

**19-64 Yaş Arası Bireylerin Farklı Pişirme
Ekipmanlarını Kullanım Durumları ve Pişirme
Ekipmanlarından Asidik, Alkali, Nötr Su
Çözeltilerine Ağır Metallerin Geçişinin Belirlenmesi**

Hasibe Gonca Uymaz

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsüne Beslenme ve
Diyetetik Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Doğu Akdeniz Üniversitesi
Eylül 2022
Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Ali Hakan Ulusoy
L.E.Ö.A. Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Beslenme ve Diyetetik Yüksek Lisans derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarım.

Doç. Dr. Ceren Gezer
Beslenme ve Diyetetik Bölüm Başkanı

Bu tezi okuyup değerlendirdiğimizi, tezin nitelik bakımından Beslenme ve Diyetetik Yüksek Lisans derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarız.

Yrd. Doç. Dr. Nezire İnce
Tez Danışmanı

Değerlendirme Komitesi

1. Prof. Dr. Mustafa Gazi
2. Yrd. Doç. Dr. Kamil Dağcılar
3. Yrd. Doç. Dr. Nezire İnce

ÖZ

Bu araştırma da 19-64 yaş arası bireylerin en sık kullandıkları pişirme ekipmanları yüz yüze- online anket yöntemi ile tespit edilip satın alınarak bu pişirme ekipmanlarından farklı pH'lardaki çözeltilere ağır metal geçişini saptamak amaçlanmıştır. Katılımcıların en sık kullandıkları saptanan çelik (%58,59), granit (%37,24), teflon (%25,26) ve döküm demir (%9,38) tencerelerden pişirme ile geçebilecek ağır metal (alüminyum (Al), demir (Fe), nikel (Ni), kurşun (Pb)) seviyeleri analiz edilmiştir. Al, Pb, Ni; EPA 200.8 metoduyla Fe ise indüktif eşleşmiş plazma - kütle spektrometresi (ICP - Ms) metoduyla analiz edilmiştir.

Pb için yapılan analizler sonucunda ekipman kaynaklı bir geçiş saptanmamıştır. Asidik pH' da en yüksek Al salınımı döküm tencereden (0.703 mg/L) en yüksek Ni (0,338 mg/L) ve Fe (10,537 mg/L) salınımı ise paslanmaz çelik tencereden gerçekleşmiştir. Alkali pH' a sahip numunelerden elde edilen sonuçlar çalışma verileriyle karşılaştırıldığında döküm tencere için Ni, diğer tüm tencereler için ise Fe geçişi önemsizmeyecek düzeyde bulunmuştur. Alkali pH' da Al salınımı diğer tüm metallerden daha fazla olmuştur. Sırasıyla çelik, teflon, granit ve döküm tencere için alkali pH' da Al geçişleri 0,033 mg/L, 0,303 mg/L, 0,205 mg/L, 0,237 mg/L şeklinde saptanmıştır.

Sonuç olarak pişirme ekipmanlarından gıdalara ağır metal geçişinin gıdanın pH seviyelerine bağlı olarak değiştiği, pH düzeyi azaldıkça Ni ve Fe salınımının orantılı olarak arttığı, pH düzeyi arttıkça da Al salınımının arttığı gösterilmiştir. Konuyla ilgili granit ve teflon pişirme ekipmanları üzerinde yapılacak olan kapsamlı çalışmaların literatürdeki boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Pişirme Ekipmanları

ABSTRACT

In this research, it was aimed to determine the heavy metal transition from these cooking equipment to solutions of different pH by determining and purchasing the cooking equipment most frequently used by individuals between the ages of 19-64 by face-to-face-online survey method. Heavy metals (Al, Fe, Ni, Pb) levels were analyzed. Al, Pb, Ni were analyzed by EPA 200.8 method and Fe was analyzed by inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP - Ms) method.

As a result of the analyzes made for Pb, no equipment-induced transition was detected. At acidic pH, the highest Al release was from cast iron (0.703 mg/L) and the highest Ni (0.338 mg/L) and Fe (10,537 mg/L) release from stainless steel cookware. When the results obtained from the samples with alkaline pH are compared with the study data, the transition of Ni for cast pan and Fe for all other pans was found to be negligible. Al release was higher at alkaline pH than for all other metals. Al transitions at alkaline pH were determined as 0.033 mg/L, 0.303 mg/L, 0.205 mg/L, and 0.237 mg/L for steel, teflon, granite and cast pots, respectively.

As a result, it has been shown that the heavy metal transfer from cooking equipment to foods varies depending on the pH levels of the food, the release of Ni and Fe increases proportionally as the pH level decreases, and the release of Al increases as the pH level increases. It is thought that comprehensive studies to be carried out on granite and teflon cooking equipment related to the subject will fill the gap in the literature.

Keywords : Heavy Metal, Cooking Equipment

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin her aşamasında bana her türlü desteği sağlayan, bilgi ve deneyimleriyle rehber olan, titizlik ve sabırla tezimin her aşamasında büyük emeği olan, karşılaştığım her sorunumda desteğini esirgemeyen, akademik hayatıma ışık tutan, en büyük motivasyon kaynağım çok değerli hocam Yrd. Doç. Dr.Nezire İNCE'ye,

Verilerin toplanması kısmında büyük bir özveriyle bana yardıma koşan biricik kardeşim Stj. Dyt. Mehmet UYMAZ ve değerli arkadaşlarına, aynı özveriyle bana her türlü desteği sağlayan yardımlarını esirgemeyen sevgili arkadaşım Pr. Barış Çek'e,

Numuların hazırlanması ve taşınması sürecinde yanımda olan değerli arkadaşım Hem. Mihrican ÇAKAR'a, bize laboratuvar desteğini sağlayan bu süreçte güzel akademik sohbetler gerçekleştirdiğimiz değerli hocam Doç. Dr. Abdullah KURT'a,

Çalışmamın bel kemiği olan deneysel kısmında yapılan kimyasal analizleri büyük bir titizlikle yürüten, Uşak Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi ICP-MS laboratuvarı ekibine,

Araştırma verilerinin istatistiksel incelenmesi ve yorumlanmasında özverili çalışmasından dolayı Sedat YÜCE'ye,

Ve hayatımın her anında yanımda olan akademik hayatımı destekleyen, lisansüstü eğitimimi sürdürmem konusunda bana cesaret veren, tezimin her aşamasında büyük katkıları olan, beni bugünlere getiren sevgili babam ve annem Aydın & Aysun UYMAZ'a sevgilerimle, minnet ve teşekkürlerimi sunarım..

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
KISALTMALAR.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	xi
1 GİRİŞ	1
1.1 Kuramsal Yaklaşım ve Kapsam.....	1
1.2 Amaç	2
1.3 Hipotez	2
2 GENEL BİLGİLER	3
2.1 Ağır Metallere Genel Bakış.....	3
2.2 Pişirme Ekipmanları.....	4
2.2.1 Alüminyum Pişirme Ekipmanları	6
2.2.2 Teflon Pişirme Ekipmanları	8
2.2.3 Granit Pişirme Ekipmanları.....	9
2.2.4 Çelik Pişirme Ekipmanları	9
2.2.5 Bakır Pişirme Ekipmanları	10
2.2.6 Demir Döküm Pişirme Ekipmanları	11
2.3 Bazı Gıdaların pH Değerleri.....	12
2.4 Ağır Metallerin İçme Suyu İçin Kabul Edilebilir Limitleri	13
2.5 Pişirme Ekipmanlarından Gıdalara Geçen Ağır Metaller	14
2.5.1 Kurşun.....	14
2.5.2 Alüminyum.....	14

2.5.3 Demir	15
2.5.4 Nikel.....	15
2.6 Ağır Metallerin Tanımı ve Çeşitleri.....	16
2.7 Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri	17
2.7.1 Kurşun Ağır Metalinin İnsan Sağlığına Etkileri.....	19
2.7.2 Alüminyum Ağır Metalinin İnsan Sağlığına Etkileri	22
2.7.3 Demir Ağır Metalinin İnsan Sağlığına Etkileri	22
2.7.4 Nikel Ağır Metalinin İnsan Sağlığına Etkileri	23
3 BİREYLER VE YÖNTEM.....	25
3.1 Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Örneklem Büyüklüğü.....	25
3.2 Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi	26
3.3 Örneklerin Alınması.....	27
3.4 Örneklerin Analize Hazırlanması	27
3.5 Araştırmada Kullanılan Cihazlar	28
3.6 Verilerin İstatiksel Değerlendirilmesi.....	28
4 BULGULAR	30
5 TARTIŞMA.....	42
6 SONUÇ	47
7 ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR.....	51
EKLER.....	65
Ek 1 : Etik Kurul Onay Formu	66
Ek 2 : Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.....	67
Ek 3 : Akreditasyon Sertifikası	69
Ek 4 : Anket Formu	70

KISALTMALAR

%	Yüzde
AB	Avrupa Birliği
AD	Alzheimer Demans
Al	Alüminyum
APO-E	Apolipoprotein E
As	Arsenik
BOS	Beyin Omurilik Sıvısı
C	Karbon
CAC	Kodeks Alimentarius Komisyon
CaNa ₂ EDTA	Kalsiyum Disodyum Etilendiamin Tetraasetik Asit
Cd	Kadmiyum
Cm	Santimetre
Cm ³	Santimetreküp
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
GI	Gastrointestinal
GIS	Gastrointestinal Sistem
GPx	Glutasyon Peroksidaz
Gr	Gram
GSH	Glutasyon
Hg	Civa
IARC	Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı

ICP- Ms	İndüktif Eşleşmiş Plazma - Kütle Spektrometresi
KZYA	Kısa Zincirli Yağ Asitleri
L	Litre
ml	Mililitre
Mn	Manganez
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
PTEE	Politetrafloroetilen
ROS	Reaktif Oksijen Türleri
Sn	Kalay
SOD	Süperoksit Dismutaz
SRL	Spesifik Salım Limitleri
Zn	Çinko

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 : Alüminyum Kapların Avantaj ve Dezavantajları	8
Tablo 2.2 : Teflon Kapların Avantaj ve Dezavantajları.....	8
Tablo 2.3 : Paslanmaz Çelik Kapların Avantaj ve Dezavantajları	10
Tablo 2.4 : Bakır Kapların Avantaj ve Dezavantajları	11
Tablo 2.5 : Demir Döküm Kapların Avantaj ve Dezavantajları.....	12
Tablo 2.6 : Bazı Gıdaların pH Değerleri.....	12
Tablo 2.8: Ağır Metallerin İnsan Metabolizmasında Oluşturdukları Etki ve Etkin Oldukları Sistemler	18
Tablo 2.9 : Çocuk ve Yetişkinlerde Kandaki Kurşun Düzeylerinin Sağlığa Etkileri .	20
Tablo 2.10 : Bazı Vitamin ve Minerallerin Kurşun Metali Üzerindeki Etkileri	21
Tablo 3.1: Araştırma Evreninin İlçelere Göre Dağılımı	26
Tablo 4.1 : Katılımcıların Sosyo-Demografik Özelliklerine Göre Dağılımı	30
Tablo 4.2 : Katılımcıların En Sık Kullandıkları Tencere Türüne Göre Dağılımı	31
Tablo 4.3 : Katılımcıların En Sık Kullandıkları Tava Türüne Göre Dağılımı	32
Tablo 4.4 : Katılımcıların En Sık Kullandıkları Cezve Türüne Göre Dağılımı	32
Tablo 4.5 : Katılımcıların Asla Kullanmadıkları Tencere Türüne Göre Dağılımı	33
Tablo 4.6 : Katılımcıların Pişirme Sırasında Kullanılan Kaşık Türüne Göre Dağılımı	34
Tablo 4.7 : Katılımcıların Pişirme Ekipmanlarının Yıpranmışlığını Dikkate Alma ve Değiştirme Sıklığına Göre Dağılımı	34
Tablo 4.8 : Katılımcıların Pişirme Sonrası Yemeği Tencerede Bekletme Durumu Göre Dağılımı	35

Tablo 4.9 : Asidik, Alkali ve Nötr Çözeltilerde Ağır Metal Miktarlarının Tencere Türlerine Göre Karşılaştırılması.....	37
Tablo 4.10 : Döküm, Teflon, Çelik ve Granit Tencerelerde Ağır Metal Miktarlarının Çözelti Türlerine Göre Karşılaştırılması.....	39
Tablo 4.11 : Farklı Pişirme Ekipmanlarında Analiz Edilen Metallerin Spesifik Salım Limitleriyle Karşılaştırılması	40

Bölüm 1

GİRİŞ

1.1 Kuramsal Yaklaşım ve Kapsam

Altmıştan fazla element ağır metallere örnek olarak verilebilse de en sık rastlanan ve en çok tanınan; civa (Hg), mangan (Mn), demir (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), kadmiyum (Cd), arsenik (As), krom (Cr), kurşun (Pb), gümüş (Ag) ve selenyum (Se) elementlerini ağır metal adı altında sınıflandırabiliriz (Özbolat ve ark., 2016).

Biyolojik işleyişte vücudumuza etkilerine göre ağır metalleri yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak iki ayrı grupta incelemekteyiz. Genel olarak enzimatik bir tepkimede kofaktör olarak rol oynayan, organizmada belirli bir derişimde bulunması gerekli olan vitamin ve hormonların bileşenlerinde bulunan metaller yaşamsal olarak sınıflandırılırlar. Buna karşın, yaşamsal olmayan ağır metaller (Hg, Cd ve Pb), başlangıç derişimlerinden itibaren toksik etki göstermekte ve çok düşük derişimlerde bile sağlık problemlerine yol açabilmektedirler. Özellikle Hg ve Cd 0,001-0,1 ppm gibi çok düşük derişimlerde bile toksik olabilmektedirler (Özbolat ve ark., 2016).

Bahsedilen ağır metallerin; gıdaları pişirme, saklama ve ambalajlamak için kullanılan metalik mutfak ekipmanlardan gıdalara geçebileceği bildirilmektedir (Koo ve ark., 2020).

Metabolik atılımları çok yavaş gerçekleştiği için zamanla insan vücudunda birikime uğrayan bu ağır metallerden özellikle bazılarının eser miktarlarda

organizmaya girmesi bile sağlık açısından büyük tehlike yaratır (Özbolat ve ark., 2016; Azeh Engwa ve ark., 2019)

Ağır metalin vcoda alındığı yol, metalin derişimi, nrlğ, kimyasal yapısı, metal iyonunun yapısı, redoks-kompleks oluşturma yeteneği ağır metalin vücutta oluşturacağı etkileri belirlemektedir (Özbolat ve ark., 2016). Bu metallerden kaynaklanan kronik hastalıklar ya da kanser gibi sağlık sorunlarının çoğunda gelişmiş tanı ve tedavi yöntemleri gerekmektedir. Genellikle bu hastalıkların tedavi olanakları sınırlı olup sıklıkla ölümlle sonuçlanmaktadır. Civa, bakır, kurşun ve kadmiyum en fazla toksik etki gösteren ağır metallerin başında gelmektedir (Özbolat ve ark., 2016).

1.2 Amaç

Bu alışma ile 19-64 yaş arası bireylerin farklı pişirme ekipmanlarını kullanım durumları ve pişirme ekipmanlarından asidik, alkali, nötr su çözeltilerine ağır metal geçişlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

H₁: Farklı pişirme ekipmanlarından asidik su çözeltisine ağır metal geçişi daha yoğundur.

H₀: Farklı pişirme ekipmanlarından asidik su çözeltisine ağır metal geçişi diğer solüsyonlara oranla aynıdır.

Bölüm 2

GENEL BİLGİLER

2.1 Ağır Metallere Genel Bakış

İlk çağlardan günümüze kadar ağır metaller çeşitli amaçlarla işlenilip kullanılmaya devam edilmektedir. Kullanım alanlarının başında maden sektörü, demir/çelik, cam/seramik sanayisi, enerji üretimi, petrokimya sanayisi ve gübre üretim faaliyetleri gibi oldukça revaçta olan sektörler gelmektedir (Yavuz ve Sarıgül, 2016). Bunların yanında gelişen tarım faaliyetleri, sanayi devrimi, hızlı kentleşme ve hızla artmakta olan dünya nüfusuna bağlı olarak çevre kirliliği de artış göstermiştir (Türközü ve Şanlıer, 2014b).

Çevre kirlilikleri arasında özellikle evrensel bir problem haline gelen toprak kirliliğine başta ağır metaller olmakla beraber hormonlar, pestisitler, organik bileşenler ve radyoaktif hidrokarbon yanma tepkimeleri sebep olmaktadır. Toprak kirliliğine neden olan başlıca ağır metaller: Civa, bakır, kadminyum, kurşun, çinko ve krom olarak sıralanmaktadır. Böylelikle ağır metal bileşenlerinin besin zinciri aracılığıyla gıda ürünlerine karışması riski her geçen gün daha da artarak insan sağlığını tehdit etmeye devam etmektedir (Türközü ve Şanlıer, 2014a).

