2019). Ülkemizde en yaygın satış ve tüketim şekli dondurulmuş halde olanlar iken, özellikle uzak doğu ülkelerinde çiğ tüketimi söz konusudur. Aynı zamanda farklı pişirme teknikleri kullanılarak da tüketime sunulmaktadır. Dumanlanarak veya konserve edilerek de tüketilmektedir (Mol, 2011).

Kalamarın Ca, P ve Fe açısından iyi bir kaynak olduğu ve ayrıca B grubu vitaminlerini de içerdiğini belirtilmiştir (Pandit ve Magar 1972). Kalamar eti diğer deniz canlılarına kıyasla daha yüksek miktarda Zn, Mn ve Cu içermektedir (Hassan ve Vijayan, 2018).

Donmuş halka kalamarın makro element içerikleri karşılaştırıldığında Na ve K içeriğinin diğer makro elementlere oranla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Örneklenen 3 paketin makro element içerikleri birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Remyakumari (2018); Hindistan kalamarında, makro elementlerden K, Na ve Ca'un benzer şekilde yüksek oranda bulunduğunu bildirmiştir.

Mikro elementlerden Sr, Zn ve Fe'i yüksek oranda içermektedir. 1 ve 3 numaralı paketlerin Zn içerikleri benzer iken ($p>0.05$) Sr ve Fe içerikleri birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Raimundo vd. (2014), Kaliforniya körfezinden avlanan *Dosidicus s gigas*'ın kas dokularında Cu, Zn, Cd ve Pb içeriğinin sırasıyla 3.7–13, 71–98, 0.13–2.4 ve 0.032–0.48 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu literatür ile kıyaslandığında çalışmamızda kullanılan kalamarın Cu, Zn ve Pb içeriği daha düşük iken, Cd içeriği verilen ortalama değerler arasındadır.

Donmuş halka kalamar örneklerinin Cd, Hg ve Pb içerikleri Türk Gıda Kodeksinde kafadan bacaklılar (iç organları hariç) için verilen limit değerlerin altındadır.

Tablo 4.2. Donmuş halka kalamarın (*Loligo vulgaris* Lamarck 1798) makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹).

		1. Nolu Paket	2. Nolu Paket	3. Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	2081.42± 19.69 ^c	2225.23± 20.23 ^b	2356.32±11.38 ^a
	Magnezyum	370.44± 3.72 ^c	388.83± 2.25 ^b	429.17±3.29 ^a
	Potasyum	389.06± 4.95 ^c	462.19±3.99 ^b	532.53± 4.37 ^a
	Kalsiyum	304.36± 2.61 ^c	331.32± 2.52 ^b	527.31±3.35 ^a
Mikro Elementler	Alüminyum	0.58± 0.04 ^a	0.39± 0.03 ^b	0.74± 0.05 ^a
	Vanadyum	-	-	-
	Krom	0.02± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^b	0.05± 0.00 ^a
	Mangan	0.13± 0.00 ^b	0.14± 0.00 ^b	0.19± 0.00 ^a
	Demir	1.25± 0.01 ^c	1.47± 0.02 ^b	2.22±0.02 ^a
	Kobalt	-	-	-
	Nikel	0.09± 0.00 ^a	0.06± 0.00 ^c	0.08± 0.00 ^b
	Bakır	0.95± 0.01 ^c	1.10±0.01 ^b	1.54± 0.02 ^a
	Çinko	12.00± 0.07 ^b	13.22± 0.09 ^a	13.49± 0.12 ^a
	Arsenik	0.47± 0.00 ^c	0.61± 0.01 ^b	0.66± 0.01 ^a
	Selenyum	0.24± 0.02 ^{ab}	0.28± 0.01 ^b	0.35± 0.02 ^a
	Rubidyum	0.43± 0.00 ^a	0.38± 0.00 ^b	0.39± 0.00 ^c
	Stronsiyum	19.84± 0.24 ^c	25.19± 0.15 ^b	37.53± 0.36 ^a
	Antimon	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Sezyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Baryum	0.18± 0.00 ^b	0.16± 0.00 ^c	0.30± 0.00 ^a

Ağır Metaller	Kadmiyum	0.09± 0.00 ^c	0.13± 0.00 ^b	0.53± 0.00 ^a
	Cıva	0.03± 0.00 ^b	0.40± 0.00 ^b	0.05± 0.00 ^a
	Kurşun	0.02± 0.00 ^a	0.02± 0.00 ^a	0.02± 0.00 ^a

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye. (-) tespit edilememiştir.

4.3. C Grubu: Donmuş Midye Etine (İç midye) (*Mytilus chilensis* Hupé, 1854) Ait Bulgular

Donmuş midye etine (iç midye) (*Mytilus chilensis* Hupé, 1854) ait bulgular Tablo 4.3'te da verilmiştir. Ülkemizde donmuş olarak satışa sunulan iri midye etleri Şili'den ithal edilen ürünler olup C grubu kapsamında bu ürünler değerlendirilmiştir. Şili midyesinin Na içeriği oldukça yüksektir ve yalnızca 3 nolu paketin Na içeriği farklıdır ($p<0.05$). Şili midyesinin Ca içeriği 387.77-645.49 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir.

España vd. (2007) *M. chilensis*'in Na, K, Ca ve Mg içeriği sırasıyla; 2980, 2010, 1180 ve 850 mg kg⁻¹ olarak bildirilmiştir. C grubunun Zn ve Fe içeriği diğer mikro elementlere kıyasla yüksektir. Benzer şekilde España vd. (2007) *M. chilensis*'in Fe ve Zn içeriklerinin diğer mikro elementlere kıyasla yüksek olduğunu bildirmiştir. TKG'ya göre çift kabuklu yumuşakça etlerinde kadmiyum, cıva ve kurşun için kabul edilebilir sınır değerler sırasıyla; 0.50, 0.50, 1.50 mg kg⁻¹ dır (TGK, 2011). C grubuna ait 1 ve 2 nolu paketlerin kadmiyum içeriği TGK tarafından verilen limit değerin üzerindedir. Gıda güvenliği açısından Şili midye tüketimine dikkat edilmesi günlük Cd limit değerleri açısından gerekmektedir. Cd için 1 µg kg⁻¹ (vücut ağırlığı/ geçici tolere edilebilir günlük alım (PTDI)) Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenmiştir (WHO 1992). Yetişkinler için referans ağırlıkları (75 kg) göz önüne alındığında, karşılık gelen PTDI günde sırasıyla 75 µg olacaktır. 100g *M. chilensis* tüketimi ile (2 nolu paket 0.56 mg kg⁻¹=56µ 100g⁻¹) yetişkin bir bireyin tolere edebileceği günlük Cd miktarının yaklaşık %75'inin vücuda alınabileceği belirlenmiştir. Bu nedenle Şili midyesi tüketiminde dikkatli olunması gerekmektedir. C grubunun cıva ve kurşun içerikleri TGK tarafından bildirilen limit değerin altındadır.

Tablo 4.3. Donmuş Şili midye (*Mytilus chilensis* Hupé, 1854) etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹).

		1. Nolu Paket	2. Nolu Paket	3. Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	5497.55± 43.1 ^a	5305.62 ± 31.95 ^a	4866.68 ±119.20 ^b
	Magnezyum	977.99± 13.60 ^a	954.60 ±9.5 ^a	850.05 ± 24.88 ^b
	Potasyum	2372.32± 11.65 ^a	2231.71 ± 21.02 ^b	1902.99 ±44.71 ^c
	Kalsiyum	546.75± 3.79 ^b	645.49 ± 7.36 ^a	387.77 ±8.21 ^c
Mikro Elementler	Alüminyum	6.49± 0.3 ^c	8.50 ± 0.07 ^a	6.74 ± 0.06 ^b
	Vanadyum	2.57± 0.00 ^c	3.32 ± 0.00 ^a	2.28 ± 0.01 ^b
	Krom	0.06± 0.00 ^a	0.05 ± 0.00 ^b	0.05 ± 0.00 ^{ab}
	Mangan	1.19± 0.01 ^a	1.13 ± 0.00 ^a	0.99 ± 0.00 ^a
	Demir	21.08± 0.14 ^b	22.76 ± 0.06 ^a	19.79 ± 0.06 ^c
	Kobalt	0.04± 0.00 ^a	0.04 ± 0.00 ^a	0.03 ± 0.00 ^b
	Nikel	0.17± 0.00 ^b	0.18 ± 0.00 ^a	0.16 ± 0.00 ^c
	Bakır	1.54± 0.00 ^a	1.56 ± 0.00 ^a	1.41 ± 0.01 ^b
	Çinko	36.02± 0.08 ^a	26.23 ± 0.15 ^b	22.71 ± 0.16 ^c
	Arsenik	4.50± 0.02 ^a	4.59 ± 0.03 ^a	4.06 ± 0.04 ^b
	Selenyum	0.70± 0.01 ^a	0.67 ± 0.01 ^a	0.40 ± 0.00 ^b
	Rubidyum	0.98± 0.01 ^a	0.89 ± 0.01 ^b	0.52 ± 0.02 ^c
	Stronsiyum	8.00± 0.06 ^a	8.18 ± 0.07 ^a	3.96 ± 0.09 ^b
	Antimon	0.01± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a
	Sezyum	0.01± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^a
	Baryum	0.43± 0.00 ^b	0.51 ± 0.01 ^a	0.19 ± 0.00 ^c

Ağır Metaller	Kadmiyum	0.53± 0.00 ^b	0.56 ± 0.00 ^a	0.21 ± 0.00 ^c
	Cıva	0.00± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^a
	Kurşun	0.02± 0.00 ^a	0.02 ± 0.00 ^b	0.00 ± 0.00 ^c

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

4.4. D Grubu: Kabuklu Akivades (*Ruditapes philippinarium*, Adams & Reeve, 1850) Etine Ait Bulgular

Kabuklu akivades (*Ruditapes philippinarium*, Adams & Reeve, 1850) etine ait bulgular Tablo 4.4'te verilmiştir. Örneklenen akivades etlerinin Na içeriği ortalama 5922.58-6286.20 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. D grubuna ait paketlerin K ve Ca içerikleri arasında fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Akivades etinin Fe içeriği 100 mg kg⁻¹'in üzerindedir. D grubunun Zn içeriği 20 mg kg⁻¹'i geçmektedir, 2 ve 3 nolu paketler arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0.05$).

Akivades örneklerinin Cd, Hg ve Pb içerikleri Türk Gıda Kodeksinde çift kabuklu yumuşakçalar için verilen limit değerlerin altındadır.

Tablo 4.4. Donmuş akivades (*Ruditapes philippinarium*, Adams & Reeve, 1850) etine etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹).

