

Gıdalarda Görünmeyen Tehlike Akrilamid ve Riskleri

Invisible Hazard Acrylamide in Foods and Its Risks

Dr. Nalan Turgut¹ 

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Aydın, Türkiye, ncubukcu@gmail.com

Özet

Akrilamid, ısı işlem gören besinlerde (kızartma, fırınlama ve ızgara gibi yöntemlerle pişirildiğinde) pişirme sonrasında kendiliğinden oluşan kimyasal bir bileşiktir. Yüksek sıcaklıkla beraber asparajin aminoasidi ve bazı indirgen karbohidratların maillard reaksiyonuna girmesi ile oluşmakta ve gıdaları pişirme yöntemlerinin yanlış uygulanmasıyla birlikte de insan sağlığına zarar veren mutajenik/karsinojenik maddelerin oluşumuna neden olabilmektedir. Günlük diyetle tüketilen çeşitli gıdalarda farklı miktarlarda bulunabilen akrilamid, potansiyel olarak bilinen sağlık etkileri sebebiyle pek çok gıda ve sağlık otoritesinin dikkatini çekmiştir. Araştırmalara göre gıdalardaki akrilamid düzeyi gıdanın çeşidi ve üretim şekline bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Bu çalışmada, gıdalarda akrilamid varlığı, insan sağlığı üzerindeki etkileri ve akrilamid seviyesini azaltmak için yapılmış güncel çalışmalara yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akrilamid, Akrilamid Oluşumu, Sağlık.

Abstract

Acrylamide is a chemical compound that forms spontaneously after cooking in heat treated foods (when cooked by methods such as frying, baking and grilling). It is formed by the maillard reaction of asparagine amino acids and some reducing carbohydrates with high temperature and may cause the formation of mutagenic / carcinogenic substances that harm human health with the wrong application of food cooking methods. Acrylamide, which can be found in different amounts in various foods consumed in the daily diet, has attracted the attention of many food and health authorities due to its potentially known health effects. According to studies, the level of acrylamide in foods may differ depending on the type of food and the way of production. In this study, the presence of acrylamide in foods, its effects on human health and current studies to reduce acrylamide levels will be included.

Keywords: Acrylamide, Acrylamide Formation, Health.

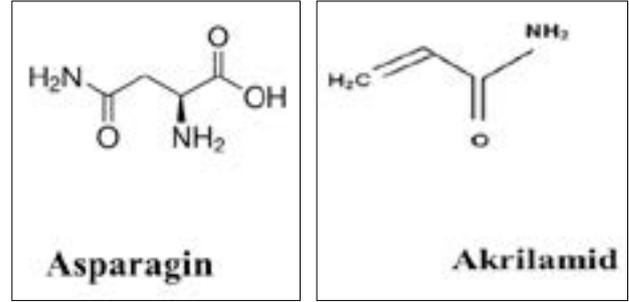
Bu makaleden şu şekilde alıntı yapınız / Cite this article as: Turgut N. Gıdalarda Görünmeyen Tehlike Akrilamid ve Riskleri . Chj 2021; 2(3):124-134

GİRİŞ

Isıl işlem gören besinlerde pişirme sonrasında kendiliğinden oluşabilen ve ilk kez 1893 yılında Almanya’da Christian Moureau tarafından kimyasal bir bileşik olarak bulunan Akrilamid, ticari anlamda 1952–1954 yılları arasında kimyasal amaçlı olarak kullanılmaya başlanmıştır (Kısabay ve ark., 2004). Gıda ve sulardaki varlığı ise 2002 yılında İsveç Gıda Komisyonu ve Stokholm Üniversitesi’nden bilim insanları tarafından açıklanmış olup, ilk kez gıdalarda varlığının tespit edilmesi ve olumsuz sağlık etkilerinin ortaya konulması ile tüm dünyada dikkatleri üzerine çekmeyi başarmıştır (Tareke ve ark., 2002). Monomerik ve polimerik olmak üzere iki formu bulunan akrilamid, kokusuz beyaz katı kristaller halindedir ve suda çözünürlüğü yüksektir. Oda sıcaklığında katı formu stabil iken, UV ışığa maruz kaldığında ve kaynama noktasında polimerize olmaktadır ayrıca erime noktası 84.5 °C, kaynama noktası ise 125 °C (atmosferik basınçta 192.6 °C)’dir (Kısabay ve ark., 2004; Backe ve ark., 2014). Akrilamid günlük hayatımızda kullandığımız pek çok üründe farklı şekillerde karşımıza çıkan çok yönlü organik bir bileşik olup çoğunlukla su arıtma tesislerinde, kozmetik sanayinde, plastik, kağıt ve tekstil endüstrilerinde kullanılan kristal bir monomerdır. Ayrıca poliakrilamidin macun, boya, kontak lens üretiminde, baraj, tünel ve kanalizasyonların yapımında da kullanıldığı belirtilmektedir (Törnqvist ve ark., 2002; Anonim, 2020).