Beslenme, insanların hayatlarını sürdürebilmesi, büyüme ve sağlığın korunması için temel ihtiyaçlarımızdandır. Bu temel ihtiyacın gıdalar tarafından optimum düzeyde karşılanabilmesi için güvenli gıda kaynaklarının sağlanabilmesi gereklidir. Buna rağmen günümüzde gıdaların tarladan sofraya gelene kadarki sürecinde gerekli koşulların sağlanamamasına bağlı olarak sağlığımız tehlikeye

girebilmektedir (Ceyhun Sezgin ve Artık, 2015). Gıdaların soframıza gelene kadar üretim, işleme, hazırlama, depolama ve ambalajlama gibi süreçlerinde bulaşabilme ihtimali olan kimyasal maddeler Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC) tarafından gıda kontaminantları olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde gıda kontaminantları arasında insan sağlığını en çok tehdit eden kimyasallar arasında ise ağır metaller gösterilmektedir (Türközü ve Şanlıer, 2014b).

Farklı yollardan çevreye bulaşan ağır metaller; dokularında ağır metal biriken bitkileri tüketen hayvanlara ve onların süt ve etlerine, içeriği ağır metallerden etkilenmiş sulardan tutulan balıklara ya da pişirme sırasında kullanılan mutfak ekipmanlarından dolayı olarak vücudumuza alınabilmektedir (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010; Türközü ve Şanlıer, 2014b).

2.2 Pişirme Ekipmanları

Gelişen dünya şartlarıyla birlikte metaller çeşitli sektörlerde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde çoğu ekipmanın yapı malzemelerinde ise yine metaller kullanılmaktadır. İnsanlar geçmişten bu yana mutfaklarda çeşitli malzemelerden yapılan kapları kullanmaktadırlar. Ancak yapılan araştırmalar pişirme araçları olarak kullandığımız bazı mutfak gereçlerinin tehlikeli kirleticiler arasında olabileceğini göstermektedir (Elveren ve Osman, 2021).

Metalik mutfak kaplarının birçoğu tek bir materyal yerine alaşımlardan oluşmaktadır. Metaller ve bunların alaşımları, optimal termal iletkenlikleri ve termostabilitelerinden dolayı pişirme kaplarının bileşiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan metallerin arasında demir, kalay (Sn), bakır, alüminyum, nikel ve krom bulunur. Bu metallere ek olarak kadminyum, arsenik ve kurşun gibi kirleticilerde kullanılabilir. Bunlara örnek olarak Cr ve Ni ile alaşımlanmış Fe'den oluşan paslanmaz çelikler verilebilir (Koo ve ark., 2020).

Araştırmacılardan bir kısmı gıdalara nikel geçişini önlemek amacıyla alaşımında nikel olmayan paslanmaz çeliklerin kullanımını önermiştir; ancak çoğu durumda bu yapıdaki çeliklerin mekanik özellikler ve korozyon direnci gibi özellikleri karşılayamadığı görülmüştür (Jellesen, Rasmussen ve Hilbert, 2006).

Besinlerle temas sonrasında gerçekleşen madde geçişi durumu migrasyon olarak adlandırılmaktadır (Biricik, Çöplü ve Dağdelen, 2015). Gıdalar gerek pişirme gerekse saklama koşullarında kullanılan mutfak ekipmanlarının materyallerine, kullanım durum ve sıklığına göre, pişirmeyle birlikte ağır metal geçişine maruz kalabilmektedir (Teyin, 2018).

Saklama ve pişirmede kullanılan tencere, tava, tepsi gibi mutfak araç gereçlerinin, gıdalar tarafından paslanma, bozulma ve temizlik ürünlerine (örneğin bazı deterjan bileşiklerinin paslanmaz çelik üzerinde Pb, As ve Cd salınmasına sebep olması) karşı dayanıklı olması, besinlerle tepkimeye girerek besinlerin yapısında ve lezzetinde değişimlere sebep olmaması gerekmektedir (Teyin, 2018; Erel, 1976). Tüm bunlara ek olarak pişirme araçları düzgün zeminli, toksik etkiler içermeyen, emici özelliği olmayan malzemelerden üretilmelidir. Ayrıca ekipmanın yapımında parçaları bir arada tutabilmek için kullanılan vida, burgu gibi materyallerinde yukarıda bahsedilen özelliklerde olması gerekmektedir (Erel, 1976).

Gıda ürünlerinin hazırlanması ve sofraya gelene kadarki sürecinde gıdanın temas ettiği her materyalden kimyasal bir geçiş olma ihtimali her zaman mevcuttur. Gıdaların temas ettiği ambalajlar, eldivenler, kesme, işleme aletleri ve pişirme ekipmanları bu bulaşların başlıca araçlarıdır (Çinibulak, 2010).

Yapılan bir araştırma sonucu gıdalara en fazla ağır metal geçişinin pişirme esnasında kullanılan mutfak araç gereçlerinden olduğu saptanmıştır (Teyin, 2018).

Gıda hazırlığında ve saklamasında kullanılan mutfak ekipmanlarında zamanla gerçekleşen aşınmalar ve yıpranmalar gıdalara metal geçişine sebep olabilmektedirler (Elveren ve Osman, 2021). Genellikle kullanılan pişirme araçlarının yapı malzemeleri ise; alüminyum, çelik, demir, bakır, gümüş, emaye ve teflon kaplama gibi materyallerden oluşmaktadır (Teyin, 2018).

2.2.1 Alüminyum Pişirme Ekipmanları

Yaklaşık on dokuzuncu yüzyılın sonundan önce alüminyum kullanılarak yapılan eşyalar maliyetinden dolayı kıymetli ve lüks mallar olarak görülürken, maliyetinin düşmesiyle beraber kullanım alanları oldukça genişletilmiştir. Yirminci yüzyılının sonundan itibaren bahsedilen özelliklerinden dolayı mutfakta kullanılan kaplar, tencereler ve tavalar alüminyumdan üretilse de alüminyum pişirme kaplarının kullanım durumu geçmiş dönemlere kıyasla azalmakta olup, günümüzde halen kullanılan mutfak araç gereçlerinin içerisinde yer almaktadır (Stahl ve ark., 2017).

Yapı malzemelerinde ‘alumina’ kullanılan bu kaplar bilinçsizce kullanıldığında çözünerek gıdalara nüfuz edebilmekte ve sağlık açısından risk oluşturabilmektedir (Akıncı, Akbulut ve Siddiqui, 2007). Dökme alüminyumdan yapılan alüminyum kaplar düşük maliyetli olmakla birlikte paslanmaya karşı dayanıklı bir yapıdadırlar. Tüm bu özelliklerine rağmen alüminyumdan yapılan kaplar çizilmeye ve ezilmelere karşı dayanıklı olmamakla beraber asitli gıdalarla reaksiyona girebilmektedirler. Bu sebepten ötürü sık kullanımları tavsiye edilmez (Amidor, 2014). Alüminyum tencerelere yapılan kaplama ve anotlama gibi işlemler aracılığıyla alüminyum metalinin gıda maddelerine salınma oranı bir miktar da olsa düşürülebilmektedir (Mathee ve Street, 2020). Eloksal olarak bilinen bir kaplama türü ile alüminyum kapların yüzeyi sertleştirilerek, çizilmez, yapışmaz ve kolay temizlenebilen bir yapıya getirilebilmektedir. Bu kaplama sayesinde materyalin

yüzeyi sızdırmaz hale getirilerek özellikle asitli gıdalarla alüminyumun tepkimeye girmesi önlenir (Amidor, 2014).

Alüminyum pişirme kaplarının satın alınmasının ardından geçen süre ve kullanım sıklığına bağlı olarak gıdaya metal geçişi miktarları değişmektedir. Bu kaplarda tekrarlanan kaynatma ve pişirme işlemleriyle gıdalar üzerinden alınan numunelerde; Pb ve Cd gibi metallerin salınımının, tekrarlanan pişirme işlemlerine bağlı olarak artabileceği gösterilmiştir. Ek olarak alüminyum kaplardan gıdalara geçebilen metallerin sıcaklığa bağlı olarak da arttığı gösterilmiştir. Gıdaları alüminyum kaplarda 24 saat veya üzeri saklamaya kıyasla 2 saat ve üzeri alüminyum kapta pişirilmesiyle gıdaya daha fazla metal salınmaktadır (Fellows ve ark., 2022).

Al Juhaïman'ın yaptığı iki farklı çalışmada alüminyum pişirme ekipmanlarından, alınan çeşitli numunelere sızan alüminyum miktarının; pH (gıdanın türü), kullanılan suyun kalitesi, yemeğe katılan tuzun yapısı, sıcaklık ve pişirme süresi gibi değişkenlere bağlı olarak artıp azaldığı ortaya konmuştur (Al Juhaïman, 2010; Al Juhaïman, 2012). Kuvvetli asidik pH' ı olan gıdaların bu kaplarda uzun süre işlem görmesi ve yemeklerin bu kaplarda saklanması metal salınımına sebep olacağı için sağlık için tehlike yaratmaktadır (Gisslen, 2011; Valkonen ve Aitio, 1997).

Asya kıtasında ise alüminyum kapların iki kaliteye ayrıldığını görmekteyiz. Bunlardan birisi yüksek kalitedeki Al-Mn alaşımından oluşan alüminyum kaplar, diğeri ise daha ekonomik ve alım gücü daha zayıf olanlar için üretilen düşük kalitedeki Al-Pb alaşımlı kaplardır. Jagannatha ve arkadaşlarının düşük ve yüksek kalitedeki alüminyum kaplarda farklı pH ve kaynama süresindeki sulardan alınan numuneler, düşük kalitede üretilen alüminyum kaplardan alüminyum salınımının daha fazla olduğunu göstermektedir (Jagannatha Rao ve Rao, 2009). Alüminyum kapların avantaj ve dezavantajları Tablo 2.1'de sıralanmıştır.

Tablo 2.1 : Alüminyum Kapların Avantaj ve Dezavantajları

Materyal	Avantaj	Dezavantaj	Referans
Alüminyum	Isı iletimi Paslanmaz yapı Kolay temizlenebilme Dayanıklı Ucuz Hafif yapı	Asidik- alkali etkileşime girme Kararma yapması	(Gisslen, 2011)

2.2.2 Teflon Pişirme Ekipmanları

Pişirme kaplarından bir diğeri teflon ise politetrafloroetilen (PTFE) polimerin ticari adıdır. Floropolimer reçinenin 1938 yılında Roy Plunkett tarafından keşfinden sonra Du Pont şirketinin yıllar içerisinde bu malzemeyi geliştirerek endüstriyel adını ‘Teflon’ olarak belirtmesiyle ortaya çıkmıştır (Elveren ve Osman, 2021). Diğer endüstriyel malzemelere karşı teflon kaplamalar yapışmayan yüzeyi, sıcaklık direnci gibi avantajlarından ötürü birçok sektörde önde gelmektedir. Gıda sektörlerinde kullanılan bu kaplamaların kullanımında önem gösterilmesi gereken kritik nokta ise mekanik aşınımın sonucu teflon kaplamadan kopan küçük parçacıkların gıdalara temasla vücuda alınabilmesi ve sağlık üzerinde zaman içerisinde risk teşkil etmesidir (Akıncı, Akbulut ve Yılmaz, 2003). Teflon kapların avantaj ve dezavantajları Tablo 2.2’de sıralanmıştır.

Tablo 2.1 : Teflon Kapların Avantaj ve Dezavantajları

Materyal	Avantaj	Dezavantaj	Referans
Teflon	Dayanıklı Yapışmaz Kolay temizlenebilme	Kolay hasar görme	(Gisslen, 2011)

2.2.3 Granit Pişirme Ekipmanları

Yapı malzemesinin teflon kaplamalar ile aynı olduğu bilinen granit kaplamalar ise günümüzde mutfakta sıklıkla tercih edilen pişirme kapları arasındadır. Granit kaplarda teflon kaplara kıyasla daha kalın kaplama yapılarak zemin dayanıklılığı arttırılmakta böylece darbelere ve çizilmelere karşı daha dayanıklı hale getirilmektedir (Elveren ve Osman, 2021).

2.2.4 Çelik Pişirme Ekipmanları

Paslanmaz çelik muftak ekipmanları ısı iletimi ve korozyona karşı direnç gösterme özelliklerinden dolayı yiyecek hazırlamada birçok ev ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kamerud, Hobbie ve Anderson, 2013; Kuligowski ve Halperin, 1992).

Paslanmaz çelik kaplar, demir, nikel, krom ve karbon alaşımlarından oluşmaktadır. Ekonomik yapısı ve çizilmelere karşı dayanıklı olması sebebiyle birçok kişi tarafından da tercih edilmektedir. Bunlara ek olarak çizilme ve hasarları önlemek için üretici firmaların talimatlarına özenle uyum gösterilmedir (Amidor, 2014). Bu ekipmanların bilinçsizce kullanımından kaynaklanan metal salınımı sağlık üzerinde olumsuz etkiler doğurabilmektedir (Yang ve ark., 2022).

Gıda uygulamalarında sıklıkla kullanılan çelik kaliteleri, AISI 304 ve AISI 316 gibi östenitik olanlar olmakla birlikte (Dalipi ve ark., 2016) kullanılan çelik malzelelerin yapı bileşimi genellikle; %18 Cr, %8 Ni ve %0.5 C (karbon) bileşiklerinden oluşmaktadır (Mcgee, 2004).

Jitaru ve arkadaşları (2019), tarafından yapılan bir çalışmada, paslanmaz çelik kaplarda pişirilen gıdalarda, alüminyum kaplarda pişirilen gıdalara kıyasla daha düşük al ve pb salınımı olduğu gösterilmiştir. Araştırmacılar alüminyum kapların

kullanımına nazaran paslanmaz çelik tencere kullanımının gıdalar aracılığıyla maruz kalınan ağır metal seviyelerini azaltabileceğini bildirmişlerdir (Jitaru ve ark., 2019).

Çelik yapıdaki mutfak ekipmanlarında alüminyum ekipmanlara kıyasla gıdaları muhafaza etmek daha güvenilirdir. Bunun sebebi çeliğin gıdalarla daha az tepkimeye girmesidir. Bunun yanı sıra çelik tencerelerde bekletilen gıdaların çelikle tepkimeye girerek nikel ve krom metallerinin salınımına sebep olabileceği de bilinen bir gerçektir (Gisslen, 2011; Kuligowski ve Halperin, 1992). Paslanmaz çelik kapların avantaj ve dezavantajları Tablo 2.3’de sıralanmıştır.

Tablo 2.3 : Paslanmaz Çelik Kapların Avantaj ve Dezavantajları

Materyal	Avantaj	Dezavantaj	Referans
Paslanmaz Çelik	Ekonomik Kolay temizlenebilme Çizilmez yapı Sertlik Dayanıklılık	Isı iletimi Isı muhafazası Kısmen asidik- alkali etkileşime girme	(Gisslen, 2011)

2.2.5 Bakır Pişirme Ekipmanları

Bir zamanlar mutfaklarda yaygın olarak kullanılan bakır kaplar, iyi bir ısı iletkeni olma ve paslanmaz yapıları ile öne çıkıyordu (Gisslen, 2011). Bu özellikleri sebebiyle mutfak şefleri tarafından tercih ediliyor ve en iyi yemek (örn narin soslar) pişirme aracı olarak kullanılıyordu (Amidor, 2014). Kullanımı eski tarihlere dayanan bu kaplar halen günümüz mutfaklarında yer almaktadır (Elveren ve Osman, 2021).

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde bakır maruziyetinin bilinen en önemli kaynağı geleneksel bakır pişirme kaplarıdır (Banavi ve ark., 2020). Bakır kaplar birçok gıda ile kimyasal reaksiyona girerek zehirli bileşikler ortaya çıkarma ihtimali olan materyallerdir (Gisslen, 2011). Bu kaplarda pişen sebze yemekleri veya

bu kaplarda depolanan turşu ve suların kronik bakır zehirlenmesine sebebiyet verebileceği bilinmektedir (Banavi ve ark., 2020).