		1. Nolu Paket	2. Nolu Paket	3. Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	6286.20± 14.25 ^a	6068.03± 22.03 ^b	5922.58± 15.61 ^c
	Magnezyum	1020.78± 6.78 ^a	983.53 ±5.67 ^b	976.36 ± 3.82 ^b
	Potasyum	1814.30 ± 9.48 ^a	1846.10 ± 9.89 ^a	1848.57 ± 6.07 ^a
	Kalsiyum	2166.40 ± 6.19 ^a	2341.21 ± 4.99 ^a	2826.94 ± 21.58 ^a
Mikro Elementler	Alüminyum	103.38 ± 1.03 ^a	68.67 ± 0.63 ^b	58.77 ± 0.58 ^c
	Vanadyum	0.23 ± 0.01 ^a	0.22 ± 0.01 ^{ab}	0.19 ± 0.01 ^b
	Krom	0.70 ± 0.01 ^a	0.55 ± 0.01 ^b	0.58 ± 0.01 ^b

	Mangan	1.46 ± 0.03 ^a	1.55 ± 0.02 ^a	1.31 ± 0.01 ^b
	Demir	113.64 ± 0.09 ^a	114.90 ± 0.37 ^a	104.50 ± 0.51 ^b
	Kobalt	0.63 ± 0.01 ^a	0.43 ± 0.01 ^b	0.41 ± 0.00 ^b
	Nikel	4.81 ± 0.02 ^a	4.35 ± 0.02 ^b	3.33 ± 0.01 ^c
	Bakır	1.93 ± 0.01 ^a	1.16 ± 0.02 ^b	0.91 ± 0.00 ^c
	Çinko	22.95 ± 0.10 ^a	19.21 ± 0.26 ^b	19.47 ± 0.20 ^b
	Arsenik	6.41 ± 0.01 ^a	5.00 ± 0.04 ^b	5.02 ± 0.04 ^b
	Selenyum	0.54 ± 0.01 ^a	0.56 ± 0.00 ^a	0.49 ± 0.00 ^b
	Rubidyum	0.73 ± 0.00 ^b	0.76 ± 0.00 ^a	0.73 ± 0.00 ^b
	Stronsiyum	21.87 ± 0.14 ^c	22.88 ± 0.12 ^b	24.50 ± 0.06 ^a
	Antimon	0.02 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.00 ^a
	Sezyum	0.02 ± 0.00 ^a	0.02 ± 0.00 ^a	0.01 ± 0.00 ^b
	Baryum	1.48 ± 0.01 ^a	1.12 ± 0.00 ^b	1.06 ± 0.00 ^c
Ağır Metaller	Kadmiyum	0.07 ± 0.00 ^b	0.07 ± 0.00 ^b	0.08 ± 0.00 ^a
	Cıva	0.00 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^a	0.00 ± 0.00 ^a
	Kurşun	0.13 ± 0.00 ^a	0.12 ± 0.00 ^a	0.11 ± 0.00 ^b

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akitades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

4.5. E Grubu: Donmuş Yerli Karides (*Parapenaeus longirostis*, Linnaeus, 1758) Ait Bulgular

Yerli karides (*Parapenaeus longirostis*, Linnaeus, 1758) etine ait bulgular Tablo 4.5'te verilmiştir. Endüstriyel olarak çimçim karides olarak adlandırılan bu tür dondurularak ve konserve edilerek tüketime sunulmaktadır. Çalışmada donmuş yerli çimçim karides kullanılmıştır. Karidesler Crustacea sınıfının Decapoda takımında yer alan, maliyeti yüksek kabuklu su ürünleridir (Salman, 1995). Karideslerin belirli lokal yerlerde

toplanmaları, öteki su ürünlerinden az avlanmaları, yenilebilecek kısmının az olmasının gibi sebeplerden ötürü tüketiciye ulaşması diğer su ürünlerine göre daha maliyetlidir. Karidesler ülkemizde Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde oldukça yaygın bir şekilde bulunur. Yağ oranı düşük olup, protein ve esansiyel aminoasitler bakımından oldukça zengindir. Taze, donmuş, kurutularak, dumanlanarak ve salamura edilerek tüketilebilmektedir (Erkan vd., 2007). Ülkemizde, pembe derinsu karidesi (çimçim) ve diğer karidesler, taze, soğutulmuş, dondurulmuş ve su buharında pişirilmiş olarak başka ülkelere ihraç edilmektedir (Başçınar, 2004).

E grubuna ait 3 paket içeriğinin Ca ve Mg içerikleri benzerdir ($p>0.05$). Maksimum Na içeriği 1 nolu pakette tespit edilmiştir. E grubunun Al, Fe ve Zn içerikleri diğer mikro elementlere kıyasla daha yüksektir. Zn içeriği ortalama $4.83\text{-}5.10 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında değişmektedir.

TGK'ya göre kabuklu etlerinde kadmiyum, cıva ve kurşun için kabul edilebilir sınır değerler sırasıyla; $0.50, 0.50, 0.50 \text{ mg kg}^{-1}$ dır (TGK, 2011). Yerli karides etlerinin Cd, Hg ve Pb içerikleri Türk Gıda Kodeksinde kabuklu etleri için verilen limit değerlerin altındadır.

Tablo 4.5. Donmuş karides (*Parapenaeus longirostris*, Linnaeus, 1758) etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg^{-1}).

		1. Nolu Paket	2. Nolu Paket	3. Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	4456.27 ± 133.69^a	4099.23 ± 12.50^b	4185.94 ± 24.83^{ab}
	Magnezyum	224.99 ± 8.95^a	222.80 ± 1.41^a	231.98 ± 2.10^a
	Potasyum	289.76 ± 7.31^b	334.55 ± 1.81^a	328.20 ± 0.79^a
	Kalsiyum	630.06 ± 20.58^a	609.75 ± 2.20^a	649.01 ± 1.09^a
Mikro Elementler	Alüminyum	29.58 ± 0.23^b	18.20 ± 0.17^c	35.32 ± 0.32^a
	Vanadyum	0.05 ± 0.00^b	0.04 ± 0.00^b	0.08 ± 0.01^a
	Krom	0.08 ± 0.01^b	0.07 ± 0.00^c	0.12 ± 0.00^a
	Mangan	0.96 ± 0.01^a	0.63 ± 0.02^c	0.89 ± 0.01^b

	Demir	21.00± 0.14 ^b	14.15± 0.10 ^c	31.14± 0.25 ^a
	Kobalt	0.01± 0.00 ^b	0.01± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^a
	Nikel	0.14± 0.00 ^b	0.10± 0.00 ^c	0.17± 0.00 ^a
	Bakır	0.83± 0.01 ^a	0.80± 0.01 ^b	0.85± 0.01 ^a
	Çinko	4.88± 0.03 ^b	4.83± 0.05 ^b	5.10± 0.03 ^a
	Arsenik	3.76± 0.01 ^c	4.14± 0.04 ^a	3.92± 0.03 ^b
	Selenyum	0.17± 0.01 ^b	0.31± 0.02 ^a	0.30± 0.00 ^a
	Rubidyum	0.08± 0.00 ^c	0.11± 0.00 ^b	0.14± 0.00 ^a
	Stronsiyum	5.24± 0.15 ^c	8.60± 0.02 ^a	7.99± 0.02 ^b
	Antimon	0.01± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^a	0.02± 0.00 ^a
	Sezyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Baryum	0.20± 0.00 ^c	0.40± 0.00 ^b	0.49± 0.00 ^a
Ağır Metaller	Kadmiyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Cıva	0.01± 0.00 ^b	0.04± 0.00 ^a	0.03± 0.00 ^a
	Kurşun	0.01± 0.00 ^c	0.03 ± 0.00 ^b	0.04± 0.00 ^a

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir (p<0.05). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

4.6. F Grubu: Donmuş Yengeç Lokuma (Okyanus lokumu) Ait Bulgular

Yengeç lokuma ait bulgular Tablo 4.6’da verilmiştir. Yengeç lokumu, okyanus lokumu (breaded coated ocean delight) olarak da adlandırılmakta olup içeriği; surumi (%40) (mezgit), stabilizatör (sorbitol), stabilizatör (sodyum polifosfat), su, galeta unu, yengeç bacağı, nişasta (patates ve buğday nişastası), bitkisel yağ, yumurta akı, buğday unu, doğal aroma verici (yengeç aroması), şeker ve tuzdan oluşmakta olup yengeç aromalı imitasyon bir üründür.

Yengeç lokumuna ait paketlerden 2 nolu paketin Na, Mg, K ve Ca içerikleri diğer

paketlenen kiyasla daha yüksektir ancak 3 grubun yalnızca K içeriği istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Ürünün mikro element içeriği $Fe>Zn>Al$ şeklindedir. Paketlerin Cr, Cu, As, Rb, Sr ve Ba içerikleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

Yengeç lokumu örnekleri yüksek oranda surimi içeren örnekler olup Cd, Hg ve Pb içerikleri Türk Gıda Kodeksinde balık eti için verilen limit değerlerin altındadır.

Tablo 4.6. Yengeç lokumun makro, mikro element ve ağır metal içerikleri ($mg\ kg^{-1}$)

		1. Nolu Paket	2. Nolu Paket	3. Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	5984.89± 125.07 ^a	6085.10± 32.15 ^a	4813.44± 35.96 ^b
	Magnezyum	129.71± 3.61 ^a	137.91± 1.10 ^a	113.22± 1.06 ^b
	Potasyum	576.58± 12.59 ^b	671.17± 7.11 ^a	526.78± 4.66 ^c
	Kalsiyum	174.06± 4.57 ^b	191.55± 2.18 ^a	180.01±2.68 ^{ab}
Mikro Elementler	Alüminyum	1.77± 0.08 ^a	1.62± 0.06 ^a	1.35± 0.03 ^b
	Vanadyum	0.09± 0.00 ^a	0.09± 0.01 ^a	0.07± 0.00 ^b
	Krom	0.12± 0.00 ^b	0.14± 0.00 ^a	0.08± 0.00 ^c
	Mangan	1.06± 0.00 ^b	1.21± 0.02 ^a	0.98± 0.02 ^c
	Demir	4.90± 0.04 ^a	4.97± 0.06 ^a	3.85± 0.00 ^b
	Kobalt	-	-	-
	Nikel	0.13± 0.00 ^a	0.13± 0.00 ^a	0.10± 0.00 ^b
	Bakır	0.34± 0.00 ^b	0.37± 0.01 ^a	0.29± 0.00 ^c
	inko	2.23± 0.03 ^a	2.19± 0.01 ^a	1.86± 0.03 ^b
	Arsenik	0.15± 0.00 ^a	0.11± 0.00 ^b	0.09± 0.00 ^c
	Selenyum	0.05± 0.00 ^b	0.08± 0.00 ^a	0.06± 0.01 ^{ab}
	Rubidyum	0.17± 0.00 ^c	0.28± 0.00 ^a	0.21± 0.00 ^b
	Stronsiyum	1.04± 0.02 ^c	1.81± 0.02 ^a	1.52± 0.00 ^b