Gıdalarda akrilamid (C_3H_5NO) oluşumu enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonu olarak bilinen ve yüksek sıcaklıkta (100 °C’nin üzerindeki sıcaklıklarda) gıdaların işlenmesi ve hazırlanması sırasında oluşabilen Maillard reaksiyonu ile yakından ilişkilidir (Pedreschi ve ark., 2007). Esmerleşme reaksiyonu, gıdaların yapısında mevcut olan şeker ve nişastanın bir protein yapıtaşı olan asparajin ile kimyasal tepkimeye girmesiyle meydana gelmekte ve bu sayede asparajin amino asidiyle karbohidratlar arasında oluşan Maillard reaksiyonunun akrilamid oluşumunda etkin olduğu bildirilmektedir (Lingnert ve ark., 2002). Isıl işlem görmüş gıdalarda Maillard reaksiyonu sonucu akrilamid oluşumunun sağlığı olumsuz yönde etkilediği ve karaciğerde toksik etki yapabildiği de bildirilmiştir (Gökmen ve ark., 2006).

Şekil 1. Asparajin ve Akrilamid (Anonim, 2021).



Gıdaların yüksek sıcaklıklarda hazırlanması ve işlenmesi sırasında kullanılan yağların akrilamid oluşumunu artırdığı ve özellikle kızartma, fırınlama ve ızgara gibi yöntemlerin uygulanması sonucunda meydana gelen bir durum olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra akrilamidin şu ana kadar çiğ veya haşlanmış gıdalarda teşhis edilemediği de belirtilmektedir. İsveç Ulusal Gıda Komisyonu NFA (National Food Authority) ve Stokholm Üniversitesi’nin yapmış olduğu araştırmaların sonucuna göre akrilamidin monomerik formunun 120 °C’nin üzerinde yüksek sıcaklık uygulanmış gıdalarda, karbohidratların ve aminoasitlerin tepkimesi sonucu oluştuğu açıklanmıştır (Stadler ve ark., 2002; Claeys ve ark., 2005).

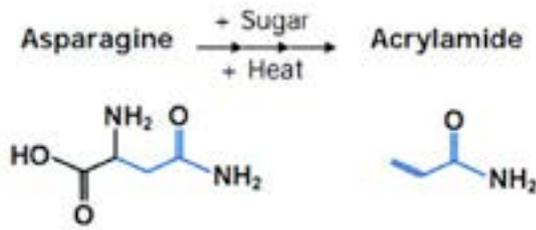
GIDALARDA AKRİLAMİD VARLIĞI VE SAĞLIK İLE İLİŞKİSİ

İşlenmiş gıdaların akrilamid içeriği, besinleri hazırlanma yöntemi ile yakından ilişkili olup, gıdalardaki miktarının ise gıdanın çeşidi ve hazırlama yöntemine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir. Akrilamidin en fazla bulunduğu gıdalar arasında cips, patates kızartması, mısır cipsi, bisküvi, kraker, ekme ve benzeri unlu mamuller, kahvaltılık tahıllar ve kahve gibi ürünlerin olduğu belirtilmektedir (Nizamlioğlu ve Nas, 2019). EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi)’ya göre, akrilamide en fazla maruz kalan gıda grupları kızarmış patates ürünleri, kahve ve tahıl bazlı gıdalar olarak açıklanmıştır (Mesías ve ark., 2017). Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nün gıdalardaki akrilamid miktarı ve oluşumu ile ilgili görüşüne göre konu ile ilgili olarak daha fazla çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ve gıdalarda akrilamid eldesine yönelik yeni yöntemler geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır (FDA, 2004). Bu düşünce doğrultusunda Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2002 yılında bazı besinlerin akrilamid içeriklerini gösteren bir rapor yayınlamışlar (Tablo 1) ve bu raporda ortalama olarak akrilamid içeriğinin patates cipslerinde en yüksek oranda olduğunu bildirmişlerdir (FAO/WHO, 2002).