Bu sebeple bakır kapların kalay veya paslanmaz çelik tarzında başka bir materyalle kaplanması metal salınımını azaltmaya yardımcı olacaktır (Gisslen, 2011). Asitli gıdaların pişirilmesine uygun olmayan bu yapıdaki kapların belirli aralıklarla kalaylanıp bakımının yapılması gerekmektedir. Bakımı yapılmayan bakır kaplar insan sağlığını riske sokmaktadır (Gisslen, 2011). Bu kapların oksijenle teması sonucunda gözle görülür kararmalar meydana gelmektedir (Mcgee, 2004). Bakır kaplardan gıdalara geçiş olabileceği için yemeklerin bakır tencerelerde uzun süre bekletilmemesi gerekmektedir (Elveren ve Osman, 2021). Bakır kapların avantaj ve dezavantajları Tablo 2.4’de sıralanmıştır.

Tablo 2.4 : Bakır Kapların Avantaj ve Dezavantajları

Materyal	Avantaj	Dezavantaj	Referans
Bakır	Isı iletimi Paslanmaz yapı	Pahalı Sürekli bakım gerektirme Kalaylanma Oksijenle temasa girme	(Gisslen, 2011)

2.2.6 Demir Döküm Pişirme Ekipmanları

Maksimum dayanıklılık ve ısı iletimi sayesinde demir döküm kaplar yıllardır popüleritesini korumaktadır. Ağır bir yapıya sahip olan bu kaplarda paslanmanın önüne geçebilmek için düzenli olarak bakımının yapılması gerekmektedir (Amidor, 2014). Ek olarak özellikle demir eksikliği yaşayan kişilerde demir döküm tencerelerin kullanımı, gıdalara geçen demir elementi sayesinde avantaj sağlayabilmektedir (Elveren ve Osman, 2021).

Demir eksikliği ve anemisi dünya genelinde ortak bir halk sağlığı problemidir. Toplam dünya nüfusunun yaklaşık %24,8’ inde demir eksikliği ve anemi

görülmektedir. Anemiye ilişkin yapılan küresel veritabanı araştırmalarına göre sırasıyla demir eksikliğinden en çok etkilenenler okul öncesi çağındaki çocuklar (%47,4) sonrasında gebe kadınlar (%41,8) ve gebe olmayan kadınlar (%30,2) olarak raporlanmıştır (Sharma ve ark., 2021). Bu noktada demir döküm kaplarının avantajlarını kullanabiliriz. Demir döküm kaplarda pişirilen gıdalar, gıdadaki çözünür demirin biyoyararlılığını arttırmaktadır. Demir eksikliği yaşayan toplumlarda bu tür kapların kullanımı, demir alımını iyileştirmek için uygun maliyetli ve sürdürülebilir imkanlar sağlamaktadır (Brabin, 1999).

Demir döküm kapların avantaj ve dezavantajları Tablo 2.5’de sıralanmıştır.

Tablo 2.5 : Demir Döküm Kapların Avantaj ve Dezavantajları

Materyal	Avantaj	Dezavantaj	Referans
Demir Döküm	Dayanıklı Isıyı muhafaza etme Demir eksikliği tedavisi	Isı iletimi (hız) Ağır	(Gisslen, 2011)

2.3 Bazı Gıdaların pH Değerleri

Gıdaların pH düzeyleri pişirme ile geçebilecek ağır metal seviyelerini etkilemektedir. Tablo 2.6’da mutfaklarda genel olarak pişirilen gıdaların pH değerleri gösterilmektedir.

Tablo 2.6 : Bazı Gıdaların pH Değerleri

Gıda	Ph
Brüksel lahanası	6.0 - 6.3
Bezelye (taze)	5.8 - 7.0
Domates (taze)	4.2 - 4.9
Domates salçası (konserve)	3.5 - 4.0
Ispanak (taze)	5.5 - 6.8
Ispanak (pişmiş)	6.6 - 7.2
Limon (taze)	2.2 - 2.4
Kuzu eti	5.4 - 6.7
Sığır eti (çekilmiş)	6.6

Fermente sucuk	5.4 - 5.8
Tavuk eti	6.5 - 6.7
Pastırma	4.5 - 5.8
Hamsi	6.77
Tatlı su balığı	6.9 - 7.3
Ton balığı	5.2 - 6.1
Süt	6.2 - 7.3
Tereyağı	6.1 - 6.4
Yumurta beyazı	7.0 - 9.0
Yumurta sarısı	6.4 - 6.8
Şeker	5.0 - 6.0

Kaynak: (Aksoy, 2021)

2.4 Ağır Metallerin İçme Suyu İçin Kabul Edilebilir Limitleri

İçme suyu için kabul edilebilir limitler Tablo 2.7’de gösterilmiştir.

Tablo 2.7 : İçme Suyu İçin Kabul Edilebilir Limitler

Sembol	İsim	TSE 266 Türk Standartları Enstitüsü (mg/L)	EC Avrupa Birliği (mg/L)	WHO Dünya Sağlık Örgütü (mg/L)
Al	Alüminyum	0,20	0,20	0,20
Fe	Demir	0,2	0,2	0,3
Ni	Nikel	0,02	0,02	0,02
Pb	Kurşun	0,01	0,01	0,01
As	Arsenik	0,01	0,01	0,01
Cd	Kadmiyum	0,005	0,005	0,003
Cr	Krom	0,5	0,5	0,5

Kaynak : (Marmara Üniversitesi, 2019)

Çeşitli yollarla vücuda alınan ağır metal düzeyleri başta göz ardı edilsede zamanla insan sağlığı açısından büyük bir risk teşkil etmektedir. Dünya genelinde sağlığımız açısından risk teşkil eden ağır metallerin kabul edilebilir düzeyleri yasal sınırlar içerisinde belirlenmiştir. Tüm bunlara rağmen ülkemizde ve AB’de (Avrupa Birliği) de henüz migrasyon değerlerine dair sınırlarla ilgili mevzuat yapılandırılmamıştır (Teyin, 2018).

2.5 Pişirme Ekipmanlarından Gıdalara Geçen Ağır Metaller

2.5.1 Kurşun

Kurşun elementi mavimsi gri renkte, atom numarası 82, moleküler ağırlığı 207.2, yoğunluğu 11.34 g/cm³ ve erime noktası 621.43 °F olan, zararlı ağır metaller grubundadır. Arsenikten sonra en tehlikeli ikinci metal olarak sınıflandırılan kurşun, yer kabuğunun %0,002' sini oluşturmaktadır. Ayrıca kurşun kolaylıkla şekillendirilebildiği için diğer metallerle alaşımlanabilme özelliğine sahiptir (Kumar ve ark., 2020).

Yeryüzünde yaygın olarak bulunan kurşun elementi toksik bir kirletici olmakla beraber farklı maruz kalma şekilleriyle insan vücuduna girmektedir (Wang, Zhang ve Xu, 2020). Organizmada herhangi bir fizyolojik görevi olmayan, çevrede inorganik formlarda bulunan kurşunun çoğu antropojenik faktörlerden kaynaklanmaktadır (Ciosek ve ark., 2021). Kurşun metale maruziyet ise temelde besinler, sigara dumanı, hava, toprak ve su aracılığıyla yutmayla, solumayla ve ciltle temasından kaynaklanır (Gundacker ve ark., 2021). Mesleki maruziyetler hariç tutulduğunda genel nüfus toplam kurşun maruziyetinin yaklaşık %70'ini gıdalar aracılığıyla almaktadır (Gulson ve ark., 2006). Kurşunun vücuda alımı genel olarak sindirim ve solunum sistemleri aracılığıyla olmasına rağmen deri yoluyla da küçük miktarlarda maruziyeti söz konusudur (Goel ve Aschner, 2021).

2.5.2 Alüminyum

Alüminyum, yeryüzünde en fazla bulunan elementlerden birisi olmakla beraber canlılar için elzem olmayan bir metaldir (Shaw ve Marler, 2013; Veríssimo ve ark., 2006). Alüminyum aynı zamanda iyi bilinen nörotoksik bir ajandır. Son yıllarda yapılan çalışmalar alüminyum metale uzun süreli maruz kalmanın

canlılarda kronik zehirlenmelere sebep olabileceğini göstermiştir (Banavi ve ark., 2020).

Alüminyuma maruziyet genel olarak yenilen gıdalar ve içilen sulardan kaynaklanmaktadır (Neelam, Bamji ve Kaladhar, 2000). Alüminyum metali; gıda ambalajları, gıda katkı maddeleri, ve alüminyumdan yapılan pişirme ve saklama kapları gibi oldukça geniş kullanım alanına sahiptir. Gıdalarda kendi başına bulunan alüminyumun yanı sıra insanlar ayrıyeten yapısında alüminyum olan pişirme, saklama ve paketlenme kaplarından alüminyuma maruz kalabilmektedirler. Bu içerikteki gereçler özellikle restoranlar, toplu yemek yerleri ve evlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. İçerisinde alüminyum barındıran mutfak ekipmanları ve çeşitli ambalajların kullanımı gıdalardaki alüminyum miktarını arttırmaktadır (Valkonen ve Aitio, 1997). Bu tür eşyaların mutfaklarda kullanımının yaygın olmasından dolayı, alüminyuma maruziyet aynı zamanda ciddi bir endişe kaynağı olmaktadır (Neelam ve ark., 2000; Semwal ve ark., 2006).

2.5.3 Demir

Demir yeryüzünde bize sunulan en bol elementler arasındadır. Demir elementi insan organizması için elzem bir yapıya sahiptir. Bu element canlı organizmalarda çeşitli hücresel işlevlerde rol almakla birlikte aynı zamanda protein ve enzimlerin de yapısında bulunur. Tüm bunlara rağmen vücutta aşırı demir birikimi reaktif oksijen türleri (ROS) gibi kirleticilerin oluşumuna sebep olabilir (De, Prakash ve Edison, 2021).

2.5.4 Nikel

Nikel ve bileşikleri, kimyasal yapısı, parlaklığı ve uygun maliyetinden ötürü birçok sektörde kullanılmaktadır. Özellikle fizikokimyasal yapılarından dolayı yaygın olarak endüstriyel amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır. Nikel elementi,

yüksek sıcaklık, korozyon ve oksidasyon durumlarına karşı dayanıklı olmasının yanı sıra kolay alaşımlanıp, tamamıyla geri dönüştürülebilir (Genchi ve ark., 2020; Kim ve ark., 2015).

Nikel ve alaşımları, değersiz mücevherlerde, madeni para yapımında, silahlarda, anahtarlarda, pillerde ve paslanmaz çelik mutfak ekipmanları gibi daha birçok eşyanın üretiminde kullanılmaktadır (Genchi ve ark., 2020). Nikel kaplamalı su ısıtıcıları (suya nikel salımı), içerisinde nikel barındıran paslanmaz çelik mutfak ekipmanları gibi eşyaların kullanımına bağlı olarak nikel maruz kalmaktayız (Genchi ve ark., 2020).

2.6 Ağır Metallerin Tanımı ve Çeşitleri

Tam bir tanımı olmamakla birlikte genel olarak ağır metaller; yüksek yoğunluklu (5 g/cm^3 'ten fazla), gıda zinciri boyunca biyobirikim özelliği gösteren, canlı organizmalar için yüksek toksisite etkileri olan metaller ve metaloidler olarak ifade edilmektedir (Witkowska ve ark., 2021; Järup, 2003; Collado-López ve ark., 2022).

Ağır metal yelpazesine giren çinko, demir, bakır, nikel ve mangenez gibi birçok metal, proteinlerin ikincil ve üçüncül yapılarının bileşenlerinde veya bazı enzimatik reaksiyonların kofaktörleri olarak önemli biyolojik görevlere sahiptir (Planchart ve ark., 2018). Bahsedilen bu metaller de dahil olmak üzere daha birçok metal çeşitli kanser türleri ve hastalıklarını indüklemektedir (Kim ve ark., 2015).

Bunun yanı sıra kurşun, cıva ve kadminyum gibi yelpazenin kalanını oluşturan diğer metallerin ise biyolojik olarak hiçbir görevi yoktur. Bu gibi metallerin vücuda alınması, alınan doza ve süreye bağlı olarak yüksek toksisiteye sebep olabildiğinden toksik ağır metaller grubunda tanımlanırlar (Planchart ve ark., 2018). Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı tarafınca kadminyum, arsenik, nikel ve krom gibi bazı

ağır metaller yapılan insan çalışmaları üzerindeki kanıtlarına istinaden, 1. grup kanserojenler olarak belirlenmiştir (Hejna ve ark., 2018; Kim ve ark., 2015).

2.7 Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri

Çevresel koşullara dirençli olan ağır metaller, biyolojik ortamlarda bozulmayan yapılarıyla kolaylıkla gıda zincirine karışıp insan vücuduna alınarak, zamanla farklı dokularda birikerek (kemik, yağ dokusu vb.) akut ve kronik düzeylerde çeşitli kanserler, nörolojik hasarlar, organ yetmezlikleri gibi sağlık problemlerine neden olabilmektedirler (Türközü ve Şanlıer, 2014a; Temurci ve Güner, 2018).

Ağır metaller metabolize olma hızından daha hızlı depolanabildikleri için biyolojik olarak insan vücudunda birikme eğilimi gösterip zamanla konsantrasyonları artmaktadır (Ogidi ve ark., 2017).

Ağır metal toksisiteleri emilen doza bağlı olmakla birlikte maruz kalınan metalin türü ve maruz kalma şeklinin yanı sıra, maruz kalan bireyin cinsiyeti, yaşı, genetik özellikleri, beslenme durumu gibi faktörler de etkilemektedir (Tchounwou ve ark., 2012).

Ağır metallerin biyolojik yapılarda hücre zarı bileşimi, hücre organelleri (mitokondri, lizozom, endoplazmik redikulum gibi), hücre çekirdeği, detoksifikasyon mekanizmaları ve hasar onarımında rol alan bazı enzim grupları üzerinde olumsuz etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Tchounwou ve ark., 2012; İstanbulluoğlu ve ark., 2011). Bunun yanında ağır metal iyonlarının DNA yapısı ve nükleer proteinler gibi yaşamsal hücre yapıları üzerindeki olumsuz etkileriyle hücre siklusu modülasyonu, karsinogenez veya hücre ölümüne yol açabilecek değişikliklere neden olabileceği de yapılan çalışmada gösterilmiştir (Tchounwou ve ark., 2012). Bu durum vücut ağırlığı

başına maruz kalınan ağır metal düzeyinden ötürü fetüs, yeni doğanlar ve adölesanlar için erişkin bireylere kıyasla sağlık açısından daha büyük bir risk teşkil etmektedir (Türközü ve Şanlıer, 2014a). Ağır metallerin insan metabolizmasında oluşturdıkları etki ve etkin olduğu sistemler Tablo 2.8’de verilmiştir.

Tablo 2.8: Ağır Metallerin İnsan Metabolizmasında Oluşturdıkları Etki ve Etkin Oldukları Sistemler

Ağır Metaller	Etkileri
Toksik etkilerini fizyolojik fonksiyonlar için gerekli olan bir veya daha fazla reaktif gruplarla birleşerek açığa çıkarırlar.	Kimyasal reaksiyonlara etki edenler, Fizyolojik ve taşıma sistemlerine etki edenler, Kanserojen ve mutagen olarak yapı taşlarına etki edenler, Allerjen olarak etki edenler Spesifik etki edenler olarak sayılabilir sıralamak mümkündür.

Kaynak : (Bakar ve Baba, 2019; Güven ve ark., 2003)

Ağır metal maruziyeti sadece organları etkilememekle birlikte bakteriler üzerinde de toksik etkilere sebep olabilmektedir. Vücudumuzun içinde ve yüzeyinde barınan sayısızca olan bakteri toplulukları düşünüldüğünde, insanların metalle maruziyeti sadece hücre ve sistemlerini etkilememekte bununla birlikte disbiyozise sebep olarak sağlığımızı farklı yollardan bozmaktadır. Bağışıklık sisteminin desteklenmesinde önemli rolleri olan mikrobiyotamız, yaşam boyunca homeostazı sağlamaya çalışmaktadır. Sağlıklı bir mikrobiyotadaki yararlı bakterilerin; sitokin ve mukus üretimi, kısa (Kzya) ve uzun zincirli yağ asiti sentezi ve Th1 yanıtını artırıcı görevleri bulunur. Ağır metaller mikrobiyotayı etkileyerek dolaylı yoldan bağışıklık fonksiyonunu azaltabilirken doğrudan bağışıklık sistemi üzerinde de etki gösterebilir.

Ağır metal maruziyetinin azaltılması ve mikrobiyotayı korumaya yönelik çalışmalar bu etkilerin azaltılmasına yardımcı olabilecek seçeneklerdendir (Eggers ve ark., 2018).

2.7.1 Kurşun Ağır Metalinin İnsan Sağlığına Etkileri

Kurşun, ömür boyu olumsuz sağlık etkileri doğurabilecek çevresel bir bulaş kaynağıdır (Meyer ve ark., 2008). Vücuda alımı genel olarak gastrointesinal sistem (GIS) aracılığıyla olan kurşun elementinin toksik etkileri; kişinin yaşı, genel sağlık ve beslenme durumuna bağlı olarak değişmektedir (Alissa ve Ferns, 2011).