	Antimon	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Sezyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Baryum	0.12± 0.00 ^c	0.27± 0.00 ^a	0.22± 0.00 ^b
Ağır Metaller	Kadmiyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Cıva	0.00± 0.00 ^c	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^b
	Kurşun	0.00± 0.00 ^c	0.02± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^b

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

4.7. G Grubu: Donmuş Ahtapot (*Octopus vulgaris* Cuvier 1797) Ait Bulgular

Ahtapot (*Octopus vulgaris* Cuvier 1797) etine ait bulgular Tablo 4.7’de verilmiştir. Ahtapotun dış çeperi kaslı ve sağlamdır, farklı uzunluklara sahip olan kolları oldukça kuvvetlidir. Yanlarda bulunan kollar alttakilerden daha uzundur, üsttekiler ise en kısa kollarıdır (Roper vd. 1984). Ülkemizin Marmara, Ege ve Akdeniz sahillerinde de bulunur, ekonomik değeri oldukça yüksek, kıyısız bentik bir kafadanbacaklı türüdür (Mangold 1983, Roper vd. 1984, Katağan ve Benli 1990, Salman vd. 1998). Ülkemizde ahtapot genellikle restoran ve otel mutfaklarında ızgara, salata, haşlanmış ve kızartma olarak tüketilen bir gıdadır. Kafadanbacaklılar son derece besleyici canlılardır. Kafadan bacaklıların ortalama et verimleri %80-85 arasındadır (Barbosa vd., 2004).

Ahtapot etine ait paketlerin Na ve Ca içerikleri arasında istatistiksel fark yoktur ($p>0.05$). K içerikleri farklıdır ($p<0.05$). Ahtapot örneklerinin As içeriği 32.75 mg kg^{-1} ’in üzerindedir. Paketlerin Al, Fe, Co, Ni, Zn, As, Ru ve Ba içerikleri istatistiksel olarak farklıdır ($p<0.05$).

TGK’ya göre kafadan bacaklılarda (iç organları hariç) kadmiyum, cıva ve kurşun için kabul edilebilir sınır değerler sırasıyla; 1, 0.50, 1 mg kg^{-1} dir (TGK 2011). G grubuna ait 3 paket içeriğinin ağır metal içeriklerinin limit değerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.7. Ahtapot (*Octopus vulgaris* Cuvier 1797) etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹).

		1.Nolu Paket	2. Nolu Paket	3.Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	6182± 0.00 ^a	6018± 0.00 ^a	6019± 0.00 ^a
	Magnezyum	783.80± 23.60 ^b	770.22±23.15 ^b	914.10± 23.23 ^a
	Potasyum	1511.96± 3534 ^c	1906.71± 39.75 ^b	2193.81± 38.77 ^a
	Kalsiyum	282.47± 6.32 ^a	267.86± 6.82 ^a	297.62± 8.72 ^a
Mikro Elementler	Alüminyum	7.47± 0.08 ^a	1.03± 0.01 ^c	5.79± 0.08 ^b
	Vanadyum	0.04± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^b
	Krom	0.03± 0.00 ^a	0.04± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^b
	Mangan	0.60± 0.01 ^a	0.32± 0.01 ^b	0.34± 0.00 ^b
	Demir	6.35± 0.03 ^a	2.20± 0.01 ^b	1.96± 0.01 ^c
	Kobalt	0.13± 0.00 ^a	0.05± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^c
	Nikel	0.41± 0.00 ^b	0.09± 0.00 ^c	0.49± 0.00 ^a
	Bakır	16.62± 0.10 ^a	7.41± 0.04 ^b	6.37± 0.02 ^c
	Çinko	29.95± 0.13 ^a	21.44± 0.18 ^c	22.32± 0.05 ^b
	Arsenik	32.75± 0.08 ^c	40.04± 0.19 ^b	43.30± 0.10 ^a
	Selenyum	0.36± 0.00 ^a	0.28± 0.01 ^b	0.31± 0.02 ^{ab}
	Rubidyum	0.38± 0.01 ^c	0.43± 0.01 ^b	0.51± 0.01 ^a
	Stronsiyum	3.02± 0.08 ^b	2.86± 0.06 ^b	3.35± 0.07 ^a
	Antimon	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Sezyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Baryum	0.11± 0.00 ^a	0.07± 0.00 ^b	0.07± 0.00 ^b

Ağır Metaller	Kadmiyum	0.18± 0.00 ^a	0.04± 0.00 ^b	0.01± 0.00 ^c
	Cıva	0.12± 0.00 ^b	0.13± 0.00 ^b	0.16± 0.00 ^a
	Kurşun	0.00± 0.00 ^a	0.00± 0.00 ^a	0.00± 0.00 ^a

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

4.8. H Grubu: Taze Kabuklu Midyeye (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) Ait Bulgular

Bilimsel adıyla *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) olan kara midye, Akdeniz midyesi olarak da bilinmektedir (Esen 2006; Ovalı 2002). Midye diğer su ürünleri gibi insan sağlığı için elzem olan belli başlı besin öğelerini içeren önemli bir besin kaynağıdır. Fiyatının diğer protein kaynaklarına göre daha uygun olmasından dolayı gelir seviyesi düşük ülkelerdeki insanların ulaşabildiği ucuz fakat aynı zamanda kaliteli bir protein kaynağı olarak tercih edilmekte iken ekonomik durumu daha iyi olan ülkelerde ise lezzeti, ulaşım kolaylığı, afrodizyak etkisi gibi özellikleri göz önüne alınarak ana ya da ara öğünlerde sıkça tercih edilmektedir (Amiard vd., 2008). Midye, düşük yağ içeren düşük kalorili bir gıdadır, Na, Se ve Zn kaynağı olarak tüketilebilir (FAO, 2018).

Taze midye etine ait bulgular Tablo 4.8’de verilmiştir. Rodriguez Hernandez vd. (2019), midyenin pek çok esansiyel minerali içerdiğini, günlük alınması gereken Se’nin %70’ini; Mo, Zn ve Co’nun %30-35’ini ve Fe’in %15’ini karşıladığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada incelenen midyelerin de Zn ve Fe içerikleri oldukça yüksektir.

Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği’ne göre çift kabuklu yumuşakça etlerinde kadmiyum, cıva ve kurşun için kabul edilebilir sınır değerler sırasıyla; 0.50, 0.50, 1.50 mg kg⁻¹ dir (TGK 2011). Çalışmada incelenen *M. galloprovincialis* ağır metal içeriği bu limit değerlerin altındadır. Benzer şekilde Marangoz (2009) Akdeniz midyesinin Hg, Cd ve Pb düzeylerinin limit değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.8. Midye etinin (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹).

		1. Nolu Paket	2.Nolu Paket	3. Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	3842.33± 83.83 ^a	3892.76± 31.42 ^a	4041.79± 29.75 ^a
	Magnezyum	661.62± 16.35 ^a	685.04± 3.31 ^a	688.52± 4.50 ^a
	Potasyum	2262.02± 45.27 ^b	2472.23± 9.12 ^a	2527.59± 14.07 ^a
	Kalsiyum	1094.25± 26.92 ^b	1070.14± 13.63 ^b	1223.78± 5.92 ^a
Mikro Elementler	Alüminyum	105.25± 0.55 ^{ab}	107.78± 0.76 ^a	104.41± 0.48 ^b
	Vanadyum	0.35± 0.01 ^a	0.34± 0.00 ^a	0.34± 0.00 ^a
	Krom	0.21± 0.00 ^b	0.25± 0.00 ^a	0.24± 0.00 ^a
	Mangan	1.88± 0.06 ^b	1.98± 0.02 ^{ab}	2.05± 0.00 ^a
	Demir	78.83± 0.41 ^c	91.46± 0.97 ^a	87.08± 0.56 ^b
	Kobalt	0.17± 0.00 ^a	0.17± 0.00 ^a	0.18± 0.01 ^a
	Nikel	0.53± 0.00 ^b	0.57± 0.00 ^a	0.51± 0.00 ^c
	Bakır	1.19± 0.01 ^a	1.19± 0.01 ^a	1.11± 0.01 ^b
	Çinko	19.82± 0.19 ^b	16.71± 0.18 ^c	20.83± 0.17 ^a
	Arsenik	3.29± 0.01 ^a	3.11± 0.02 ^b	3.04± 0.02 ^c
	Selenyum	0.54± 0.00 ^b	0.85± 0.03 ^a	0.87± 0.01 ^a
	Rubidyum	0.77± 0.01 ^b	1.23± 0.01 ^a	1.23± 0.01 ^a
	Stronsiyum	5.97± 0.15 ^c	8.15± 0.02 ^b	9.78± 0.04 ^a
	Antimon	0.01± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^a	0.02± 0.00 ^a
	Sezyum	0.01± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^a	0.02± 0.00 ^a
	Baryum	1.26± 0.03 ^c	2.42± 0.00 ^a	2.16± 0.01 ^b

Ağır Metaller	Kadmiyum	0.28± 0.01 ^c	0.47± 0.00 ^b	0.52± 0.00 ^a
	Cıva	0.00± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Kurşun	0.09± 0.00 ^c	0.22± 0.00 ^b	0.25± 0.00 ^a

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

4.9. S Grubu: Donmuş Sübye (*Sepia officinalis*, Linneus 1758) Ait Bulgular

Sübye (*Sepia officinalis*, Linneus 1758) etine ait bulgular Tablo 4.9’da verilmiştir. Sübye, kafadanbacaklılarda en kolay yetiştirilebilen canlılardan olmasıyla birlikte avlanması ve tüketime hazır hale getirilmesi de diğer su ürünleri gibi hassas değildir. (Richard, 1971; Pascual, 1978; Boletzky ve Hanlon, 1983; Forsythe vd., 1994; Lee vd., 1998; Domingues vd., 2001a, 2001b).

Sübyenin Na içeriği ortalama 3511.72-4897.70 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir ($p<0.05$). Sübye paketlerinin K ve Ca içerikleri birbirinden farklıdır ($p<0.05$). Lawal-Are vd. (2018) *S. officinalis*’in Ca, Mg ve Fe içeriğini sırasıyla; 342.16, 368.81, 1.22 mg 100g⁻¹ olarak bildirmiştir. İki çalışma arasındaki bu farklılık beslenme şartları, büyüklük, mevsim, avlanma yeri vb. gibi pek çok nedene bağlı olabilir. Sübye paketlerinin Al, V, Fe, Ni, Se, Sb ve Cs içerikleri istatistiksel olarak farksızdır ($p>0.05$). TGK’ya göre kafadan bacaklılarda (iç organları hariç) kadmiyum, cıva ve kurşun için kabul edilebilir sınır değerler sırasıyla; 1, 0.50, 1 mg kg⁻¹ dır (TGK 2011). S grubuna ait 3 paket içeriğinin ağır metal içeriklerinin limit değerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.9. Sübye (*Sepia officinalis*, Linneus 1758) etinin makro, mikro element ve ağır metal içerikleri (mg kg⁻¹).

		1.Nolu Paket	2.Nolu Paket	3. Nolu Paket
Makro Elementler	Sodyum	3976.49± 38.44 ^b	4897.70± 28.19 ^a	3511.72± 26.59 ^c
	Magnezyum	429.92± 3.57 ^a	408.31± 3.75 ^b	417.54± 2.05 ^{ab}
	Potasyum	1184.81± 2.82 ^c	1646.33± 6.80 ^a	1374.84± 7.73 ^b

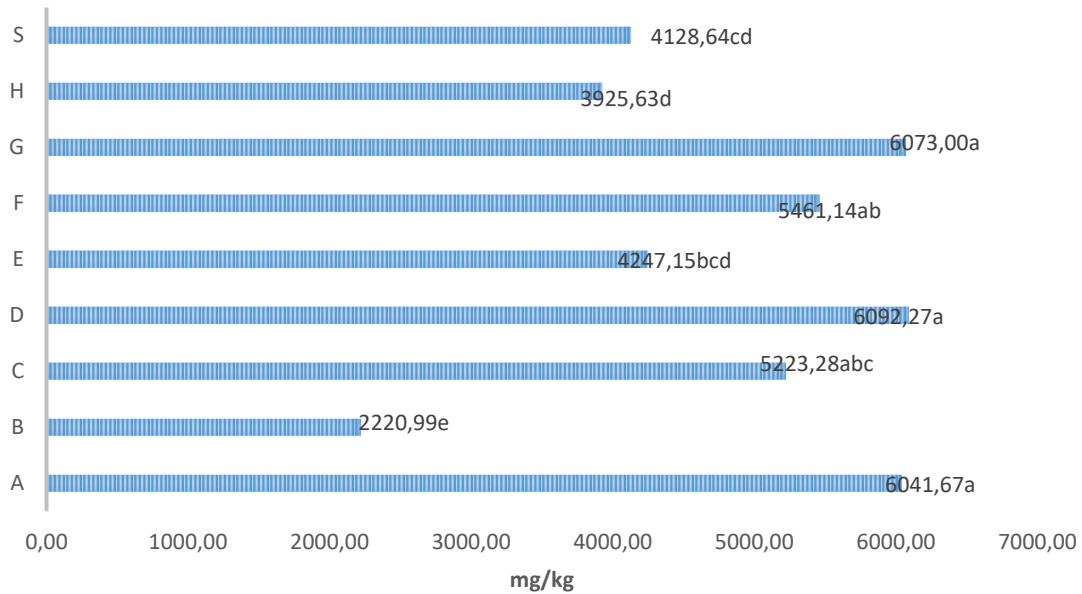
	Kalsiyum	387.28± 3.60 ^a	298.16± 1.79 ^c	353.39± 1.04 ^b
Mikro Elementler	Alüminyum	0.39± 0.03 ^a	0.37± 0.01 ^a	0.42± 0.01 ^a
	Vanadyum	0.00± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Krom	0.02± 0.00 ^b	0.01± 0.00 ^c	0.03± 0.00 ^a
	Mangan	0.18± 0.00 ^a	0.13± 0.01 ^b	0.12± 0.01 ^b
	Demir	0.70± 0.01 ^a	0.74± 0.01 ^a	0.94± 0.00 ^a
	Kobalt	0.01± 0.00 ^a	0.00± 0.00 ^c	0.01± 0.00 ^b
	Nikel	0.06± 0.00 ^a	0.06± 0.00 ^a	0.06± 0.00 ^a
	Bakır	2.06± 0.01 ^c	2.29± 0.00 ^a	2.18± 0.01 ^b
	Çinko	10.81± 0.10 ^c	11.46± 0.01 ^b	12.91± 0.08 ^a
	Arsenik	12.99± 0.00 ^c	16.71± 0.06 ^a	14.92± 0.04 ^b
	Selenyum	0.30± 0.00 ^a	0.28± 0.02 ^a	0.34± 0.03 ^a
	Rubidyum	0.38± 0.00 ^c	0.51± 0.00 ^a	0.43± 0.00 ^b
	Stronsiyum	4.53± 0.04 ^a	3.49± 0.03 ^c	4.00± 0.02 ^b
	Antimon	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Sezyum	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a	0.01± 0.00 ^a
	Baryum	0.42± 0.01 ^a	0.30± 0.00 ^b	0.40± 0.01 ^a
Ağır Metaller	Kadmiyum	0.01± 0.00 ^b	0.01± 0.00 ^b	0.02± 0.00 ^a
	Cıva	0.11± 0.00 ^a	0.07± 0.00 ^b	0.14± 0.00 ^a
	Kurşun	0.02± 0.00 ^a	0.02± 0.00 ^a	0.02± 0.00 ^a

A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir (p<0.05). A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akitades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

4.10. Grupların Bazı mineral içeriklerinin karşılaştırılması

Grupların Na içeriklerine ait grafik Şekil 4.1’de yer almaktadır. Sodyum temel bir mikro besindir ve tuz tadı yoluyla iştah açıcıdır. Bununla birlikte, yüksek sodyum tüketimi, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve inme gibi olumsuz sağlık etkileri ile ilişkilidir (Liem vd. 2011). Vücut içinde sodyum, hücre dışı hacmi, asit-baz dengesini, nöral iletimi, böbrek fonksiyonunu, kalp debisini ve miyosit kasılmasını dengeler (Dötsch vd. 2009).

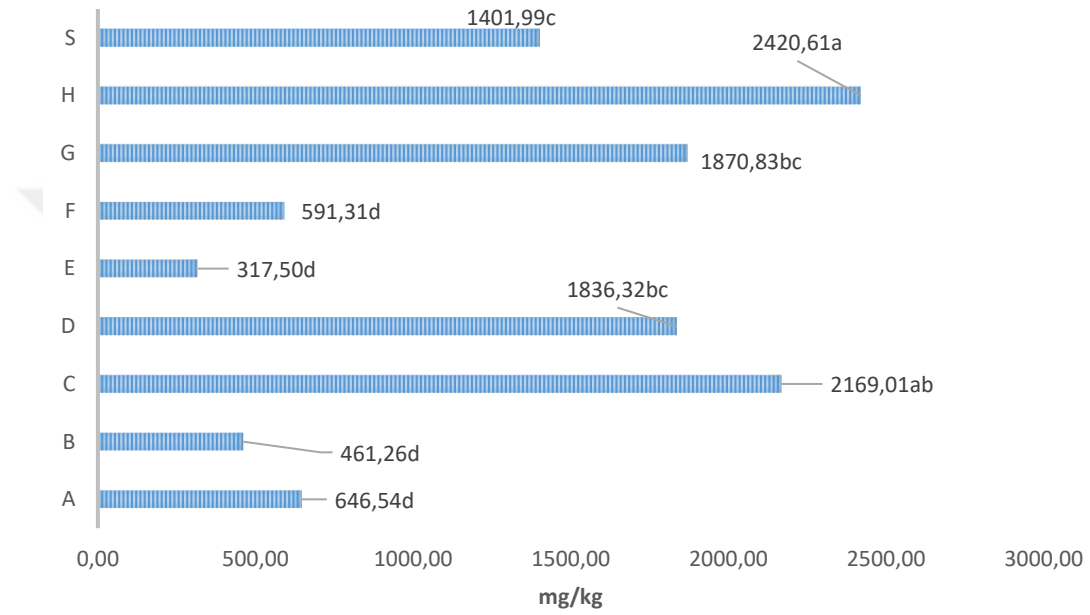
Grupların Na içerikleri karşılaştırıldığında en yüksek Na miktarı akivades etinde tespit edilmiştir. G, F, D, C ve A gruplarının Na içerikleri istatistiksel olarak benzerdir ($p>0.05$). Minimum Na içeriği donuş halka kalamarda tespit edilmiştir ($p<0.05$). Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) kronik hastalıkları önlemek için, bir yetişkinin günlük üst limit sodyum alımının 87 mmol Na/gün ‘den (<5 g NaCl/gün) az olması gerektiğini belirtmektedir (WHO 2007). Bu açıdan değerlendirildiğinde Na içeriği yüksek olan ahtapot, akivades, kalamar tava, midye etinin az miktarlarda tüketilmesi önerilebilir.



Şekil 4.1. Grupların Ortalama Na içerikleri. A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye)

Düşük potasyum alımı, kardiyovasküler hastalık, kronik böbrek taşı oluşumu ve düşük

kemik-mineral yoğunluğu dahil olmak üzere çeşitli hastalıklarla ilişkilendirilmektedir (WHO 2012). Grupların K içerikleri Şekil 4.2’de verilmiştir. Maksimum potasyum miktarları midye gruplarında tespit edilmiştir ($p>0.05$). Minimum K içeriği ise E, F, D ve A gruplarında tespit edilmiştir ($p>0.05$). Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), 14 yaşından büyük erkek ve kadınlar için günde 3510 mg’lık potasyum alımını yeterli görmektedir (EFSA 2010; EFSA 2017). Gıda yoluyla artan potasyum alımının güvenliği nedeniyle, herhangi bir üst sınır önerilmemiştir (WHO 2012).



Şekil 4.2. Grupların ortalama K içerikleri (mg/kg). A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye).