Kurşun, vücuda alındığında dolaşım sistemi aracılığıyla başta çoğu karaciğer, daha azı böbrek ve beyinde birikmekle birlikte bir kısmı vücutta dağılan (pankreas, dalak, yağ dokusu, iskelet ve kalp kasları gibi) zamanla kemik ve dişlerde biriken potansiyel toksik bir element olarak bilinmektedir (Charkiewicz ve Backstrand, 2020). Yetişkin bireylerde vücuttaki toplam kurşun miktarının yaklaşık %94'ü kemik ve dişlerde bulunurken çocuklar için bu oran yaklaşık %73'tür. Kemikte uzun yıllar kalabilen kurşun ağır metale en duyarlı grup çocuklar olmakla beraber en fazla maruz kalan grup alım gücü düşük bireylerdir (Meyer ve ark., 2008). Çocukların yetişkinlere kıyasla kurşun maruziyetinden daha çok etkilenmeleri; vücut ağırlığı başına daha fazla oranda gastrointestinal (GI) emilimin olmasındandır. Kurşunun GI emilimi çocuklarda yaklaşık %30-50 iken yetişkinlerde %5-10 oranındadır (Alissa ve Ferns, 2011). Farklı emilim düzeyleri farklı klinik sendromlara sebep olmaktadır (Granick ve ark., 1978). Ayrıca çocukların gelişmekte olan sinir sistemleri, kurşunun toksik etkilerine yetişkinlerinkine kıyasla daha savunmasızdır (Ahamed ve Siddiqui, 2007). Kurşun metalinin kan plazma yarılanma ömrü 35 gün, yumuşak doku yarılanma ömrü 40 gün, kemiklerde ise bu süre 30 yıla kadar uzayabilmektedir. Ayrıca kurşunun yarılanma ömrünün çocuklarda yetişkinlere kıyasla daha uzun olduğu düşünülmektedir (Kumar ve ark., 2020). Tablo 2.9'de kandaki kurşun konsantrasyonlarının çocuklar ve yetişkinler üzerindeki etkileri gösterilmiştir.

Kurşun metalinin vücuttaki bir diğer etkisi ise kalsiyumu taklit edebilme özelliğidir (Kocadal ve ark., 2020). Organizmada kalsiyuma benzer şekilde davranan kurşun metali ayrıca kuvvetli bir nörotoksindir (Reuben, 2018). Yetişkin insanlarda kurşunun %90'ından fazlası kemikte depolandığından, fizyolojik (hamilelik veya emzirme gibi) ve patolojik (osteoporoz gibi) durumlarda artan osteoblastik aktiviteye bağlı olarak tekrar plazmaya geçebilmektedir (Alissa ve Ferns, 2011; Goel ve Aschner, 2021).

Tablo 2.9 : Çocuk ve Yetişkinlerde Kandaki Kurşun Düzeylerinin Sağlığa Etkileri

Kandaki Kurşun Konsantrasyonu (µg/dL)	Çocuklarda	Yetişkinlerde
10 µg/dL	Gelişimsel Toksisite Iq ↓, Büyüme ↓ Eritrosit Protoporfirin ↑ Vitamin D Metabolizması ↓	
20 µg/dL	Sinir İletim Hızı ↓	Eritrosit Protoporfirin ↑
30 µg/dL	Vitamin D Metabolizması ↓	Yüksek Kan Basıncı
40 µg/dL	Hemoglobin Sentezi ↓	Sinir İletim Hızı ↓
50-100 µg/dL	Kolik Açık Anemi Nefropati Ensefalopati	Hemoglobin Sentezi ↓ Dişi Üreme Etkileri ↓ Erkek Üreme Etkileri ↓
150 µg/dL	Ölüm	Nefropati Ensefalopati

Kaynak : (Meyer ve ark., 2008)

Tsaih ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada kurşun maruziyetinin zamanla böbrek fonksiyonları üzerindeki değişimi ve ilişkisi araştırıldı. Takip süresi 6 yıl süren bu çalışmada kurşun maruziyetine bağlı böbrek fonksiyonlarındaki düşüş ve serum kreatin düzeylerindeki artışın, başlangıçta diyabeti olan kişilerde daha yüksek oranlarda artış gösterdiği bulunmuştur. Diyabeti olan kişilerde, diyabeti

olmayan kişilere kıyasla 17,6 kat daha fazla kurşun seviyelerinde artış görülmüştür (Tsaih, 2004).

Kötü beslenme alışkanlıklarının maruz kalınan kurşun metalinin toksik etkilerini arttırdığı düşünülmektedir. Risk faktörleri arasında özellikle kalsiyum, demir ve çinko eksikliklerine dikkat çekilmektedir. Örneğin vücuttaki kalsiyum eksikliğinin kurşun tutulumunu ve toksisitesini arttığı söylenmektedir (Mason ve ark., 2014).

Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar kalsiyum, demir, çinko, selenyum ve çeşitli vitamin gruplarının kurşun toksisitesine karşı savunma mekanizmalarında rol oynadığını göstermiştir. Özellikle çocuklarda düşük kalsiyum, demir, çinko düzeyleri, kurşuna maruziyeti arttırmaktadır (Ahamed ve Siddiqui, 2007). Tablo 2.10'da bazı vitamin ve minerallerin kurşun metali üzerindeki etkileri gösterilmiştir.

Tablo 2.10 : Bazı Vitamin ve Minerallerin Kurşun Metali Üzerindeki Etkileri

Kurşun etkilerine duyarlılığı etkilediği bilinen beslenme faktörleri	
Demir	• Demir eksikliği kurşun toksisitesine yatkınlığı artırır. • Demir eksikliğine eşlik eden davranış değişiklikleri, düşük seviyelerde kurşuna uzun süre maruz kalındığında gözlenenlere benzer. • Aşırı dozda demir hepatotoksositeye neden olabilir.
Kalsiyum	• Düşük kalsiyumlu diyetler kurşun emilimini ve toksisiteyi artırır. • Kalsiyum eksikliği sırasında kemikte biriken kurşun, hamilelik ve emzirme döneminde kemikten yeniden mobilize olur. • Kurşun kalsiyum homeostazını bozar. • Kalsiyum takviyesi kurşun emilimini azaltır.
Çinko	• Çinko takviyesi, Alad'ın kurşun kaynaklı inhibisyonunu önler. • Antioksidan enzim sod'un kofaktörüdür.
Selenyum	• Kurşunun emilimini, doku dağılımını ve metabolizmasını etkiler. • Bir antioksidan enzim olan GPx'in kofaktörüdür. • Antioksidan molekül GSH' nin kullanılabilirliğini artırır.

Tablo 2.10 : (devamı)

Kurşun etkilerine duyarlılığı etkilediği bilinen beslenme faktörleri	
Selenyum	• Kurşun kaynaklı serbest radikalleri nötralize eder. • Kurşunun nefrotoksitesini ve nörotoksitesini kısmen azaltır.
Vitamin C	• Olası bir kurşun şelatörüdür. • Kurşunun vücutta tutulmasını azaltır. • Kurşunun idrarla eliminasyonunu artırır. • Kurşun kaynaklı lipid peroksidasyonunu azaltır.
Vitamin E	• Kurşunun serbest radikallerin üretimi üzerindeki etkilerini önler. • Tek başına veya CaNa_2EDTA ile kombinasyon halinde kurşun kaynaklı lipid peroksidasyonunu azaltır.
Vitamin B ⁶	• Vitamin B⁶ eksikliği, kurşuna maruz kalan bireylerde sisteinin kullanılabilirliğini sınırlayarak GSH biyosentezini inhibe eder.
Beta karoten	• β karoten takviyesi lipid peroksidasyonunu önler. • β karoten takviyesi antioksidan enzimlerin aktivitelerini artırır.

Kaynak : (Ahamed ve Siddiqui, 2007)

2.7.2 Alüminyum Ağır Metalinin İnsan Sağlığına Etkileri

Vücutta alüminyum birikiminin yaygın olarak kemik, kan ve beyinle ilgili hastalıklara sebebiyet verebileceği bildirilmektedir. Al toksisitesi genel olarak diyaliz ensafalopatisi (diyaliz demansı) olarak bilinmekte olan nörolojik bir sendroma sebep olmaktadır (Neelam ve ark., 2000).

Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalarda kalsiyum ve magnezyum eksikliğinin kemiklerde ve beyinde alüminyum birikimini arttırabileceği gösterilmiştir (Igbokwe ve ark., 2019).

2.7.3 Demir Ağır Metalinin İnsan Sağlığına Etkileri

Demir elementi beyinde en çok bulunan geçiş metali olmakla birlikte miyelinizasyon, nörotransmitter sentezi gibi çeşitli beyin aktivitelerinin düzenlenmesinde rol alır. Bu sebepten ötürü demirin fazlalığı veya eksikliği beyinde

işlevsel bozukluklara yol açar. Erken yaşlarda yaşanan demir eksikliği nörogelişimsel faaliyetleri yavaşlatırken tam tersine yaşlanmaya bağlı olarak artan demir birikimi ise alzheimer-demans (AD) dahil olmak üzere birçok nörodejeneratif bozukluğun temelini oluşturmaktadır (Lei ve ark., 2021). Demir toksisitesi beyin gelişimi üzerinde olumsuz etkiler göstererek insan ve hayvanlarda biliş, hafıza ve öğrenme kabiliyetlerini bozar. AD'li hastaların plazma ve beyin omurilik sıvısında (BOS) Hg, Cd ve Mn gibi ağır metallerinin yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca ağır metallerin alzheimer hastalığında apolipoprotein E (ApoE4), β -amiloid plaklar ($A\beta$) ve tau proteinlerinin düzeyini arttırdığı da bildirilmiştir. Li ve arkadaşlarının yaptığı çalışma, bozulmuş demir homeostazının AD için önemli bir erken biyobelirteç olduğunu göstermektedir (Li ve ark., 2021).

2.7.4 Nikel Ağır Metalinin İnsan Sağlığına Etkileri

Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) tarafından insan ve denek hayvanları üzerinde yapılan bir çalışma sonucunda 1. Grup karsinojen olarak sınıflandırılan nikel elementinin canlı organizmalar üzerinde maligniteye sebep açan güçlü bir karsinojen olduğu gösterilmiştir (Das ve ark., 2018).

Nikel toksisitesinin moleküler mekanizması henüz tam olarak tanımlanmamış olsa da mitokondriyal disfonksiyon ve oksidatif stres kaynaklı bir etki mekanizmasının olduğu düşünülmektedir (Demirezen ve Aksoy, 2005).

Bağırsaklardan az miktarlarda emilen nikel vücuda dağılarak çoğu beyin ve karaciğerde depolanır. Maruz kalma şekli, doz ve maruz kalınan süreye bağlı olarak nikel toksisitesinin kardiyovasküler hastalıklar, akciğer fibrozisi, dermatit, astım ve solunum yolları kanserleri gibi birçok sağlık problemine yol açabileceği gösterilmektedir (Genchi ve ark., 2020). Bunlara ek olarak nikel başta yaygın olarak alerjiye sebep olmakla birlikte alışılmışın dışında *Helicobacter pylori* enzim yapısını

etkileyerek mide ülseri ve kanserlerinden dolayı olarakta olsa sorumlu olabilir (Witkowska ve ark., 2021).

Metallerin sağlık üzerindeki tüm bu etkilerine rağmen maruziyetinin tam olarak önüne geçilememiştir (Jaishankar ve ark., 2014).

Bölüm 3

BİREYLER VE YÖNTEM

3.1 Araştırmanın Yeri, Zamanı ve Örneklem Büyüklüğü

Araştırma evrenini Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde ikamet eden 19-64 yaş arası bireyler oluşturmaktadır.

KKTC İstatistik kurumundan alınan bilgi doğrultusunda araştırma evrenini 273.554 kişinin oluşturduğu belirlenmiştir. Araştırma evrenini tamamına ulaşılması zaman, maliyet ve kontrol bakımından güç olacağından dolayı araştırmada çalışma evrenini temsil edecek şekilde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılarak bir örneklem seçilmiştir. Araştırma evreninde yer alan bireyler ikamet ettikleri ilçelere göre (Lefkoşa, Gazimağusa, Girne, Güzelyurt, İskele, Lefke) tabakalanıp daha sonra Basit Rasgele Örnekleme yöntemi ile seçilmişlerdir. Buna göre araştırma evreninde yer alan 273.554 kişiden %95 güven aralığı ve %5 örnekleme hatası ile görüşülmesi gereken kişi sayısının 384 olduğu saptanmıştır.

Örneklem sayısının hesaplamasına ilişkin detaylar ve tabakalara göre örneklem sayısı aşağıdaki gibidir;

Örneklem sayısı ;

N: Çalışma Evrenindeki kişi sayısı

n:Örnekleme alınacak birey sayısı

p:İncelenen olayın görülüş sıklığı (gerçekleşme olasılığı)

q:İncelenen olayın görülmeyiş sıklığı (gerçekleşmeme olasılığı)

t: Belirli bir anlamlılık düzeyinde, t tablosuna göre bulunan teorik değer

d: Olayın görülüş sıklığına göre kabul edilen örnekleme hatasıdır.

$$n = \frac{N * t^2 * p * q}{(N - 1) d^2 + t^2 * p * q} \quad n = \frac{273554 * (1.96)^2 * 0.50 * 0.50}{(273553)(0.05)^2 + (1.96)^2 * 0.50 * 0.50} = \mathbf{384}$$

Tablo 3.1’de araştırma evreninin ilçelere göre dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Araştırma Evreninin İlçelere Göre Dağılımı

	Ni	Ni/N	n
Lefkoşa	91.975	0,34	129
Gazimağusa	66.179	0,24	93
Girne	69.342	0,25	97
İskele	19.309	0,07	27
Güzelyurt	16.738	0,06	23
Lefke	10.011	0,04	14
KKTC Genel	273.554	1,00	384

Araştırmaya 19-64 yaş aralığında bilgilendirilmiş olur formunu kabul eden ve ana dili Türkçe olan bireyler dahil edilmiştir. Araştırmaya katılmak istemeyen, 19 yaşından küçük veya 64 yaşından büyük ve çalışmaya katılmasına engel olabilecek herhangi bir mental veya fiziksel engeli olan bireyler dahil edilmemiştir.

Araştırma için Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu, Sağlık Alt Etik Kurul’undan 12.01.2022 tarihinde ETK00-2022-0038 sayılı karar (Ek 1) ile onay alınmıştır. Etik kurul onayını takiben gönüllü katılımcılara ‘Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu’ (Ek 2) okutulup, çalışmanın amaçları anlatılmıştır.

3.2 Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi

Araştırma kriterlerini karşılayan bireylere, araştırma doğrultusunda geliştirilen anket formu (Ek 3) uygulanmıştır. Anket formları, google forms üzerinden

oluşturulan online anketler ve yüz yüze görüşme tekniği aracılığıyla tamamlanmıştır. Anket formu 16 sorudan oluşmakta olup; katılımcıların genel bilgileri, eğitim seviyeleri, pişirme ekipmanlarını kullanım durumları sorgulanmıştır. Anket sonuçları doğrultusunda en sık kullanıldığı tespit edilen pişirme ekipmanları satın alınmıştır.

3.3 Örneklerin Alınması

Araştırmada materyal olarak en sık kullanıldığı tespit edilen çelik, granit, teflon ve döküm demir tencereleri en sık tercih edilen büyük bir marketten satın alınmıştır. Alınan döküm demir tencerenin taban çapı 24 cm, çelik (18 Cr/ 10 Ni) ve granit derin tencerelerin taban çapı 22 cm, teflon tencerenin taban çapı ise 30 cm genişliğindedir. Tencerelerde kaynatılacak olan suyun pH düzeyini ölçmek için internet sitesi üzerinden ‘Pen Type pH Meter’ satın alındı. Ayrıca alınacak olan numuneleri koymak için yine internet üzerinden 50 ml hacme sahip olan ‘Falcon Tüp’lerinden 13 adet satın alındı.

3.4 Örneklerin Analize Hazırlanması

Pişirme ekipmanları kullanılmadan önce sıvı mutfak deterjanlı ılık su ve yumuşak bir sünger yardımı ile sabunlanıp yıkandı. Demir döküm tencere temiz bir havlu ile kurulanırken diğer tencereler kendi haline havada kurumaya bırakıldı.

Toplam 4’er litre olmak üzere aynı marka olan sudan 3 şişe hazırlandı. Şişelerden birisine hassas terazi ve pH metre yardımıyla 30 gr limon suyu sıkılarak pH düzeyi 4.5’e getirildi. Diğer şişeye aynı şekilde bu sefer 40 gr karbonat eklenerek pH düzeyi 10.3’e getirildi. Sonuncu su şişesi normal pH’ında (pH: 7) bırakıldı. Çözeltiler hazırlandıktan sonra yıkanıp, kuruyan tencerelere ilk olarak nötr pH’ daki su eşit miktarlarda bölünerek (1’er L) kaynaması beklendi. Sular 2 saat kaynatıldı ve soğuyana kadar tencerelerde bekletildi. Soğuyan sulardan her bir tencereden 50 ml’lik numuneler alındı. Daha sonra sırasıyla asidik ve alkali çözeltiler içinde aynı

işlemler tekrar edilerek numuneler alındı. Son olarak hiçbir işlem yapılmayan nötr su örneği de karşılaştırılması amacıyla 50 ml'lik falcon tüpüne alındı. İşlemleri tamamlanan numuneler analizlerinin yapılması amacıyla 'Uşak Üniversitesi Bilimsel Analiz ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi' ne gönderildi. Deney laboratuvarı olarak faaliyet gösteren UBATAM Ölçüm ve Analiz Laboratuvarı, TÜRKAK (Türk Akreditasyon Kurumu)'tan AB1285-T dosya numarası ile TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardına göre akredite edildi.

3.5 Araştırmada Kullanılan Cihazlar

Elementleri kalitatif ve kantitatif olarak tayin edebilen, izotopları saptayabilen indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) iz element tayini ve miktarının belirlenmesi için kullanılabilecek en uygun metottur.

Araştırmada kullanılacak olan numunelerden metal tayini (Al, Pb, Fe, Ni) Uşak Üniversitesi Bilimsel Analiz ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarında gerçekleştirildi. Kimyasal analizler Al, Pb ve Ni elementi için EPA 200.8, Fe elementi için ICP-MS cihazı kullanılarak yapıldı. Çalışılacak her bir element için ayrı ayrı kalibrasyon yapılarak numuneler her bir örnek üç tekrar olacak şekilde çalışıldı.

3.6 Verilerin İstatiksel Değerlendirmesi

Araştırma verileri Statistical Package for Social Sciences (SPSS 26) yazılımında analiz edilmiştir.

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine, en sık kullandıkları tencere, tava, cezve, kaşığın türü, pişirme ekipmanlarının yıpranmışlığını dikkate alma ve değiştirme sıklığına, pişirme sonrası yemeği tencerede bekletme durumuna göre dağılımı verilmiştir.

Asidik, alkali ve nötr çözeltilerde ağır metal miktarlarının tencere türlerine göre karşılaştırılmasında ve Döküm, Teflon, Çelik ve Granit tencerelerde ağır metal miktarlarının çözelti türlerine göre karşılaştırılmasında veri setinin normal dağılıma uyumu Shapiro-Wilk testiyle incelenmiş olup, veri seti normal dağılım göstermediğinden Kolmogorov-Smirnov testi kullanılmıştır.

Asidik, Alkali ve Nötr çözeltilerde ağır metal miktarlarının tencere türlerine göre karşılaştırılması ve Döküm, Teflon ve Çelik tencerelerde ağır metal miktarlarının çözelti türlerine göre karşılaştırılmasına ilişkin veriler Kruskal-Wallis H testi ile yorumlanmıştır.

Bölüm 4

BULGULAR

Tablo 4.1 : Katılımcıların Sosyo-Demografik Özelliklerine Göre Dağılımı

	Sayı (n)	Yüzde (%)
Cinsiyet		
Kadın	237	61,72
Erkek	147	38,28
Yaş	25,30±7,49	
Eğitim Durumu		
Lise ve altı	32	8,33
Lisans	321	83,59
Lisansüstü	31	8,07
Çalışma Durumu		
Çalışan	104	27,08
Çalışmayan	280	72,92
Bölge		
Lefkoşa	130	33,85
Gazimağusa	93	24,22
Girne	96	25,00
Güzelyurt	23	5,99
İskele	28	7,29
Lefke	14	3,65
Sağlık Problemi		
Astım	8	2,08
Böbrek Hastalığı	3	0,78
Diyabet	4	1,04
Gastrit	1	0,26
Haşimato	1	0,26
Hipotiroid	2	0,52
Kalp hastalığı	1	0,26
Kronik allerji	1	0,26
Multiple Skleroz	2	0,52
Romatizma	2	0,52
Sedef	1	0,26
Tansiyon	9	2,34
Taşikardi	1	0,26
Yok	348	90,63

Tablo 4.1’de araştırmaya dahil edilen bireylerin sosyo-demografik özelliklerine göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 4.1 İncelendiğinde, araştırmaya katılan bireylerin %61,72’sinin kadın ve %38,28’inin erkek olduğu, yaş ortalamasının $25,30 \pm 7,49$ olduğu, %8,33’ünün lise ve altı, %83,59’unun üniversite ve %8,07’sinin lisansüstü mezunu olduğu, %27,08’inin çalıştığı ve %72,92’sinin çalışmadığı, %33,85’inin Lefkoşa, %24,22’sinin Gazimağusa, %25,0’inin Girne, %5,99’unun Güzelyurt, %7,29’unun İskele ve %3,65’inin Lefke bölgesinde yaşadığı, %90,63’ünün herhangi bir sağlık sorunun olmadığı, %2,08’inin astım, %2,34’ünün ise tansiyon hastalığının olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.2 : Katılımcıların En Sık Kullandıkları Tencere Türüne Göre Dağılımı

En sık kullanılan tencere türü*	Sayı (n)	Yüzde (%)
Çelik	225	58,59
Granit	143	37,24
Teflon	97	25,26
Demir Döküm	36	9,38
Seramik	19	4,95
Alüminyum	15	3,91
Cam	9	2,34
Toprak (güveç)	5	1,30
Bakır	4	1,04

*Birden fazla yanıt verilebilmektedir.

Tablo 4.2’de katılımcıların sıklıkla kullandıkları tencere türüne göre dağılımı verilmiş olup, katılımcıların %58,59’ unun çelik tencere, %37,24’ ünün granit, %25,26’ sının teflon, %9,38’ inin demir döküm, %4,95’ inin seramik, %3,91’ alüminyum, %2,34’ ünün cam, %1,30’ unun toprak (güveç) ve %1,04’ ünün ise bakır tencere kullandığı belirlenmiştir.

Tablo 4.3 : Katılımcıların En Sık Kullandıkları Tava Türüne Göre Dağılımı

En sık kullanılan tava türü*	Sayı (n)	Yüzde (%)
Teflon	196	51,04
Granit	151	39,32
Çelik	101	26,30
Demir Döküm	36	9,38
Alüminyum	12	3,13
Seramik	11	2,86
Bakır	10	2,60
Cam	4	1,04
Toprak (güveç)	2	0,52

*Birden fazla yanıt verilebilmektedir.

Tablo 4.3’de araştırmaya dahil edilen bireylerin en sık kullandıkları tava türüne göre dağılımına ilişkin bulgular verilmiştir.

Tablo 4.3 incelendiğinde katılımcıların %51,04’ünün en sık teflon tava, %39,32’sinin granit, %26,30’unun çelik, %9,38’inin demir döküm, %3,13’ünün alüminyum, %2,86’sının seramik, %2,60’ının bakır, %1,04’ünün cam ve %0,52’sinin Toprak (güveç) tava kullandığı belirlenmiştir.

Tablo 4.4 : Katılımcıların En Sık Kullandıkları Cezve Türüne Göre Dağılımı

En sık kullanılan cezve türü*	Sayı (n)	Yüzde (%)
Çelik	246	64,06
Bakır	102	26,56
Granit	28	7,29
Alüminyum	19	4,95
Teflon	13	3,39
Demir Döküm	11	2,86
Elektrikli	7	1,82
Cam	5	1,30
Seramik	4	1,04
Toprak (güveç)	3	0,78

*Birden fazla yanıt verilebilmektedir.

Tablo 4.4'te araştırmaya dahil edilen bireylerin en sık kullandıkları cezve türüne göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 4.4 incelendiğinde, katılımcıların %64,06'sının en sık kullandıkları cezve türünün çelik, %26,56'sının bakır, %7,29'unun granit, %4,95'inin alüminyum, %3,39'unun teflon, %2,86'sını demir döküm, %1,82'sinin Elektrikli, %1,30'unun cam, %1,04'ünün seramik ve %0,78'inin en sık kullandıkları cezve türünün Toprak (güveç) olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.5 : Katılımcıların Asla Kullanmadıkları Tencere Türüne Göre Dağılımı

Asla kullanılmayan tencere türü*	Sayı (n)	Yüzde (%)
Alüminyum	153	39,84
Bakır	55	14,32
Cam	84	21,88
Çelik	18	4,69
Demir Döküm	27	7,03
Granit	10	2,60
Seramik	22	5,73
Teflon	30	7,81
Toprak (güveç)	71	18,49

*Birden fazla yanıt verilebilmektedir.

Tablo 4.5'de araştırmaya katılan bireylerin asla kullanmadıkları tencere türüne göre dağılımına ilişkin bulgular gösterilmiştir.

Tablo 4.5 incelendiğinde, katılımcıların %39,84'ünün asla kullanmayacağı tencerenin alüminyum, %14,32'sinin bakır, %21,88'inin cam, %4,69'unun çelik, %7,03'ünün demir döküm, %2,60'ının granit, %5,73'ünün seramik, %7,81'inin teflon ve %18,49'unun asla kullanmayacağı tencere türünün Toprak (güveç) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.6 : Katılımcıların Pişirme Sırasında Kullanılan Kaşık Türüne Göre Dağılımı

Pişirme sırasında kullanılan kaşık türü*	Sayı (n)	Yüzde (%)
Tahta kaşık	318	82,81
Çelik kaşık	101	26,30
Silikon kaşık	30	7,81
Alüminyum kaşık	8	2,08
Bakır kaşık	4	1,04
Plastik	1	0,26

*Birden fazla yanıt verilebilmektedir.

Tablo 4.6’da araştırma kapsamına alınan bireylerin pişirme sırasında kullanılan kaşık türüne göre dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 4.6 incelendiğinde, katılımcıların %82,81’inin pişirme sırasında tahta kaşık, %26,30’unun çelik kaşık, %7,81’inin silikon, %2,08’inin alüminyum, %1,04’ünün bakır kaşık kullandığı belirlenmiştir.

Tablo 4.7 : Katılımcıların Pişirme Ekipmanlarının Yıpranmışlığını Dikkate Alma ve Değiştirme Sıklığına Göre Dağılımı

	Sayı (n)	Yüzde (%)
Pişirme ekipmanlarının yıpranmışlığını dikkate alma		
Almayan	70	18,23
Alan	314	81,77
Pişirme ekipmanlarını değiştirme sıklığı		
Yıprandıkça Değiştiriyorum	222	57,81
Ekipmanın türüne göre karar veriyorum	121	31,51
Değiştirmiyorum	41	10,68

Tablo 4.7’de katılımcıların pişirme ekipmanlarının yıpranmışlığını dikkate alma ve değiştirme sıklığına göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 4.7’ye göre katılımcıların %81,77’sinin pişirme ekipmanlarının yıpranmışlığını dikkate aldığı, %18,23’ünün dikkate almadığı belirlenmiştir.

Katılımcıların %57,81'inin pişirme ekipmanlarını yıprandıkça değiştirdiği, %31,51'inin ekipman türüne göre değiştirme kararı verdiği, %10,68'inin ise değiştirmedeği saptanmıştır.

Tablo 4.8 : Katılımcıların Pişirme Sonrası Yemeği Tencerede Bekletme Durumu Göre Dağılımı

	Sayı (n)	Yüzde (%)
Piştirme sonrası yemeği tencerede bekletme durumu		
Bekletmeyen	83	21,61
Bekleten	301	78,39
Bekletme süresi (n=301)		
Bir saatten az	62	16,15
1-2 saat	110	28,65
3-23 saat	74	19,27
24 saat	30	7,81
48 saat	8	2,08
Yemek bitene kadar	17	4,43
Bekletilen tencere türü (n=301)		
Çelik	186	61,79
Granit	95	31,56
Teflon	63	20,93
Demir Döküm	17	5,65
Alüminyum	13	4,32
Cam	13	4,32
Seramik	12	3,99
Toprak (güveç)	5	1,66
Bakır	2	0,66

Tablo 4.8'de araştırmaya dahil edilen bireylerin pişirme sonrası yemeği tencerede bekletme durumu göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 4 8 incelendiğinde, katılımcıların %78,39'unun pişirme sonrası yemeği tencerede beklettiği, %21,61'inin ise bekletmediği saptanmıştır. Pişirme sonrası yemeği tencerede bekletenlerin, %16,15'inin bir saatten az süreyle, %28,65'inin 1-2 saat, %19,27'sinin 3-23 saat, %7,81'sinin 24 saat, %2,08'inin 48 saat beklettiği, %4,43'ünün yemek bitene kadar beklettiği belirlenmiştir. Pişirme sonrası yemeği tencerede bekletenlerin %61,79'unun çelik tencerede, %31,56'sının granit,

%20,93'ünün teflon, %5,65'inin demir döküm, %4,32'sinin alüminyum, %4,32'sinin cam, %3,99'unun seramik, %1,66'sının güveç tencerede beklettiği saptanmıştır

Tablo 4.9 : Asidik, Alkali ve Nötr Çözeltilerde Ağır Metal Miktarlarının Tencere Türlerine Göre Karşılaştırılması

Çözelti	Tencere	(Al ppb)		(Fe ppb)		(Ni ppb)		(Pb ppb)	
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Asidik	Döküm	703,43	16,77	885,32	24,42	25,67	0,27	1,64	0,72
	Teflon	234,65	12,81	289,16	5,04	2,55	0,19	0,21	0,02
	Çelik	102,08	2,64	10537,67	322,37	338,35	28,66	0,56	0,03
	Granit	47,27	3,75	2,72	0,32	0,52	0,05	0,04	0,00
	X²-p	X ² =10,385	p=0,016*	X ² =10,385	p=0,016*	X ² =10,385	p=0,016*	X ² =10,532	p=0,015*
Alkali	Döküm	237,10	67,17	89,15	5,79	4,79	0,20	0,31	0,04
	Teflon	303,29	26,86	0,58	0,27	0,70	0,04	-0,07	0,00
	Çelik	33,17	3,58	61,39	2,73	3,14	0,19	-0,03	0,01
	Granit	204,89	5,50	3,30	1,08	0,87	0,07	-0,04	0,00
	X²-p	X ² =8,897	p=0,031*	X ² =10,385	p=0,016*	X ² =10,385	p=0,016*	X ² =10,351	p=0,016*
Nötr	Döküm	222,81	23,57	5,66	4,95	0,00	0,01	-0,03	0,00
	Teflon	58,00	16,77	-0,31	0,73	0,00	0,02	0,05	0,15
	Çelik	8,27	5,42	175,84	20,57	6,16	0,07	-0,04	0,00
	Granit	11,89	0,88	-0,86	0,37	0,00	0,02	-0,04	0,00
	X²-p	X ² =9,495	p=0,023**	X ² =9,585	p=0,022*	X ² =6,394	p=0,094	X ² =7,650	p=0,054

Tablo 4.9’de Asidik, Alkali ve Nötr çözeltilerde ağır metal miktarlarının tencere türlerine göre karşılaştırılmasına ilişkin Kruskal-Wallis H testi sonuçları gösterilmiştir.

Asidik çözeltide tencere türlerine göre Alüminyum, Demir, Nikel ve Kurşun miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p>0,05$). Asidik çözeltide Granit tenceredeki Alüminyum, Demir, Nikel ve Kurşun miktarları daha düşük bulunmuştur.

Alkali çözeltide tencere türlerine göre Alüminyum, Demir, Nikel ve Kurşun miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p>0,05$). Alkali çözeltide Çelik tencerede Alüminyum miktarı düşük, Teflon ve Granit tencerede Demir ve Nikel miktarı düşük, Döküm tencerede kurşun miktarı yüksektir.

Nötr çözeltide tencere türlerine göre Alüminyum ve Demir miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p>0,05$). Nötr çözeltide Döküm tencerede Alüminyum miktarı yüksek, Çelik tencerede Demir miktarı yüksektir.