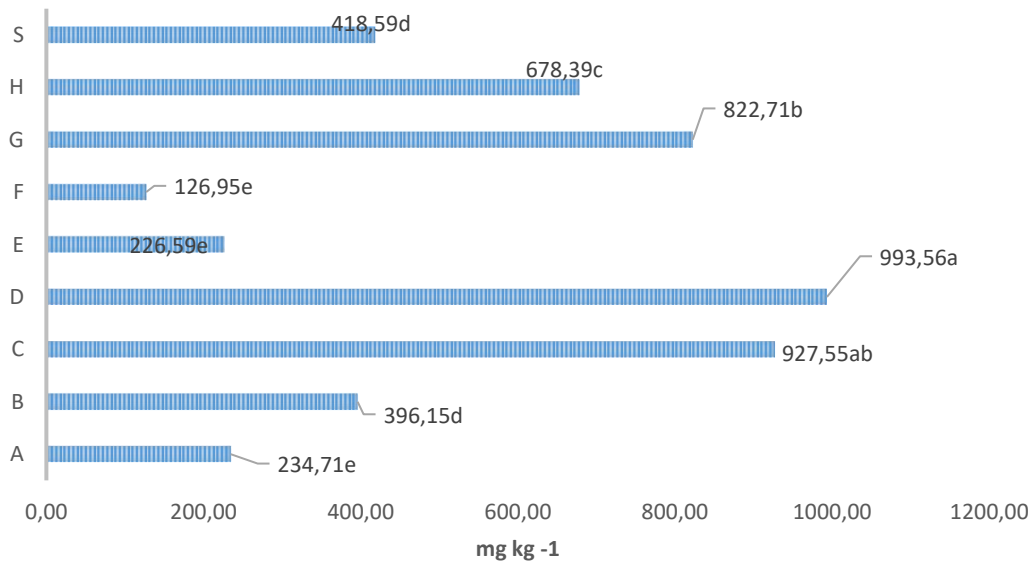
Grupların Na/K oranların Tablo 4.10’da yer almaktadır. Maksimum Na/K oranı karides etinde (E grubu); minimum oran ise ahtapot (G grubu) ve midye etinde (H grubu) tespit edilmiştir. DSÖ, potasyum ve sodyum tüketimi için tavsiyelerin elde edildiğini varsayarak, optimal bir sodyum-potasyum oranına odaklanmasa da, sodyumun potasyum için hedef molar oranı yaklaşık 1 olmalıdır (Donfrancesco vd. 2021). Bu açıdan değerlendirildiğinde ahtapot ve midye etlerinin kalp sağlığının korunması açısından daha etkili olduğu belirtilebilir.

Tablo 4.10. Türkiye’de satışa sunulan bazı kabuklu, yumuşakçaların Na/K oranları.

	A	B	C	D	E	F	G	H	S
Na/K	9.36	4.86	2.42	3.32	13.46	3.33	1.62	1.62	2.96

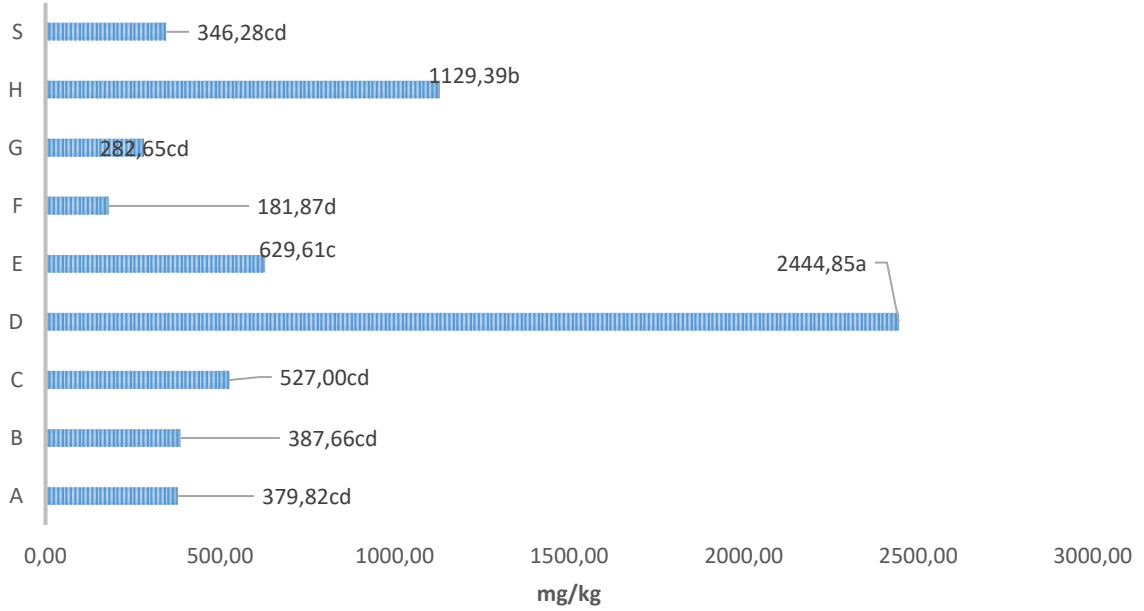
A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

Magnezyum, vücut metabolizmasının tamamıyla ilgili 300'den fazla enzimatik reaksiyonun kofaktörü olarak tanımlanan insan vücudu için gerekli bir elementtir (Aranda ve Llopis 1993). Magnezyum eksikliği, iskemik kardiyopati, hipertansiyon, osteoporoz, glukoz intoleransı ve diyabet veya miyokard enfarktüsü gibi çok çeşitli hastalıkların oluşumu ile ilişkili görünmektedir (Wood 1995; Seelig vd. 2001). Kalsiyum ise yetişkin bir insanda vücut ağırlığının yaklaşık % 2'sini oluşturan, insanlar için temel bir makro besindir. Esas olarak kemiklerde ve dişlerde yapısal bir işlevi vardır (Jodral-Segado vd. 2003). Grupların Mg içerikleri Şekil 4.3'te Ca içerikleri ise Şekil 4.4'te verilmiştir. Mg açısından en zengin gruplar D ve C gruplarıdır ($p>0.05$). Minimum Mg içeriği ise yengeç lokumu ve karides etinde tespit edilmiştir ($p>0.05$). Gıda ve Beslenme Kurulu (Food and Nutrition Board 1997), sağlıklı yetişkin erkekler ve kadınlarda magnezyum için günlük tavsiye edilen RDA'yı sırasıyla 420 ve 320 mg Mg/gün, Ca için ise 1000 mg Ca/gün olarak belirtmiştir.

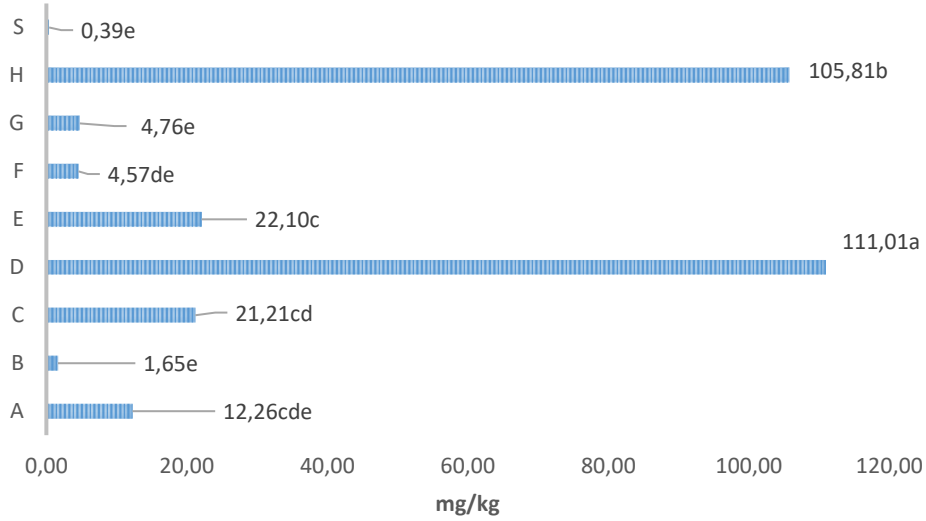


Şekil 4.3. Grupların ortalama Mg içerikleri (mg kg⁻¹). A, B, C: Farklı harf taşıyan

paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye)

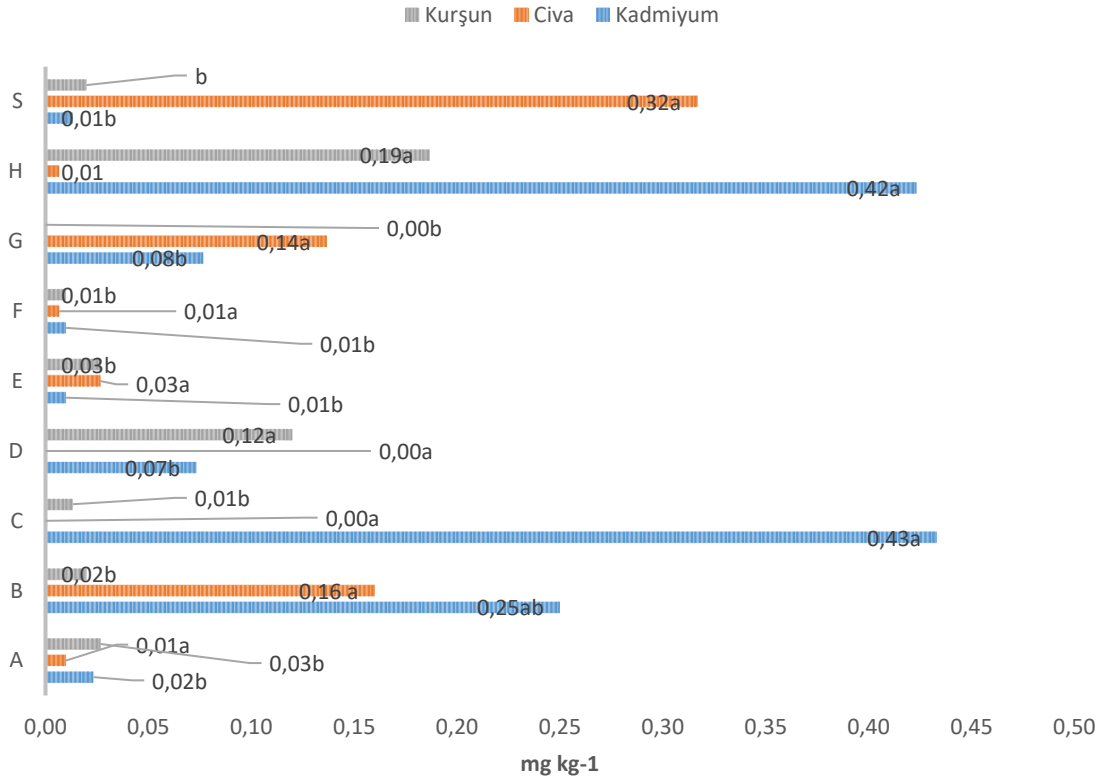


Şekil 4.4. Grupların ortalama Ca içerikleri (mg kg⁻¹). A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye)



Şekil 4.5. Grupların ortalama Fe içerikleri (mg kg⁻¹). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye).