Tablo 4.10 : Döküm, Teflon, Çelik ve Granit Tencerelerde Ağır Metal Miktarlarının Çözelti Türlerine Göre Karşılaştırılması

Tencere	Çözelti	(Al ppb)		(Fe ppb)		(Ni ppb)		(Pb ppb)	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	s
Döküm	Asidik	703,43	16,77	885,32	24,42	25,67	0,27	1,64	0,72
	Alkali	237,10	67,17	89,15	5,79	4,79	0,20	0,31	0,04
	Nötr	222,81	23,57	5,66	4,95	0,00	0,01	-0,03	0,00
	X²-p	5,600	0,061	7,200	0,027*	7,261	0,027*	7,448	0,024*
Teflon	Asidik	234,65	12,81	289,16	5,04	2,55	0,19	0,21	0,02
	Alkali	303,29	26,86	0,58	0,27	0,70	0,04	-0,07	0,00
	Nötr	58,00	16,77	-0,31	0,73	0,00	0,02	0,05	0,15
	X²-p	7,200	0,027*	6,489	0,039*	7,261	0,027*	6,006	0,050
Çelik	Asidik	102,08	2,64	10537,67	322,37	338,35	28,66	0,56	0,03
	Alkali	33,17	3,58	61,39	2,73	3,14	0,19	-0,03	0,01
	Nötr	8,27	5,42	175,84	20,57	6,16	0,07	-0,04	0,00
	X²-p	7,200	0,027*	7,200	0,027*	7,200	0,027*	6,826	0,033*
Granit	Asidik	47,27	3,75	2,72	0,32	0,52	0,05	0,04	0,00
	Alkali	204,89	5,50	3,30	1,08	0,87	0,07	-0,04	0,00
	Nötr	11,89	0,88	-0,86	0,37	0,00	0,02	-0,04	0,00
	X²-p	7,261	0,027*	5,422	0,066	7,200	0,027*	8,000	0,018*

Tablo 4.10’de Döküm, Teflon ve Çelik tencerelerde ağır metal miktarlarının çözelti türlerine göre karşılaştırılmasında kullanılan Kruskal-Wallis H testinden elde edilen bulgular gösterilmiştir.

Döküm tencerede çözelti türlerine göre Demir, Nikel ve Kurşun miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Döküm tencerede asidik çözeltide Demir, Nikel ve Kurşun miktarı yüksektir.

Teflon tencerede çözelti türlerine göre Alüminyum, Demir, Nikel miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p>0,05$). Teflon tencerede nötr çözeltide Alüminyum, Demir, Nikel miktarları düşüktür.

Çelik tencerede çözelti türlerine göre Alüminyum, Demir, Nikel ve Kurşun miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Çelik tencerede asidik çözeltide Alüminyum, Demir, Nikel ve Kurşun miktarları fazladır.

Granit tencerede çözelti türlerine göre Alüminyum, Demir ve Kurşun miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Granit tencerede alkali çözeltide Alüminyum ve Nikel miktarları fazladır.

Tablo 4.11 Farklı Pişirme Ekipmanlarında Analiz Edilen Metallerin Spesifik Salım Limitleriyle Karşılaştırılması

Materyal	Al (mg/L)	Pb (mg/L)	Ni (mg/L)	Fe (mg/L)
Limitler (TSE 266)	0,20	0,01	0,02	0,20
İşlem Görmemiş Su	<0,020	<0,020	<0,0040	0
Çelik Tencere (-)	0,008	<0,020	0,006	0,176
Çelik Tencere (Asidik)	0,102	<0,020	0,338*	10,537*
Çelik Tencere (Alkali)	0,033	<0,020	<0,0040	0,061
Teflon Tencere (-)	0,058	<0,020	<0,0040	0
Teflon Tencere (Asidik)	0,235*	<0,020	<0,0040	0,289*
Teflon Tencere (Alkali)	0,303*	<0,020	<0,0040	0,001
Granit Tencere (-)	<0,020	<0,020	<0,0040	0
Granit Tencere (Asidik)	0,047	<0,020	<0,0040	0,003
Granit Tencere (Alkali)	0,205*	<0,020	<0,0040	0,03
Döküm Demir Tencere (-)	0,223*	<0,020	<0,0040	0,006

Döküm Demir Tencere (Asidik)	0,703*	<0,020	0,026*	0,885*
Döküm Demir Tencere (Alkali)	0,237*	<0,020	0,005	0,089

Tablo 4.11’ de TSE’ nin içme suyu için önerdiği kabul edilebilir limitler doğrultusunda analiz için kullandığımız suya ait veriler Al, Ni ve Fe için uygun olup Pb elementinin uygun olup olmadığı belirli değildir.

Diğer verilere bakıldığında işlem sonrasında yapılan analiz sonuçlarına göre Al metali için teflon tencere (asidik) (0,235 mg/L), teflon tencere (alkali) (0,303 mg/L), Ni metali için çelik tencere (asidik) (0,338 mg/L), demir döküm tencere (asidik) (0,026 mg/L), demir döküm tencere (alkali) (0,005 mg/L), Fe için çelik tencere (asidik) (10,537 mg/L), teflon asidik (0,289 mg/L), demir döküm tencere (alkali) (0,885 mg/L) kabul edilebilir limitlerin üzerine çıkmıştır.

Bölüm 5

TARTIŞMA

Geçmiş yıllardan günümüze kullanım alanları giderek yaygınlaşan ağır metaller hayatımızda birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Ağır metale maruziyet başta gıdalar aracılığıyla olmak üzere birçok farklı yoldan gerçekleşmektedir. Pişirme aracı olarak kullanılan tencere, tava, tepsi gibi mutfak ekipmanlarından gıdalara metal geçişinin tayin edilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada materyal olarak granit, teflon, çelik, demir döküm pişirme ekipmanları ve farklı pH düzeylerindeki su çözeltileri kullanılmıştır.

Sağlık bakanlığı tarafından yayımlanan ‘‘İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik’’ kapsamında belirtilen içme suyu ile ilgili kabul edilebilir üst limitler; Al ve Fe: 0,2 mg/L, Pb: 0,01 mg/L, Ni: 0,02 mg/L şeklindedir. Bu çalışmada analiz için kullanılan su örneğine ait veriler incelendiğinde alüminyum, demir ve nikelin yönetmelik kapsamındaki değerler arasında olduğunu, kurşun metalinin ise 0,020 mg/L’den az bir değere sahip olduğu analiz sonuçlarında görülmüştür. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 2005).

Guarneri ve arkadaşlarının (2017) paslanmaz çelik tencereler üzerinde yapmış oldukları çalışmada kültürlerarası yemek pişirmede yaygın olarak kullanılan limon, domates ve farklı pH düzeylerindeki (pH 2.3, 7.7, 9) suların Ni ve Cr salınımını değerlendirdiler. Üç farklı kalitede [(SS: Paslanmaz Çelik) SS1, SS2, SS3] kullanılan paslanmaz çelik ekipmanlardan SS1 kalitedeki tencerede kaynatılan pH’ ı 7.7 olan suya $0,0015 \pm 0,0001$ mg/L, SS2 kalitedeki pH’ 2.3 olan suya $0,4279 \pm 0,0066$ mg/L,

SS1 kalitedeki pH'ı 9 olan suya ise $0,0036 \pm 0,0001$ mg/L nikel salınımı gerçekleşmiştir. Çalışmanın verileri bu çalışma ile uyum içersindedir.

(Kamerud ve arkadaşları (2013) farklı kalite paslanmaz çelik tencereler üzerinde yaptıkları çalışmada pişirme süresi ve pişirme tekrarlarının gıdaya nikel geçişine etkilerini araştırdılar. Daha uzun pişirme süreleri, paslanmaz çelik tencerelerden asidik numuneye (domates sosu), paslanmaz çelik olmayan tencerelere kıyasla 34 kat daha fazla Ni salınımı olduğu saptanmıştır. Sonuçlar bu çalışma ile kıyaslandığında çelik tencerede kaynatılan asidik çözeltiye Ni salınımı, demir döküm tencereden 13 kat, teflon ve granit tencerelerden 84,5 kat daha fazla gerçekleşmiştir. Kamerud ve arkadaşlarının yapmış oldukları bu çalışmada yeni satın alınan paslanmaz çelik tencerelerin daha fazla metal salınımı gerçekleştirdiği gösterilmiştir. Ayrıca yapılan bu çalışmada paslanmaz çelik tencerelerin kalitesi, pişirme süresi ve tencerenin kullanım sıklığının da metal salınımı üzerindeki etkilerine dikkat çekilmiştir.

Onyeka ve Ibeawuchi, (2018)' nın döküm demir, alüminyum, paslanmaz çelik, kalay ve emaye kapları üzerinde yaptığı araştırmada yeni alınan paslanmaz çelik tencerede kaynatılan alkali çözeltiden Al: 0.0012 mg/L, Pb: 1.09 mg/L, Fe: 0.038 mg/L, Ni: 0.060 mg/L metal salınımı gerçekleşmiştir. Yapılan bu araştırmada ise paslanmaz çelik tencereden salınan Al ve Fe metalleri çalışma verileri ile uyumludur. Pb ve Ni metalleri ise Onyeka ve Ibeawuchi, (2018)' nin elde ettiği çalışma sonuçlarından düşüktür.

Greger ve arkadaşlarının (1985) alüminyum metali üzerinde yaptığı 3 farklı araştırmayı kapsayan çalışmada, pH' ları farklı olan üç gıdanın (biftek, patates, domates) eski-yeni alüminyum pişirme ekipmanları ve paslanmaz çelik tencere üzerindeki metal salımı test edilmiştir. Paslanmaz çelik tencerede analiz edilen farklı

pH' lardaki gıdalardan domates için sonuçlar Al: 0.11 ± 0.01 mg/L, patates için Al: 0.10 ± 0.00 mg/L, biftek için Al: 0.22 ± 0.08 mg/L olarak belirtilmiştir. Ayrıca yapılan bu çalışmada pişirme süresiyle birlikte artan metal konsantrasyonlarından da bahsedilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu çalışmanın verileri ile yakın değerler içerisindedir.

Marzec ve arkadaşlarının (2006) yaptıkları çalışmada en fazla demir geçişi paslanmaz çelik tencerelerden gerçekleşmiştir. Farklı ekipmanlar üzerinde Teyin (2018) tarafından yapılan tez çalışması sonucunda ise en yüksek demir geçişi bakır tencereden sonra paslanmaz çelik tencereden gerçekleşmiştir. Sianturi ve arkadaşları (2020) tarafından yapılmış olan bir başka çalışmada ise en yüksek Fe değerleri (0.106696 ppm) titanyum kaplı paslanmaz çelik tencereden gerçekleşmiştir. Literatürdeki veriler çalışmamızla uyum içerisinde olmakla birlikte çalışmamızda en yüksek demir geçişi ($10,537$ mg/L) paslanmaz çelik tencereden gerçekleşmiştir.

Ogidi ve arkadaşlarının (2017) yeni alınan döküm demir ve alüminyum tencereler üzerinde yapmış oldukları çalışmada alüminyum kaplar için pH' nın $4.5 - 8.5$ aralığının altında veya üzerinde olmasının daha yüksek oranlarda alüminyum salınımına sebep olduğu gösterilmiştir. Yaptığımız çalışmada bahsedilen pH aralıklarında nötr numunelere kıyasla asidik ve alkali numunelere daha fazla Al metali salınımı olup, verilerimiz Ogidi ve arkadaşlarının (2017) çalışmasıyla uyum göstermektedir. Aynı çalışmanın devamında artan pişirme süresiyle alüminyum geçişinin arttığı gösterilmiştir. Döküm demir tencerede gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre de daha asidik ortam, uzun pişirme süresi ve demir külçe kullanımının demir geçişini arttırdığı gösterilmiştir. Çalışmamızda döküm demir tencere için asidik ortamda artan Fe salınımı yapılan çalışma ile uyum içerisindedir.

Uriah ve arkadaşlarının (2014) Nijerya’da yapmış oldukları çalışma dört farklı lokasyonda yerel olarak üretilen metal mutfak ekipmanlarından, metal konsantrasyonları bilinen suya ağır metal geçişini göstermektedir. Dört farklı bölgeden alınan metal tencerelerde 1-2 saat aralığında kaynatılan sulara Al geçişi başlangıca göre sırasıyla 3.7, 32.7, 30, 15.7 kat, Fe geçişi ise sadece bir bölgeden alınan tencere için 6.2 kat artış göstermiş olup Pb değerlerinde bir değişiklik saptanmamıştır. Çalışmamızda ise sudan çelik tencereye Al ve Fe geçişi başlangıca göre sırasıyla 0.4, 0.176 kat artmış olup Pb değerleri ise Uriah ve arkadaşlarının (2014) yaptıkları çalışmadaki gibi değişmemiştir.

Altimimi ve Ahdi’ nin (2015) yaptığı çalışma asidik pH’ da sırasıyla alüminyum ve paslanmaz çelik tencerelerde pişirilen yemeklerden Al metali geçişinin 8.750 ve 0.325 ppm olduğu, Fe geçişinin ise en yüksek paslanmaz çelik tencerelerde (25.2 ppm) gerçekleştiği gösterilmiştir. Yaptığımız çalışmada da asidik pH’ da en yüksek Fe metali geçişi 10.537 mg/L paslanmaz çelik tencerelerde gerçekleşmiş olup Altimimi ve Ahdi’ nin (2015) elde ettikleri sonuç bu çalışmanın sonucundan yüksek çıkmıştır. Asidik pH’ da paslanmaz çelikten geçen Al miktarı 0.102 mg/L olup Altimimi ve Ahdi’ nin (2015) elde ettikleri sonuca yakın değerdedir. Ndem ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan benzer bir çalışmada alüminyum ve paslanmaz çelik tencerelerde pişirilen fasulye, tatlı patates, pirinç ve muza metal geçişleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda pişirilen gıdalara Fe ve Ni geçişi en yüksek oranda çelik tencerelerden, Al geçişi ise alüminyum tencereden geçmiştir.

Koo ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan benzer bir çalışmada tencerelerden metal salımının yüksek oranda yapılan yemeğin pH’ sına bağlı olduğu gösterilmektedir. Yine aynı çalışmada toksik metal salınımının tekrarlanan kullanımlarda azalacağı yönündeydi. Paslanmaz çelik tencereler üzerinde

gerçekleştirilen çalışmada Cr ve Ni salınımının üçüncü tekrara kıyasla ilk yapılan testte daha büyük bir miktarlarda metal salınımı gerçekleştirdiği görülmüştür. Semwal ve arkadaşlarının (2006) alüminyum kaplar üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada yeni alınan tencerelerin tekrarlanan kullanımlarına kıyasla ilk kullanımında daha fazla metal salınımı gerçekleştireceği yönündedir.

Al Juhaiman (2010) tarafından yapılan konuyla ilişkili bir başka benzer çalışmada dört farklı ülkeden (Çin, Hindistan, Suriye, Suudi Arabistan) satın alınan alüminyum pişirme kaplarından gıdalara alüminyum geçişinin yemeğin pH düzeyi, kullanılan suyun kalitesi, sıcaklık ve pişirme süresine bağlı olarak arttığı gösterilmiştir. Alüminyum kaplar üzerinde Weidenhamer ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan benzer başka bir çalışmada ise on farklı ülkeden (Bangladeş, Guatemala, Hindistan, Endonezya, Fildişi Sahili, Kenya, Nepal, Filipinler, Tanzanya ve Vietnam) satın alınan 42 adet alüminyum pişirme kabı incelendi. Analiz edilen 42 alüminyum kaptan 40' ı tolere edilebilir haftalık alımı aştı. Analizler, pişirme kaplarının %86'sında (36/42) saptanabilir kurşun seviyeleri tespit etti. Pişirme kaplarının %26'sında (11/42) %0,1 veya 1000 ppm'yi aşan kurşun içeriği saptandı. Dabonne ve arkadaşları (2010) tarafından yapılan çalışmada ise koruyucu tabakası olmayan geleneksel alüminyum kapta analiz edilen numunenin alüminyum içeriğinin, koruyucu tabakalı modern tipteki alüminyum kapta analiz edilen numuneye kıyasla 11 kat (1.6 mg/g – 18.1 mg/g) daha fazla olduğu saptanmıştır.

Bölüm 6

SONUÇ

Bu çalışmada anketler aracılığıyla toplanan verilerden elde edilen sonuçlara göre satın alınıp, farklı pişirme ekipmanlarında kaynatılan, farklı pH düzeylerindeki su numunelerine Al, Pb, Ni geçişleri EPA 200.8, Fe geçişi ise ICP-MS metoduyla analiz edilmiştir.

Araştırmanın anket sonuçlarına göre katılımcıların en sık kullandıkları tencereler sırasıyla çelik (%58,59), granit (%37,24), teflon (%25,26) ve döküm demir (%9,38) olarak saptanmıştır. Bu tencerelerden pişirme ile geçebilecek ağır metal (Al, Fe, Ni, Pb) seviyeleri analiz edilmiştir.