Cıva, kurşun ve kadmiyum eser miktarda bile olsa toksik oldukları için elzem olmayan metallerdir (Türkmen vd. 2008). Grupların ağır metal içerikleri Şekil 4.6’da verilmiştir. Maksimum kurşun içeriği akivades (grup D) ve midyede (grup H); maksimum cıva içeriği sübye (grup S) ve halka kalamarda (grup B); kadmiyum ise midye etlerinde (grup H-C) tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği (TGK 2011)’nde balık eti; kabuklular, çift kabuklu yumuşakça ve kafadan bacaklılar için maksimum kabul edilebilir Pb limit değerleri sırasıyla; 0.30, 0.50, 1.50 ve 1.00 mg kg⁻¹ (yaş) ‘dır. Proje kapsamında incelenen tüm grupların ortalama Pb içerikleri belirtilen bu limit değerlerin altında tespit edilmiştir. Yine aynı yönetmelikte balık eti, kabuklular, çift kabuklu yumuşakçalar ve kafadan bacaklılarda bulunabilecek maksimum Cd içeriği 0.05, 0.50, 1.00 ve 1.00 mg kg⁻¹ (yaş) olarak verilmiştir. Gruplardan Şili midyesi ve Akdeniz midyesi etinin Cd içeriği 0.40 mg kg⁻¹’in üzerinde olmakla birlikte belirtilen sınır değerlerin altındadır. Balık etleri ve kabukluların kas etlerinde bulunabilecek maksimum limit değer 0.50 mg/kg’dır. Şekil 7’de görüldüğü gibi en yüksek Hg içeriği sübye etinde tespit edilmiş ancak diğer gruplarda olduğu gibi bu değer kabul limitlerinin altındadır. Çalışmada incelenen tüm grupların ortalama ağır metal yüklerinin halk sağlığını tehdit edici boyutta olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Grupların ortalama ağır metal içerikleri (mgkg⁻¹). A, B, C: Farklı harf taşıyan paketler arasındaki fark önemlidir (p<0.05). (A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye)

Çalışmada yer alan grupların içerdiği metal konsantrasyonlarına bağlı olarak hesaplanan metal kirlilik endeksleri Tablo 4.11’de verilmiştir. MPI değeri ne kadar yüksekse, örneklerin içindeki ağır metallerin kirlilik derecesi o kadar yüksektir. Tüm grupların MPI değerleri 0.16 ile 1.16 arasında değişmektedir. Maksimum metal kirlilik endeksi Türkiye menşeli akivades de tespit edilmiştir. Haseeb-ur-Rehman vd. (2023) yaptıkları bir çalışmada farklı su ürünlerinin MPI değerlerinin 0.62-2.78 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tablo 4.11. Türkiye’de satışı sunulan bazı kabuklu yumuşakçaların Metal Kirlilik Endeksleri (MPI).

A	B	C	D	E	F	G	H	S
0,23	0,25	0,58	1,16	0,26	0,16	0,35	0,88	0,19

A: Donmuş kalamar tava; B: Donmuş halka kalamar; C: Donmuş midye eti; D: Kabuklu akivades; E: Donmuş yerli karides; F: Donmuş yengeç lokum; G: Donmuş ahtapot; H: Taze kabuklu midye; S: Donmuş sübye

Örneklerin halk sağlığı risklerini değerlendirmek için Cd, Hg ve Pb’nun EWI değerleri, Geçici Tolere Edilebilir Haftalık Alım (PTWI-provisional tolerable weekly intake) miktarları ile karşılaştırılmıştır (Tablo 4.12). PTWI değerleri Cd için 0,007 mg, Hg için 0,004 mg (WHO 2000) ve Pb için 0,025mg olarak alınmıştır (FAO/WHO, 2011). Metaller için tahmini haftalık alım (EWI) değerleri, bir yetişkinin haftalık tüketimine dayanmaktadır ve grupların EDI ve EWI değerleri önerilen standart referans değerlerinin oldukça altında bulunmuştur. EDI, oral referans dozuna (RfD) dayalı olarak metale günlük maruziyeti ölçer. Grupların EDI değerleri, DSÖ tarafından önerilen günlük miktardan (RDA) daha düşüktür ve bu da tüm grupların tüketiciler açısından sağlık riskinin düşük olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.12. Türkiye’de satışı sunulan bazı kabuklu yumuşakçaların tüketimine bağlı olarak yetişkin ve çocuk bireyler için tahmini günlük (EDI) ve haftalık alım miktarı (EWI).

		Yetişkinler için (70 kg)			Çocuklar için (32 kg)		
		Cd	Pb	Hg	Cd	Pb	Hg
A	EDI	6,0E-06	2,6E-06	6,8E-06	2,7E-06	1,2E-06	3,1E-06
	EWI	4,2E-05	1,8E-05	4,8E-05	1,9E-05	8,2E-06	2,2E-05
B	EDI	6,4E-05	4,1E-05	5,1E-06	2,9E-05	1,9E-05	2,3E-06
	EWI	4,5E-04	2,9E-04	3,6E-05	2,0E-04	1,3E-04	1,6E-05

C	EDI	1,1E-04	0,0E+00	3,4E-06	5,1E-05	0,0E+00	1,6E-06
	EWI	7,8E-04	0,0E+00	2,4E-05	3,5E-04	0,0E+00	1,1E-05
D	EDI	1,9E-05	0,0E+00	3,1E-05	8,6E-06	0,0E+00	1,4E-05
	EWI	1,3E-04	0,0E+00	2,1E-04	6,0E-05	0,0E+00	9,8E-05
E	EDI	2,6E-06	6,8E-06	6,8E-06	1,2E-06	3,1E-06	3,1E-06
	EWI	1,8E-05	4,8E-05	4,8E-05	8,2E-06	2,2E-05	2,2E-05
F	EDI	2,6E-06	1,7E-06	2,6E-06	1,2E-06	7,8E-07	1,2E-06
	EWI	1,8E-05	1,2E-05	1,8E-05	8,2E-06	5,5E-06	8,2E-06
G	EDI	2,0E-05	3,5E-05	0,0E+00	9,0E-06	1,6E-05	0,0E+00
	EWI	1,4E-04	2,4E-04	0,0E+00	6,3E-05	1,1E-04	0,0E+00
H	EDI	1,1E-04	1,7E-06	4,8E-05	4,9E-05	7,8E-07	2,2E-05
	EWI	7,6E-04	1,2E-05	3,3E-04	3,5E-04	5,5E-06	1,5E-04
S	EDI	3,4E-06	8,1E-05	5,1E-06	1,6E-06	3,7E-05	2,3E-06
	EWI	2,4E-05	5,7E-04	3,6E-05	1,1E-05	2,6E-04	1,6E-05

EDI (Tahmini günlük alım) mg/gün/70 kg vücut ağırlığı.
EWI (Tahmini haftalık alım) mg/hafta/70kg vücut ağırlığı.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında Türkiye’de perakende olarak satışa sunulan 9 farklı su ürününün mineral madde ve ağır metal içerikleri araştırılmıştır. Bu amaçla aynı ürün grubuna ait 3 farklı paket örnek alınarak çalışılmıştır. Donmuş halka kalamar, kabuklu akivades, donmuş yerli karides, donmuş yengeç lokum, donmuş ahtapot, taze kabuklu midye ve donmuş sübye örneklerinin menşei Türkiye; donmuş kalamar tavanın İspanya, donmuş midye etinin Şili’dir. Mineral madde analizleri yaş örnek üzerinde gerçekleştirilmiş olup sonuçlar mg kg^{-1} (yaş ağırlık) üzerinden verilmiştir.

Araştırmada incelenen gruplar hali hazırda zincir market ve restoranlarda satışa sunulan, otellerde ve evlerde tüketimi yaygın olan su ürünleridir. Bir kısmı Türkiye menşeli bir kısmı ise yurtdışı menşeli olan bu ürünlerin mineral içeriğinin ayrıntılı olarak incelendiği bu çalışma bulguları aşağıdaki gibi özetlenebilir

- Donmuş kalamar tava (A grubu) un, yağ vb. gibi katkıları içeren işlenmiş bir üründür ve pişirilerek tüketilmektedir. Donmuş kalamar tavada tespit edilen başlıca makro element sodyumdur. Bu ürün Zn ve Fe açısından zengindir ve ağır metal içerikleri limit değerlerin altındadır.
- Donmuş halka kalamar (B grubu), kalamarların temizlendikten sonra halka şeklinde dilimlenip dondurulmasıyla elde edilen bir üründür. Bu ürünün Na ve K içeriği yüksektir Mikro elementlerden ise A grubunda olduğu gibi Zn ve Fe açısından zengindir.
- Şili midyesi eti (C grubu) ülkemizde satışa sunulan ithal bir üründür. Şili midyesinin Ca ve Na içeriği yüksek olup Zn ve Fe açısından da zengindir. Ancak bu grubun Cd içeriği TGK tarafından belirlenen limit değerlerin üzerinden tespit edilmiştir. Bu nedenle gıda güvenliği açısından günlük Cd alımına olan katkının kontrol edilmesi gerekmektedir.
- Akivades ülkemiz sularından toplanıp satışa sunulan, farklı şekillerde işlenerek tüketilen bir üründür. Diğer gruplarla kıyaslandığında en yüksek Na içeriği akivades (D grubu) de tespit edilmiştir. Fe ve Al açısından zengindir.
- Yerli karides etinde (Grup E) Al ve Fe içeriği yüksektir. Piyasada satışa sunulan karides etlerinin ağır metal içeriklerinin TGK tarafından önerilen