Pb için yapılan analizler sonucunda ekipman kaynaklı bir geçiş saptanmamıştır.

Araştırmada kullanılan metal içeriği bilinen suyun normal pH'ında kaynatılıp soğutulmasından sonra döküm tencereden suya başlangıça kıyasla daha fazla Al geçişi olmakla birlikte paslanmaz çelik ve teflon tencerelerden önemsenecek miktarlarda Al geçişi olmuştur. Granit tencereden ise nötr pH'daki su numunesine Al geçişi saptanmamıştır. Ni değerlerinde ise alaşımında nikel barındıran çelik tencerelerde önemsenecek bir derecede artış olmuştur, diğer pişirme ekipmanlarından numuneye nötr pH'da Ni geçişi olmamıştır. Nötr pH'da kaynatılan suya Fe geçişi en fazla paslanmaz çelik tencereden olmakla birlikte diğer ekipmanlardan geçiş olmamıştır. Sonuç olarak nötr pH'da pişirme ekipmanlarından gıdalara önemsenecek düzeylerde metal geçişi olmuştur.

Asidik pH'a sahip numunelerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda teflon ve granit tencereden Ni hariç tüm tencerelerden numunelere ağır metal geçiş düzeyleri artış göstermiştir. En fazla Al geçişi döküm tencereden en fazla Ni ve Fe geçişi ise paslanmaz çelik tencereden gerçekleşmiştir.

Alkali pH'a sahip numunelerden elde edilen sonuçlar diğer verilerle karşılaştırıldığında döküm tencere için Ni ve diğer tüm tencereler için Fe geçişi önemsiz düzeyde bulunmuştur. Alkali pH' da en fazla geçiş tüm tencereler için Al metali olmuştur.

Sonuç olarak asidik pH' ta ekipmanın türüne göre en fazla metal geçişleri Ni ve Fe metalleri, alkali pH' da en yüksek metal geçişleri Al üzerinden olmaktadır.

Araştırmada toplanılan bilgiler doğrultusunda mutfaklarda pişirme aracı olarak kullanılan ekipmanların türüne bağlı olarak pişirilen gıdalara metal geçişinin olabileceği ve bu geçişin pişirilen gıdanın pH'ına bağlı olarak artabileceği genel literatür çalışmalarıyla da desteklenmiştir.

Bölüm 7

ÖNERİLER

Araştırma sonuçları incelendiğinde farklı pişirme ekipmanlarının asidik, alkali ve nötr pH'lardaki su numunelerine farklı düzeylerde metal geçişlerine sebep olduğu, pişirilecek yemeğin türüne göre satılan tencerelerin asidik, alkali ve nötr pH düzeylerindeki yemeklere uygun olarak sınıflandırılarak satışa sunulması ve tüketicilerin bu konuda bilgilendirilmesi önerilebilir.

Bu araştırmada yeni satın alınan pişirme ekipmanları üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Pişirme ekipmanlarının kullanım sıklığı, yıpranmışlığı ve yemek karıştırmada kullanılan ekipmanların hatalı kullanımına bağlı olarak meydana gelen çizilmeler ve hasarların ağır metal salınımına etkisi araştırılmalıdır.

Bu araştırmada pişirme ile geçebilecek ağır metal düzeyleri analiz edilmiştir. Gelecek araştırmalarda pişirme sonrası yemeği saklama üzerinde yapılacak olan çalışmalarla bu farklılıklar daha detaylı bir şekilde karşılaştırılabilir.

Bu araştırmada Al, Fe, Ni ve Pb metallerinin salınımları değerlendirilmiştir. Sağlığı tehdit eden Hg, Cu, Cd, Cr gibi diğer metallerinde pişirme ekipmanlarından gıdaya maruziyeti araştırılmalıdır.

Bu araştırmada demir, çelik, granit ve teflon tencerelerin farklı pH düzeylerindeki su çözeltilerine ağır metal salımları analiz edilmiştir. Bu pişirme ekipmanlarına ek olarak alüminyum, bakır, emaye, titanyum, seramik gibi pişirme ekipmanlarının farklı pH'lardaki numunelere metal salınımlarının saptanıp verilerin

kıyaslanması, sağlığı optimum düzeyde koruyacak doğru pişirme ekipmanlarını tercih etmede yol gösterecektir.

KAYNAKLAR

- Ahamed, M., & Siddiqui, M. K. J. (2007). *Environmental lead toxicity and nutritional factors*. Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland), 26(4), 400–408.
- Akıncı, A., Akbulut, H., & Yılmaz, F. (2003). *Floropolimer (Teflon) kaplamaların yapı ve özellikleri*. UCTEA J. Chamb. Metall. Mater. Eng., 133, 53-59.
- Aksoy, A. (2021). *Gıdalarda pH Ölçümünün Önemi*. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4/2: 193-216.
- Al Juhaiman, L. A. (2010). *Estimating aluminum leaching from aluminum cookwares in different meat extrats and milk*. Journal of saudi chemical society, 14, 131-137.
- Al Juhaiman, L. A. (2012). *Estimating aluminum leaching from aluminum cookware in different vegatable extracts*. International journal of electrochemical science, 7, 7283-7294.
- Alissa, E. M., & Ferns, G. A. (2011). *Heavy metal poisoning and cardiovascular disease*. Journal of Toxicology.
- Altimimi, S. S., & Ahdi, J. M. (2015). *The Effect of Cooking Utensils in the Food Content of Elements*. Iraqi Journal of Market Research and Consumer Protection, 7(2), 130–145.

Amidor, T. (2014). *Choosing the Right Cookware*. Retrieved June 12, 2022, from <https://www.todaysdietitian.com/newarchives/100614p10.shtml>

Azeh Engwa, G., Udoka Ferdinand, P., Nweke Nwalo, F., & N. Unachukwu, M. (2019). *Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans*.

Bakar, C., & Baba, A. (2009). *Metaller ve insan sağlığı: Yirminci yüzyıldan bugüne ve geleceğe miras kalan çevre sağlığı sorunu*. 1.Tıbbi jeoloji çalıştayı.

Banavi, P., Sadeghi, E., Garavand, F., Heydari, M., & Rouhi, M. (2020). *Release behavior of metals from tin-lined copper cookware into food simulants during cooking and cold storage*. Environmental Science and Pollution Research, 27(31), 38591–38601.

Biricik, G. F., Çöplü, N., & Dağdelen, A. F. (2015). *Gıda ile temas eden madde ve malzemelerden gıdaya geçebilecek alüminyum miktarı ve bunun riskleri*. Gıda ve yem bilimi teknolojisi dergisi, 15: 1-8.

Brabin, B. (1999). *I ron pots for cooking: wishful thinking or traditional common sense?* The Lancet, 353(9154), 690–691.

Çağlarırnak, N., & Hepçimen, A. Z. (2010). *Ağır metal toprak kirliliğinin gıda zinciri ve insan sağlığına etkisi*. Akademik gıda, 8(2), 31-35.

- Ceyhun Sezgin, A., & Artık, N. (2015). *Toplu Tüketim Yerlerinde Gıda Güvenliği ve HACCP Uygulamaları*. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 3(2), 56–62.
- Charkiewicz, A. E., & Backstrand, J. R. (2020). *Lead toxicity and pollution in poland*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(12), 1–16.
- Çinibulak, P. (2010). *Gıda ambalajlarında migrasyon*. Yüksek Lisans Tezi, N. K. Ü.
- Ciosek, Ż., Kot, K., Kosik-Bogacka, D., Łanocha-Arendarczyk, N., & Rotter, I. (2021). *The Effects of Calcium, Magnesium, Phosphorus, Fluoride, and Lead on Bone Tissue*. Biomolecules, 11(4).
- Collado-López, S., Betanzos-Robledo, L., Téllez-Rojo, M. M., Lamadrid-Figueroa, H., Reyes, M., Ríos, C., & Cantoral, A. (2022). *Heavy Metals in Unprocessed or Minimally Processed Foods Consumed by Humans Worldwide: A Scoping Review*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(14), 8651.
- Dabonne, S., Koffi, B. P. K., Kouadio, E. J. P., Koffi, A. G., Due, E. A., & Kouame, L. P. (2010). *Traditional Utensils: Potential Sources of Poisoning by Heavy Metals*. British Journal of Pharmacology and Toxicology. 1(2), 90–92.
- Dalipi, R., Borgese, L., Casaroli, A., Boniardi, M., Fittschen, U., Tsuji, K., & Depero, L. E. (2016). *Study of metal release from stainless steels in simulated*

food contact by means of total reflection X-ray fluorescence. Journal of Food Engineering, 173, 85–91.

Das, K. K., Reddy, R. C., Bagoji, I. B., Das, S., Bagali, S., Mullur, L., Khodnapur, J. P., & Biradar, M. S. (2019). *Primary concept of nickel toxicity – an overview. Journal of basic and clinical physiology, 30(2): 141-152.*

De, R., Prakash, K. U., & Edison, E. S. (2021). *Complex interactions in regulation of haematopoiesis - an unexplored iron mine. Genes, 12(8), 1270.*

Demirezen, D., & Aksoy, A. (2005). *Plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) kullanılarak bal örneklerinde ağır metal tayini. Fen bilimleri dergisi, 18(4), 569-575.*

EDQM (2013). *Metals and alloys used in food contact materials and articles. European Directorate for the Quality of Medicines & Health Care.*

Eggers, S., Safdar, N., & Malecki, K. M. (2018). *Heavy metal exposure and nasal Staphylococcus aureus colonization: analysis of the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Environmental Health : A Global Access Science Source, 17(1), 2.*

Elveren, M., & Osman, E. (2021). *Farklı özellikteki tencerelerde pişirilen sebzelerde element birikiminin araştırılması. BSEU Fen Bilimleri Dergisi, 8(2), 732-738.*

- Erel, S. (1976). *Kurum mutfak araçlarının yapımında kullanılan malzemelerin özellikleri, kullanma ve bakımları*. Beslenme ve Diyet Dergisi, 5(2), 171-176.
- Fellows, K. M., Samy, S., Rodriguez, Y., & Whittaker, S. G. (2022). *Investigating aluminum cookpots as a source of lead exposure in Afghan refugee children resettled in the United States*. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology 2022 32:3, 32(3), 451–460.
- Genchi, G., Carocci, A., Lauria, G., Sinicropi, M. S., & Catalano, A. (2020). *Nickel: Human health and environmental toxicology*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(3).
- Gisslen, W. (2011). *Professional cooking*. Seventh Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Goel, A., & Aschner, M. (2021). *The effect of lead exposure on autism development*. International Journal of Molecular Sciences, 22(4), 1–12.
- Granick, J. L., Sassa, S., & Kappas, A. (1978). *Some Biochemical and Clinical Aspects of Lead Intoxication*. Advances in Clinical Chemistry, 20(C), 287–339.
- Greger, J. L., Goetz, W., & Sullivan, D. (1985). *Aluminum levels in foods cooked and stored in aluminum pans, trays and foil*. Journal of Food Protection, 48(9), 772–777.

Guarneri, F., Costa, C., Cannavò, S. P., Catania, S., Bua, G. D., Fenga, C., & Dugo, G. (2017). *Release of nickel and chromium in common foods during cooking in 18/10 (grade 316) stainless steel pots. Contact Dermatitis*. 76(1), 40–48.

Gulson, B., Mizon, K., Taylor, A., Korsch, M., Stauber, J., Davis, J. M., Louie, H., Wu, M., & Swan, H. (2006). *Changes in manganese and lead in the environment and young children associated with the introduction of methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl in gasoline - Preliminary results. Environmental Research*, 100(1), 100–114.

Gundacker, C., Forsthuber, M., Szigeti, T., Kakucs, R., Mustieles, V., Fernandez, M. F., Bengtsen, E., Vogel, U., Hougaard, K. S., & Saber, A. T. (2021). *Lead (Pb) and neurodevelopment: A review on exposure and biomarkers of effect (BDNF, HDL) and susceptibility. International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 238.

Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., & Timur, S. (2003). *Metallerin çevresel etkileri – II. TMMOB Metalurji Mühendisliği Odası Dergisi*, 136, 47-53.

Hejna, M., Gottardo, D., Baldi, A., Dell’Orto, V., Cheli, F., Zaninelli, M., & Rossi, L. (2018). *Review: Nutritional ecology of heavy metals. The Animal Consortium*, 12(10), 2156-2170.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik. (T.C. Cumhurbaşkanlığı Mevzuat Bilgi Sistemi, 17 Şubat 2005, sayı: 25730).

- İstanbulluoğlu, H., Oğur, R., Tekbaş, Ö. F., & Bakır, B. (2013). *Süt ve süt ürünlerinde ağır metal kirliliği*. Türkiye Klinikleri Dergisi, 33(2), 410-9.
- Igbokwe, I. O., Igwenagu, E., & Igbokwe, N. A. (2019). *Aluminium toxicosis: a review of toxic actions and effects*. Interdisciplinary Toxicology, 12(2), 45.
- Jagannatha Rao, K. S., & Rao, G. V. (2009). *Aluminium leaching from utensils - a kinetic study*. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 46(1), 31–38.
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagavn, N., Mathew, B. B., Beeregowda, K. N. (2014). *Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals*. Interdisciplinary Toxicology, 7(2): 60-72.
- Järup, L. (2003). *Hazards of heavy metal contamination*. British Medical Bulletin, 68(1), 167-182.
- Jellesen, M. S., Rasmussen, A. A., & Hilbert, L. R. (2006). *A review of metal release in the food industry*. Materials and Corrosion, 57(5), 387-393.
- Jitaru, P., Ingenbleek, L., Marchond, N., Laurent, C., Adegboye, A., Hossou, S. E., Koné, A. Z., Oyedele, A. D., Kisito, C. S. K. J., Dembélé, Y. K., Eyangoh, S., Verger, P., le Bizec, B., Leblanc, J. C., & Guérin, T. (2019). *Occurrence of 30 trace elements in foods from a multi-centre Sub-Saharan Africa Total Diet Study: Focus on Al, As, Cd, Hg, and Pb*. Environment International, 133, 105197.

- Kamerud, K. L., Hobbie, K. A., & Anderson, K. A. (2013). *Stainless steel leaches nickel and chromium into foods during cooking*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61(39), 9495.
- Kim, H. S., Kim, Y. J., & Seo, Y. R. (2015). *An overview of carcinogenic heavy metal: Molecular toxicity mechanism and prevention*. Journal of Cancer Prevention, 20(4), 232–240.
- Kocadal, K., Alkas, F. B., Battal, D., & Saygi, S. (2020). *Cellular pathologies and genotoxic effects arising secondary to heavy metal exposure: A review*. Human and Experimental Toxicology, 39(1), 3–13.
- Koo, Y. J., Pack, E. C., Lee, Y. J., Kim, H. S., Jang, D. Y., Lee, S. H., Kim, Y. S., Lim, K. M., & Choi, D. W. (2020). *Determination of toxic metal release from metallic kitchen utensils and their health risks*. Food and Chemical Toxicology, 145, 111651.
- Kuligowski, J., & Halperin, K. M. (1992). *Stainless steel cookware as a significant source of nickel, chromium, and iron*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 23(2), 211–215.
- Kumar, A., Kumar, A., Cabral-Pinto, M., Chaturvedi, A. K., Shabnam, A. A., Subrahmanyam, G., Mondal, R., Gupta, D. K., Malyan, S. K., Kumar, S. S., Khan, S. A., & Yadav, K. K. (2020). *Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches*.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(7), 2179.

Lei, P., Ayton, S., & Bush, A. I. (2021). *The essential elements of Alzheimer's disease*. The Journal of Biological Chemistry, 296.

Li, B., Xia, M., Zorec, R., Parpura, V., & Verkhratsky, A. (2021). *Astrocytes in heavy metal neurotoxicity and neurodegeneration*. Brain Research, 1752.

Marmara Üniversitesi, Doğa Bitkileri ve Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (2019, Mart 21). *İçme Suyu Kabul Edilebilir Değerler*. <https://dobisu.marmara.edu.tr/orta-menu/yararli-bilgiler/icme-suyu-kabul-edilebilir-degerler>

Marzec, Z., Marzec, A., & Zariba, S. (2006). *Study of Metal Release from Cookware*. Polish J. Environ. Stud. Vol. 15, No. 2a, 139-142.

Mason, L. H., Harp, J. P., & Han, D. Y. (2014). *Pb Neurotoxicity: Neuropsychological Effects of Lead Toxicity*. BioMed Research International, 2014.

Mathee, A., & Street, R. (2020). *Recycled aluminium cooking pots: A growing public health concern in poorly resourced countries*. BMC Public Health, 20(1).