limit değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

- Yengeç lokumu ülkemizde satışa sunulan imitasyon bir su ürünüdür. Surimi ve yengeç aroması içeren bu ürünün Fe ve Zn içeriği yüksektir.
- Ahtapot etinin mikro element içeriği karşılaştırıldığında diğer gruplara kıyasla As ve Zn içeriği yüksektir.
- Taze kabuklu midye etinin yüksek Fe ve Al içeriğine sahiptir. Makro elementlerden potasyum diğer gruplara kıyasla midye etinde daha fazla tespit edilmiştir.
- Sübye etinin Zn ve As içeriği yüksek Al içeriği düşüktür. Ağır metal içerikleri de kabul edilebilir limit değerlerin altındadır.
- Grupların Na içerikleri oransal olarak kıyaslandığında; kabuklu akivades> donmuş ahtapot> donmuş kalamar tava> donmuş yengeç lokum> donmuş midye eti> donmuş yerli imim karides> donmuş sübye> taze kabuklu midye> donmuş halka kalamar şeklindedir.
- Grupların K içerikleri ise taze kabuklu midye> donmuş midye eti> donmuş ahtapot> kabuklu akivades> donmuş sübye> donmuş kalamar tava> donmuş yengeç lokum> donmuş halka kalamar> donmuş yerli imim karides şeklindedir.
- Minimum Na/K oranı ahtapot ve taze kabuklu midye etine aittir.
- Maksimum Mg içeren gruplar ise akivades ve şili midyesidir.
- Çalışmada incelenen tüm grupların ortalama ağır metal yüklerinin halk sağlığını tehdit edici boyutta olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak ülkemizde zincir marketlerde satışa sunulan; restoran, otel ve evlerde tüketilen taze/ dondurulmuş su ürünlerinin tüketiminin metal konsantrasyonu açısından riskli olmadığı ancak sağlık açısından bu tür su ürünlerinin temiz sulardan avlanması, uygun koşullarda muhafazası, nakliyesi ve işlenmesi koşuluyla dengeli ve sınırlı miktarlarda tüketilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Amiard, J. C., Amiard-Triquet, C., Charbonnier, L., Philip, A. M., Wen, S. R., & Wang, X. (2008). Bioaccessibility of essential and non-essential metals in commercial shellfish from Western Europe and Asia. *Food and Chemical Toxicology*, 46(6), 2010–2022. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.01.041>
- Anonim (2022). <https://subitam.sinop.edu.tr/wp-content/uploads/sites/93/2019/12/Mikroalga.pdf>.
- Aranda, P., & Llopis, G. (1993). Minerales in nutrición y dietética, aspectos sanitarios. *de consejo general de colegios oficiales de farmaceúticos*, 183-223.
- Arslan, E. (2011). *İzmir Körfezi'nde Kalamar (Loligo vulgaris) Avcılığında Uygulanan Yöntemler ve Renk Faktörünün Önemi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Barbosa, A., & Vaz-Pires, P. (2004). Quality Index Method (QIM): Development of a sensorial scheme for common octopus (*Octopus vulgaris*). *Food Control*, 15, 161-168. [https://doi.org/10.1016/S0956-7135\(03\)00027-6](https://doi.org/10.1016/S0956-7135(03)00027-6)
- Başçınar, N. S. (2004) Karides, *SÜMAE Yunus Araştırma Bülteni*, 4(3), 1-3.
- Boletzky, S. V., & Hanlon, R. T. (1983), A review of the laboratory maintenance, rearing and culture of cephalopod molluscs. *Memoirs of the National Museum Victoria*, 44, 147–187.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2005). Heavy metals in commercial fish in New Jersey, *Environmental Research*, 99, 403-412. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.02.001>
- Bustamante, P., Cherel, Y., Caurant, F., & Miramand, P. (1998). Cadmium, copper and zinc in octopuses from Kerguelen Islands, Southern Indian Ocean. *Polar Biology*, 19, 264-271. <https://doi.org/10.1007/s003000050244>
- Bustamante, P., González, A. F., Rocha, F., Miramand, P., & Guerra, A. (2008). Metal and metalloid concentrations in the giant squid *Architeuthis dux* from Iberian waters, *Marine Environmental Research*, 66, 278–287. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2008.04.003>
- Çağlak, E., Çaklı, Ş., & Çağlak, S. (2010). Türkiye'ye ithal edilen bir kalamar türünün (*Illex argentinus castellanos*, 1960) mikrobiyal ve ağır metal yükünün belirlenmesi üzerine bir araştırma, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 27 (1), 35-39
- Domingues, P., Kingston, T., Sykes, A., & Andrade, J. (2001a). Growth of young cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758) at the upper end of the biological distribution temperature range. *Aquaculture Research*, 32, 923–930. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2001.00631.x>
- Domingues, P., Sykes, A., & Andrade, J. (2001b). The use of Artemia or mysids as food for hatchlings of the cuttlefish *Sepia officinalis* Linnaeus, 1758; effects on growth and survival throughout the life cycle. *Aquaculture International*, 9, 319–331.
- Donfrancesco, C., Noce, C. L., Russo, O., Buttari, B., Profumo, E., Minutoli, D., ... & Strazzullo, P. (2021). Trend in potassium intake and Na/K ratio in the Italian adult population between the 2008 and 2018 CUORE project surveys. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31(3), 814-826. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.11.015>.
- Dötsch, M., Busch, J., Batenburg, M., Liem, G., Tareilus, E., Mueller, R., & Meijer, G. (2009). Strategies to reduce sodium consumption: a food industry perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(10), 841-851.

<https://doi.org/10.1080/10408390903044297>

- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (2010). Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 8(3), 1461. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1461>
- Erkan, N., Özden, Ö., Alakavuk, D., Tosun, Ş. Y., Varlık, C., & Baygar, T. (2007). İstanbul'da satılan karideslerin sodyum metabisülfid düzeyinin tespiti, *J FisheriesSciences.com*, 1(1), 26-33.
- Esen, Ö. (2006). *İzmir körfezindeki kara midye Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819 'de bulunan toksik maddelerin araştırılması*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- España, M. A., Rodríguez, E. R., & Romero, C. D. (2007). Comparison of mineral and trace element concentrations in two molluscs from the Strait of Magellan (Chile). *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (3-4), 273-279. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.06.007>
- European Food Safety Authority (EFSA). (2017). Dietary reference values for nutrients summary report, *EFSA Supporting Publications*, 14(12), e15121E. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2017.e15121>
- Ezquerro-Brauer, J. M., & Aubourg, S. P. (2019). Recent trends for the employment of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) by-products as a source of bioactive compounds with nutritional, functional and preservative applications: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 987-998. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14067>
- FAO (2018). The European market for mussels. <http://www.fao.org/in-action/globefish/fishery-information/resourcedetail/en/c/338588>. Erişim tarihi: 13.11.2018
- FAO (Food and Agriculture Organization), (2012). World review of fisheries and aquaculture. <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e01.pdf>. Erişim tarihi: 13.11.2018
- FAO/WHO. (2011). Food standards programme codex committee on contaminants in foods. Fifth Session Codex Alimentarius Commission. The Hague, the Netherlands, 21–25 March 2011: FAO/WHO
- Food and Agriculture Organization (2019). FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2017. <http://www.fao.org/fishery/publications/yearbooks/en>. Erişim tarihi: 13.11.2018
- Food and Nutrition Board; Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (1997). Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride. Dietary Reference Intakes.
- Forsythe, J., DeRusha, R. & Hanlon, R., (1994), Growth, reproduction and life span of *Sepia officinalis* (Cephalopoda: Mollusca) cultured through seven consecutive generations. *Journal of Zoology*, 233 (2): 175–192. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1994.tb08582.x>
- Haseeb-ur-Rehman, M., Munshi, A. B., Atique, U., & Kalsoom, S. (2023). Metal pollution and potential human health risk assessment in major seafood items (fish, crustaceans, and cephalopods). *Marine Pollution Bulletin*, 188, 114581. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114581>
- Hassan, F., & Vijayan, B. J. (2018). Quality evaluation studies in ready-to-use squid soup tablets. *Fisheries Research Technical Report*, 4(1), 17-19.
- Jiao, Y., Chen, J., Li, W., Liu, Y., Xin, C., & Yang, L. (2018). Trace elements concentrations in squids consumed in Shandong Province China and their associated risks to the human health. *Marine Pollution Bulletin*, 128, 267-274. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.038>

- Jodral-Segado, A. M., Navarro-Alarcón, M., de la Serrana, H. L. G., & López-Martínez, M. C. (2003). Magnesium and calcium contents in foods from SE Spain: influencing factors and estimation of daily dietary intakes. *Science of The Total Environment*, 312(1-3), 47-58. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(03\)00199-2](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(03)00199-2)
- Kalay, M., Ay ,Ö., & Canlı, M. (1999). Heavy metal concentrations in fish tissues from the northeast Mediterranean sea, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 63, 673-81,
- Kalay, M., & Canlı, M., (2000). Elemination of Essential (Cu, Zn) and Non-Essential (Cd, Pb) Metals from Tissues of Freshwater Fish *Tilapia zilli*, *Turkish Journal of Zoology*., 24, (429-436), <https://journals.tubitak.gov.tr/zoology/vol24/iss4/11>
- Katağan T. & Benli H. A., (1990). New Cephalopod (Mollusca) Species for the Turkish Seas. *Doğa-Tr.J. Zoology*, 14, 156-161.
- Karakoltsidis, P. A., Zotos, A., & Constantinides, S. M. (1995). Composition of the commercially important Mediterranean finfish, crustaceans, and molluscs. *Journal of Food Composition and Analysis*, 8(3), 258-273.
- Kocatepe, D., & Eyuboğlu, A. (2022). Macro and Micro Element Composition of Smoked and Marinated Shrimps (*Parapenaeus longirostris*): Its Potential Impact on Consumer Health. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 11(2), 45-54. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gbad/issue/73117/1099041>
- Kojadinovic, J., Jackson, C. H., Cherel, Y., Jackson, G. D., & Bustamante, P. (2011). Multi-elemental concentrations in the tissues of the oceanic squid *Todarodes filippovae* from Tasmania and the southern Indian Ocean. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 74(5), 1238-1249. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.03.015>
- Lawal-Are, A. O., Moruf, O. R., & Junaid, D. A. (2018). Chemical bio-compounds and functional properties of raw and processed cuttlefish, *Sepia officinalis* (Mollusca: Cephalopoda). *Food and Environment Safety Journal*, 17(3).
- Lee, P., Turk, P., Forsythe, J., & DiMarco, F., (1998). Cephalopod culture: physiological, behavioural and environmental requirements. *Aquaculture Science*, 46(3), 417– 422. <https://doi.org/10.1123/aquaculturesci1953.46.417>
- Liem, D. G., Miremadi, F., & Keast, R. S., (2011). Reducing sodium in foods: the effect on flavor. *Nutrients*, 3(6), 694-711. <https://doi.org/10.3390/nu3060694>
- Liu, S., Liu, Y., Yang, D., Li, C., Zhao, Y., Ma, H., ... & Lu, S. (2020). Trace elements in shellfish from Shenzhen, China: Implication of coastal water pollution and human exposure. *Environmental Pollution*, 263, 114582. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114582>
- Mangold K., (1983). Food, Feeding and Growth in Cephalopods. *Mem. Natl. Mus. Vic.*, 44:81-93.
- Mol, S. (2006). Fayda ve Riskleriyle Midye. *Dünya Gıda Dergisi*, 5: 83-88, İstanbul.
- Marangoz, İ. (2009). Tekirdağ ili sahillerinde avlanan su ürünlerinin ağır metal içeriklerin belirlenmesi (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Miramand, P., & Bentley, D. (1992). Concentration and distribution of heavy metals in tissues of two cephalopods, *Eledone cirrhosa* and *Sepia officinalis*, from the French coast of the English Channel. *Marine Biology*, 114(3), 407-414.
- Mol, S. (2011). Özel Bazı Su Ürünlerinin İşlenmesi. Varlık, C. (Ed), *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*, s: 469, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları
- Odzak, N., Zvonaric, T., Kljakovic, Z. G., Horvat, M., Baric, A, (2000). Biomonitoring of Hg in the Kastela bay using transplanted mussels. *Sci Tot Environ*, 261, 61–68. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00595-7](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00595-7).