Mcgee, H. (2004). *On food and cooking*. NewYork.

- Meyer, P. A., Brown, M. J., & Falk, H. (2008). *Global approach to reducing lead exposure and poisoning*. Reviews in Mutation Research, 659(1–2), 166–175.
- Ndem, A., Offiong, E., & Amidu, A. (2022). *Impact Of Cooking Utensils On Trace Metal Levels In Raw And Heat Processed Beans*. Equatorial Journal of Agriculture and Earth Sciences, 3(1), 7–11.
- Neelam, Bamji, M. S., & Kaladhar, M. (2000). *Risk of increased aluminium burden in the indian population: contribution from aluminium cookware*. Food Chemistry, 70(1), 57–61.
- Ogidi, M., Sridhar, M., & Coker, A. (2017). *A follow-up study health risk assessment of heavy metal leachability from household cookwares*. Journal of Food Science and Toxicology, (1), 1:3.
- Onyeka, E. U., & Ibeawuchi, O. O. (2018). *Metal Concentrations of Water and Food Cooked in Various Cooking Pots*. International Journal of Innovative Research and Development. 7(7).
- Özbolat, G., Tuli, A. (2016). *Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri*. Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 25(4), 502–521.
- Planchart, A., Green, A., Hoyo, C., & Mattingly, C. J. (2018). *Heavy metal exposure and metabolic syndrome: Evidence from human and model system studies*. Current Environmental Health Reports, 5(1), 110–124.

- Reuben, A. (2018). *Childhood lead exposure and adult neurodegenerative disease*. Journal of Alzheimer's Disease : JAD, 64(1), 17–42.
- Semwal, A. D., Padmashree, A., Khan, M. A., Sharma, G. K., & Bawa, A. S. (2006). *Leaching of aluminium from utensils during cooking of food*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(14), 2425–2430.
- Sharma, S., Khandelwal, R., Yadav, K., Ramaswamy, G., & Vohra, K. (2021). *Effect of cooking food in iron-containing cookware on increase in blood hemoglobin level and iron content of the food: A systematic review*. Nepal Journal of Epidemiology, 11(2), 994.
- Shaw, C. A., & Marler, T. E. (2013). *Aluminum and the human diet revisited*. Communicative & Integrative Biology, 6(6).
- Sianturi, M., Sianturi, M., Gultom, F. L., Faradiba, F., Heumasse, P. v., & Febriza, F. (2020). *Study of Elements Released from Various Cooking Utensil After Heating on Cooking Utensil of Aluminum, Stainless Steel, Titanium-coated Stainless Steel and Teflon and Their Potential Health Hazards*. International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 23(1), 459–467.
- Stahl, T., Falk, S., Rohrbeck, A., Georgii, S., Herzog, C., Wiegand, A., Hotz, S., Boschek, B., Zorn, H., & Brunn, H. (2017). *Migration of aluminum from food contact materials to food - a health risk for consumers? Part I of III: exposure to aluminum, release of aluminum, tolerable weekly intake (TWI)*,

toxicological effects of aluminum, study design, and methods. Environmental Sciences Europe, 29(1), 1–8.

Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). *Heavy metals toxicity and the environment.* EXS, 101, 133.

Temurci, H., & Güner, A. (2018). *Ankara’da tüketime sunulan süt ve beyaz peynirlerde ağır metal kontaminasyonu.* Ankara Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 47, 43–48.

Teyin, G. (2018). *Piştirme ekipmanlarından gıdalara ağır metal geçişinin belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, N. E. Ü.

Tsaih, S. W., Korrick, S., Schwartz, J., Amarasiriwardena, C., Aro, A., Sparrow, D., & Hu, H. (2004). *Lead, diabetes, hypertension, and renal function: the normative aging study.* Environmental Health Perspectives, 112(11), 1178–1182.

Türközü, D., & Şanlıer, N. (2014a). *Gıdalardaki ağır metal kontaminasyonları: bulaşma kaynakları, sağlık riskleri ve ulusal/uluslararası standartlar.* Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9(3), 29–46.

Türközü, D., & Şanlıer, N. (2014b). *Gıdalardaki ağır metal kontaminasyonları: güncel bakış.* Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 9(3), 29–46.

- Uriah, L., Dungrit, C., Rhoda, G. (2014). *Locally made utensils as potential sources of heavy metals contamination of water: A case study of some pots made in Nigeria*. American Journal of Environmental Protection, 3(6-2): 35-41.
- Valkonen, S., & Aitio, A. (1997). *Analysis of aluminium in serum and urine for the biomonitoring of occupational exposure*. The Science of the Total Environment, 199(1-2), 103-110.
- Veríssimo, M. I. S., Oliveira, J. A. B. P., & Gomes, M. T. S. R. (2006). *Leaching of aluminium from cooking pans and food containers*. Sensors and Actuators B: Chemical, 118(1-2), 192-197.
- Wang, T., Zhang, J., & Xu, Y. (2020). *Epigenetic basis of lead-induced neurological disorders*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(13), 1-23.
- Weidenhamer, J. D., Fitzpatrick, M. P., Biro, A. M., Kobunski, P. A., Hudson, M. R., Corbin, R. W., & Gottesfeld, P. (2017). *Metal exposures from aluminum cookware: An unrecognized public health risk in developing countries*. The Science of the Total Environment. 579, 805-813.
- Witkowska, D., Słowik, J., & Chilicka, K. (2021). *Heavy metals and human health: Possible exposure pathways and the competition for protein binding sites*. Molecules (Basel, Switzerland), 26 (19).

Yang, D., Zhu, X., Gao, J., Song, Y., Sui, H., & Zhu, L. (2022). *Comparison of the test conditions of China and the Council of Europe on the release levels of metals from stainless-steel products from the Chinese market*. Food Packaging and Shelf Life, 33, 100888.

Yavuz, O., & Sarıg l, N. (2016). *Toprak ve sucul ortamlardaki ağır metal kirliliği ve ağır metal dirençli mikroorganizmalar*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1), 44–51.

EKLER

Ek 1 : Etik Kurul Onay Formu

	Doğu Akdeniz Üniversitesi <i>"Erdem, Bilgi, Gelişim"</i>	Eastern Mediterranean University <i>"Virtue, Knowledge, Advancement"</i>	Galileo Galilei Sk. / Str., 99628, Gazimağusa, KÜZEY KIBRIS / Famagusta, NORTH CYPRUS, via Mersin 10, TURKEY Tel: (+90) 392 630 1327 bayek@emu.edu.tr
Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu (BAYEK) / Board of Scientific Research and Publication Ethics			

Sayı: ETK00-2022-0038

12.01.2022

Konu: Etik Kurulu'na Başvurunuz Hk.

Sayın: Dyt. Hasibe Gonca Uymaz

Sağlık Bilimleri Fakültesi

Sağlık Etik Alt Kurulu'nun 31.12.2021 tarih ve 2021/05 sayılı toplantısında incelenerek uygun bulunan, Yrd. Doç. Dr. Nezire İnce danışmanlığında yürüttüğünüz **"19-64 Yaş Arası Bireylerin Farklı Pişirme Ekipmanlarının Kullanım Durumları ve Pişirme Ekipmanlarından Asidik, Bazik, Nötr Sü çözeltilerine Ağır Metallerin Geçişinin Belirlenmesi"** adlı yüksek lisans tez çalışmanız, Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Çalışmalarınızda başarılar dilerim.



Prof. Dr. Yücel Vural

Etik Kurulu Başkanı

YV/ek.

Ek 2 : Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



Doğu Akdeniz Üniversitesi
Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu
Sağlık Etik Alt Kurulu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

ARAŞTIRMANIN ADI: 19-64 YAŞ ARASI BİREYLERİN FARKLI PİŞİRME EKİPMANLARINI KULLANIM DURUMLARI VE PİŞİRME EKİPMANLARINDAN ASİDİK, BAZİK, NÖTR SU ÇÖZELTİLERİNE AĞIR METAL GEÇİŞİNİN BELİRLENMESİ

Bu form ile “ **19-64 YAŞ ARASI BİREYLERİN FARKLI PİŞİRME EKİPMANLARINI KULLANIM DURUMLARI VE PİŞİRME EKİPMANLARINDAN ASİDİK, BAZİK, NÖTR SU ÇÖZELTİLERİNE AĞIR METAL GEÇİŞİNİN BELİRLENMESİ**” isimli çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Araştırmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Sizinle ilgili tüm bilgiler gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Araştırma bitiminde elde edilen sonuçlar, sizin kimliğiniz hiçbir şekilde açıklanmadan, tamamen saklı tutularak ilgili literatürde yayınlanabilecektir.

Araştırmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Araştırma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz, sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin araştırmayı bırakmakta özgürsünüz. Aynı şekilde araştırmayı yürüten araştırmacı çalışmaya devam etmenizin sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışmaya katılmakla parasal bir yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırma, ‘Hasibe Gonca Uymaz’ sorumluluğu altında yapılmaktadır.

Araştırmanın Konusu ve Amacı:

Yapılacak çalışmanın amacı; 19-64 yaş arası bireylerin besin pişirme ve saklama gibi işlemlerde en sık kullandıkları pişirme ekipmanının türünü belirlemek ve farklı pişirme ekipmanlarından (asidik, nötr ve alkali ortamlarda) gıdaya ağır metal geçişi varsa saptamaktır.

Araştırmanın Yöntemi:

Bu çalışmada Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nde yaşayan 19-64 yaş aralığındaki bireylere yüz yüze/online görüşme yoluyla en sık kullanılan mutfak ekipmanının materyalini saptamak amacıyla anket uygulanacaktır. Anket formu katılımcıların genel bilgilerini ve mutfak ekipmanlarını kullanım durumlarını saptamak yönündedir. Toplam 16 sorudan oluşmaktadır. Ayrıca bu çalışmada en sık kullanıldığı tespit edilen mutfak ekipmanlarından farklı pH seviyelerindeki suya ağır metal geçişini saptamak için su numuneleri alınıp laboratuvara analiz için yollanacaktır. Her bir pişirme kabı, aynı ısı yoğunluğunda yarım saat boyunca 1.5 L suyu kaynatmak için kullanılacaktır. Üç tür su kullanılacaktır. Birincisi saf su, ikincisi 1.5 L suya 6 g sodyum bikarbonat eklenerek alkalize edilecektir (pH 10.5), üçüncüsü ise 1.5 L

suya 60 gr asetik asit eklenerek asidik hale getirilecektir. Kaynatıldıktan sonra su numuneleri oda sıcaklığına soğutulacaktır ve ardından metallerin varlığı açısından analiz edilecektir.

Soru, Daha Fazla Bilgi ve Problemler İçin Başvurulacak Kişiler :

Gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

Adı : Hasibe Gonca Uymaz

Görevi : Diyetisyen

Telefon: 05079882960

Gönüllünün / Katılımcının Beyanı:

(Aşağıdaki paragraf değiştirilmemelidir, yalnızca boşluklar başvurusu yapılan araştırmaya göre tamamlanmalıdır)

Bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı tatmin olacağım şekilde cevapladı.

Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun bana herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Araştırma sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ayrıca araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum. Araştırma sırasında herhangi bir bilgi, soru sorma ihtiyacım olduğunda Hasibe Gonca Uymaz ile iletişim kurabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Araştırmacı, saklamam için imzalı bu belgenin bir kopyasını bana teslim etmiştir.

Gönüllü/Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Görüşme Tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Araştırmacı

Adı soyadı, unvanı:

Hasibe Gonca Uymaz, Diyetisyen

Ek 3 : Akreditasyon Sertifikası

Akreditasyon Kapsamı

	UŞAK ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ANALİZ VE TEKNOLOJİK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ (UBATAM) Akreditasyon No: AB-1285-T Revizyon No: 02 Tarih: 31.10.2021
---	--

Deneyi Yapılan Malzemeler / Ürünler	Deney Adı	Deney Metodu (Ulusal, Uluslararası standartlar, işletme içi metodlar)
Su	Florür, Klorür, Sülfat, Fosfat/Fosfat Fosforu, Nitrit/Nitrit Azotu, Nitrat/Nitrat Azotu Tayini İyon Kromotografi Metodu	SM 4110 B
Su	Amonyum/Amonyum Azotu Tayini Ön İşlem: Distilasyon Metodu Ölçüm: Spektrofotometrik Metot	SM 4500 - NH ₃ B SM 4500 - NH ₃ F
Su	Alüminyum (Al), Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Krom (Cr), Bakır (Cu), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Çinko (Zn) Tayini Ön İşlem: Nitrik Asitle Özütleme Ön İşlem: Hidroklorik Asitle Özütleme Ölçüm: ICP-MS Metodu	SM 3030 E SM 3030 F EPA 200.8
Su	Toplam Kjeldahl Azotu Tayini Makro Kjeldahl Metodu	SM 4500-Norg B
Su	Toplam Siyanür Tayini Ön İşlem: Distilasyon Metodu Ölçüm: Spektrofotometrik Metot	SM 4500-CN C SM 4500-CN E
Su	Serbest Siyanür Tayini Spektrofotometrik Metot	SM 4500-CN E
Su	Fenol Tayini Ön İşlem: Distilasyon Metodu Ölçüm: Spektrofotometrik Metot	SM 5530 B SM 5530 D
Atıksu	Numune Alma Teknikleri	TS ISO 5667-10
Atıksu	pH Tayini Elektrometrik Metot	SM 4500 H ⁺ B
Atıksu	İletkenlik Tayini Laboratuvar Metodu	SM 2510 B
Atıksu	Çözülmüş Oksijen Tayini Membran Elektrot Metodu	SM 4500-O G
Atıksu	Sıcaklık Tayini Laboratuvar ve Saha Metodu	SM 2550 B
Atıksu	Bulanıklık Tayini Nefelometrik Metot	SM 2130 B

Ek 4 : Anket Formu

Lütfen aşağıda yer alan soruları size yönelik cevaplandırınız.

1. Doğum Tarihi (Yıl)	
2. Cinsiyet	() Kadın () Erkek
3. Yaşadığınız Şehir	() Lefkoşa () Gazimağusa () Girne () İskele () Güzelyurt () Lefke
4. Eğitim Durumu	() İlköğretim () Lise () Üniversite () Yüksek lisans () Doktora () Eğitimim Yok
5. Çalışma Durumu	() Çalışıyor () Çalışmıyor
6. Sağlık probleminiz var mı?	() Hayır () Diyabet () Tansiyon () Böbrek Hastalığı () Alzheimer () Multiple Skleroz () KOAH () Diğer.....
7. En sık hangi türde <u>tencere</u> kullanıyorsunuz?	() Çelik () Teflon () Granit () Demir Döküm () Alüminyum () Bakır () Cam () Toprak () Seramik () Diğer (Belirtiniz).....
8. En sık hangi türde <u>tava</u> kullanıyorsunuz?	() Çelik () Teflon () Granit () Demir Döküm () Alüminyum () Bakır () Cam () Toprak () Seramik () Diğer (Belirtiniz).....
9. En sık hangi türde <u>cezve</u> kullanıyorsunuz?	() Çelik () Teflon () Granit () Alüminyum () Bakır () Cam () Toprak () Diğer

	(Belirtiniz).....
10. Hangi türdeki tencereyi <u>asla kullanmam</u> dersiniz?	☐ Çelik ☐ Teflon ☐ Granit ☐ Demir Döküm ☐ Alüminyum ☐ Bakır ☐ Cam ☐ Toprak ☐ Seramik ☐ Diğer (Belirtiniz).....
11. Pişirme ekipmanlarınızın yıpranmışlığını dikkate alıyor musunuz?	☐ Evet ☐ Hayır
12. Pişirme ekipmanlarınızı ne sıklıkla değiştiriyorsunuz? (Teflon, granit, seramik, bakır gibi yıpranabilen tencereler için.)	☐ Yıprandıkça değiştiriyorum ☐ Değiştirmiyorum ☐ Ekipmanın türüne göre karar veriyorum
13. Pişirme sırasında hangi tür kaşığı tercih ediyorsunuz?	☐ Çelik kaşık ☐ Alüminyum kaşık ☐ Bakır kaşık ☐ Tahta kaşık ☐ Silikon kaşık ☐ Diğer
14. Pişirme sonrası yemeği tencerede bekletiyor musunuz?	☐ Evet ☐ Hayır
15. Eğer bekletiyorsanız tahmini olarak kaç saat bekletiyorsunuz?	
16. Eğer bekletiyorsanız, beklettiğiniz tencerenin türü nedir?	☐ Çelik ☐ Teflon ☐ Granit ☐ Demir Döküm ☐ Alüminyum ☐ Bakır ☐ Cam ☐ Toprak ☐ Seramik ☐ Diğer (Belirtiniz).....