- Oliveira, H., Muniz, J. A., Bandarra, N. M., Castanheira, I., Coelho, I. R., Delgado, I., ... & Gonçalves, A. (2019). Effects of industrial boiling on the nutritional profile of common octopus (*Octopus vulgaris*). *Foods*, 8(9), 411. <https://doi.org/10.3390/foods8090411>
- Ovalı, B. B. (2002). Midye etinin (*Mytilus galloprovincialis*) değişik değerlendirme olanakları üzerine bir araştırma. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 2, 13-19.
- Pandit, A. R., & Magar, N. G. (1972). Chemical composition of *Sepia orientalis* and *Loligo vulgaris*. *Fishery Technology*, 9(2), 122-125.
- Pascual, E (1978), Crecimiento y alimentacion de tres generaciones de *Sepia officinalis* en cultivo. *Investagaciones Pesqueras*, 42(2), 421–442.
- Pierce, G. J., Stowasser, G., Hastie, L. C., & Bustamante, P. (2008). Geographic, seasonal and ontogenetic variation in cadmium and mercury concentrations in squid (Cephalopoda: Teuthoidea) from UK waters, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 70, 422–432. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2007.07.007>
- Raimundo, J., Vale, C., & Rosa, R. (2014). Trace element concentrations in the top predator jumbo squid (*Dosidicus gigas*) from the Gulf of California. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 102, 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.01.026>
- Rainbow, P. S. (2002), Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why and so what?, *Environmental Pollution*, 120(3), 497-507. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(02\)00238-5](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(02)00238-5)
- Raman, M., & Mathew, S. (2014). Study of chemical properties and evaluation of collagen in mantle, epidermal connective tissue and tentacle of Indian Squid, *Loligo duvauceli* Orbigny. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1509-1516. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0671-6>
- Remyakumari, K. R., Ginson, J., Ajeeshkumar, K. K., Vishnu, K. V., Asha, K. K., & Mathew, S. (2018). Biochemical profile and nutritional quality of Indian squid, *Uroteuthis duvauceli*, 6 (3), 187-192.
- Richard, A., (1971), Contribution a` l'e'tude expe'rimetale de la croissance et de la maturation sexuelle de *Sepia officinalis* L. (Mollusque, Ce'phalopode). The'se 248, Univ. Lille, France.
- Ridout, P. S., Rainbow, P. S., Roe, H. S. J., & Jones, H. R., (1989). "Concentrations of V, Cr, Mn, Fe, Ni, Co, Cu, Zn, As and Cd in mesopelagic crustaceans from the North East Atlantic Ocean", *Marine Biology*, 100(4), 465-471. <https://doi.org/10.1007/BF00394823>
- Rodríguez-Hernández, Á., Zumbado, M., Henríquez-Hernández, L. A., Boada, L. D., & Luzardo, O. P. (2019). Dietary intake of essential, toxic, and potentially toxic elements from mussels (*Mytilus* spp.) in the Spanish population: a nutritional assessment. *Nutrients*, 11(4), 864. <https://doi.org/10.3390/nu11040864>
- Roper C. F. E., Sweeny M. J., & Nauen C. E. (1984). Cephalopods of the World. An Annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Species Catalogue. FAO Fisheries Synopsis, 3(1), 277 pp.
- Salman, A.; Katagan, T.; Benli, H.A. (1998). "Türkiye Kafadanbacaklıları ve Kafadanbacaklı Yetistirciliği", T.C. Tarım ve Köyisleri Bakanlığı Su Ürünleri Arastırma Enstitüsü Müdürlüğü Bodrum Seri A Yayın No:12, 1 – 2.
- Salman, S. (1995) Omurgasız Hayvanlar Biyolojisi, Zirem Basımevi ve Bilgisayar Merkezi, Antakya, 220s.
- Santi, A., Metusalach, D. G., Genisha, D., & Mahendradatta, M. (2019). Proximate and mineral composition of cuttlefish (*Sepia* sp). *IJSRST*, 6(4), 130-37. <https://doi.org/10.32628/IJSRST196425>

- Seelig, M. S. (2001). Epidemiology of water magnesium: evidence of contributions to health. *Advances in Magnesium Research: Nutrition and Health*, 211-218.
- Soundarapandian, P., Varadharajan, D., & Sivasubramanian, C. (2013). Mineral composition of edible crab, *Charybdis natator* Herbst (Crustacea: Decapoda). *J. Bioanal. Biomed*, 5(4), 99-101.
- Soundarapandian, P., Varadharajan, D. & Ravichandran, S. (2014). Mineral composition of edible crab *Podophthalmus vigil* Fabricius (Crustacea: Decapoda). *Arthropods*, 3(1), 20.
- Stankovic, S., & Jovic, M. (2012). Health risks of heavy metals in the mediterranean mussels as seafood. *Environmental chemistry letters*, 10(2), 119-130. <https://doi.org/10.1007/s10311-011-0343-1>
- TGK (2011). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanar Yönetmeliği. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm>. (29.12.2011).
- Troell, M., Jonell, M., & Crona, B. (2019). The role of seafood in sustainable and healthy diets. *The EAT-Lancet Commission report Through a Blue Lens*. Stockholm: The Beijer Institute.
- TÜİK (2022). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/2022%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporlar%C4%B1/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20%C3%9Cr%C3%BCn%20Raporu-TEPGE-355.pdf> (Erişim 15.02.2023)
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Ateş, A., & Gökkuş, K. (2008). Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: twelve fish species. *Food Chemistry*, 108(2), 794-800. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.025>
- USEPA (2000) Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories Volume 2 Risk Assessment and Fish Consumption Limits (third ed.), United States Environment Protection Agency, Washington, D.C. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/volume2.pdf>
- Usero J, Gonzalez-Regalado E., & Gracia I. (1997). Trace metals in the bivalve molluscs *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum* from the Atlantic Coast of Southern Spain. *Environment International*, 23 (3), 291–298. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(97\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(97)00030-5)
- Venugopal, V., & Gopakumar, K. (2017). Shellfish: nutritive value, health benefits, and consumer safety. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(6), 1219-1242. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12312>
- WHO (World Health Organization), (1992). Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants-Food Additives Series 24. Prepared by the 33rd meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee and Food Additives, March 21–30, 1989, Geneva, Cambridge University Press, New York, pp. 163–219.
- WHO, G. (2012). Potassium intake for adults and children. *World Health Organization, Geneva, Switzerland*.
- WHO. (2000). Evaluation of certain food additives and contaminants. Report of the Fifty-Third of the Joint FAO/ WHO Expert Committee on Food Additives. Technical Report Series No 896 Geneva
- Wood, R. J., Suter, P. M., & Russell, R. M. (1995). Mineral requirements of elderly people. *The American journal of clinical nutrition*, 62(3), 493-505. <https://doi.org/10.1093/ajcn/62.3.493>
- World Health Organization, (2007). *Reducing Salt Intake in Populations: Report of a WHO Forum and Technical Meeting*, 5-7 October 2006, Paris, France; WHO: Geneva,

Switzerland.

- Yazkan M., Özdemir F., & Gölükcü M. (2003). Antalya körfezinde avlanan bazı yumuşakçalar ve karideste Cu, Zn, Pb ve Cd içeriği”. *GIDA*, (6), 637-642,
- Yılmaz, D., & Sarıgöl, B. (2018). Avrupa kalamarının (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) yapay habitatlar oluşturularak doğal stoklarının zenginleştirilme olanaklarının araştırılması. *Bilim Armonisi*, 1(1), 65-71.
- Yağcı, T. (2019). Antalya, Rize ve Yalova Kıyı Sularından Örneklenen Karides Türlerinin (*Aristeus antennatus* (Risso, 1816), *Palaemon adspersus* (Rathke, 1837), *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846)) Metal İçeriklerinin Değerlendirilmesi. *Acta Aquatica Turcica*, 15(3), 298-306. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.514050>
- Zoroddu, M. A., Aaseth, J., Crisponi, G., Medici, S., Peana, M. & Nurchi, V. M. (2019). The essential metals for humans: a brief overview. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 195, 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2019.03.013>



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Derya Canan BÜYÜKKOL

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Fevzi Çakmak Anadolu Lisesi (Kayseri - Kocasinan), 2009

Lisans : Başkent Üniversitesi, 2020, Beslenme ve Diyetetik

Yayın Listesi :

Kocatepe, D., Büyükkol D., & Öztürk, G. Selenyum, Su Ürünleri ve Sağlık. Sinop Üniversitesi *Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 162-173.

SİNOP ÜNİVERSİTESİ

PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje No: SÜF-1901-21-006
Proje Başlığı: Türkiye'de Tüketime Sunulan Bazı İşlenmiş Kabuklu ve Yumuşakçaların Mineral Madde İçeriği ve Sağlık Riski Değerlendirmesi
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Prof. Dr. Demet KOCATEPE, Derya Canan BÜYÜKKOL
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Sinop Ün. Su Ürünleri Fak. Akliman, Sinop, Türkiye
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: -
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 27.04.2021-26.04.2022
Öz (en fazla 70 kelime): Çalışma kapsamında Türkiye’de perakende olarak satışa sunulan 9 farklı su ürününün mineral madde ve ağır metal içerikleri araştırılmıştır. Bu amaçla aynı ürün grubuna ait 3 farklı paket örnek alınarak çalışılmıştır. A grubu: donmuş kalamar tava; B grubu: donmuş halka kalamar; C grubu: donmuş midye eti; D grubu: kabuklu akivades; E grubu: donmuş yerli karides; F grubu: donmuş yengeç lokumu; G grubu: donmuş ahtapot; H grubu: taze kabuklu midye ve S grubu: donmuş sübyeden oluşmaktadır. Çalışmada incelenen tüm grupların ağır metal yüklerinin halk sağlığını tehdit edici boyutta olmadığı belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Kalamar, midye, akivades, karides, yengeç lokum, ahtapot, sübye, mineral, toksik

Projeden Yapılan Yayınlar:

a. Proje kapsamında yayın yapılmış mı?

Hayır

b. Proje kapsamında patent alınmış mı?

Hayır

c. Projede patent alma potansiyeli var mı?

Hayır

Evet / Hayır