Tablo 1. Bazı Gıdaların Akrilamid Miktarları.

Besin	Akrilamid düzeyi ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			Örnek Sayısı
	Ortalama	Ortanca	En az-En fazla	
Patates cipsi	1312	1343	170-2287	38
Patates kızartması	537	330	< 50-3500	39
Hamur ürünleri	36	36	< 30-42	2
Fırınlanmış ürünler	112	< 50	< 50- 450	19
Bisküvi, kraker, tost	423	142	< 30-3200	58
Kahvaltılık tahıllar	298	150	< 30-1346	29
Mısır cipsi	218	167	34-416	7
Taze ekme	50	30	< 30-162	41
Balık ve deniz ürünleri	35	35	30-39	4
Kümes hayvanları	52	52	39-64	2
Çözünür (instant) malt içecekleri	50	50	<50-70	3
Çikolata tozu	75	75	< 50-100	2
Kahve tozu	200	200	170-230	3
Bira	<30	<30	<30	1

Amrein ve ark. (2003) da patateslerde yapmış oldukları bir çalışmada patates yumruları ile asparajinin amid grubuyla birlikte akrilamid molekülünün ilişkisini tespit etmişlerdir.

Şekil 2. Asparajin ve Akrilamid Molekülünün İlişkisi (Anonim, 2021).

Yapılan bir çalışmada 200 °C'de kavrulmuş Arabica cinsi kahve çekirdeklerinin, atmosferik basınçta (konvansiyonel-geleneksel) vakum altında (0,15 kPa) ve kombine konvansiyonel-vakum koşullarında bazı duyuusal özellikleri, ağırlık kayıpları, renk ve akrilamid konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Değerlendirmeler sonucunda kahve örnekleri renk ve ağırlık kaybı bakımından çok fazla farklılık göstermemiş ancak düşük basınç altında vakumla işlenmiş kahve çekirdeklerinin geleneksel olarak kavrulmuş olanlara göre %50 daha az akrilamid içerdiği bildirilmiş ve vakum işlemi sırasında fırın içinde oluşan düşük basınç, akrilamidin birikmesini önleyen bir etki gösterdiği kanaatine varılmıştır (Anese

ve ark.,2014). Yapılmış olan benzer bir çalışmada da atmosferik basınç (101 kPa) ve vakumla kombine edilmiş koşullarda (61 ve 41 kPa) 180 °C de pişirilen kurabiyelerin ortalama yüzey sıcaklıkları ölçülmüş, akrilamid oluşumu ve sıcaklık arasındaki ilişkiler değerlendirilmiş olup vakumla kombine edilmiş şartlarda pişirilen kurabiyelerin akrilamid seviyesinin geleneksel yöntemle pişirilenlere göre %30 daha az olduğu saptanmıştır. Bu arada basıncın azalmasıyla beraber ısı transfer katsayısı değerlerinin de bir miktar düştüğü kayıtlara geçmiştir (Yıldız ve ark., 2017). Pişirmeye hazır kroketlerde evde uygulanan farklı pişirme yöntemlerinin (kavurma, tavada kızartma, derin kızartma ve mikrodalga) akrilamid oluşumu üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada kroketlerde esmerleşme (renk) ve su aktivitesi ile serbest asparajin ve şeker içeriği izlenmiştir. Uygulamaya geçmeden önce başlangıçta tüm ürünlerin en düşük akrilamid içeriğinin 190 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olduğu da kaydedilmiş, yöntemler uygulandıktan sonra tüm örneklerdeki ortalama akrilamid içeriği değerlendirildiğinde, kavurma tekniğinde 360 $\mu\text{g}/\text{kg}$, derin kızartmada 298 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve tavada kızartma da 285 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak kaydedilirken en fazla akrilamid içeriği ortalama 420 mg/kg olarak mikrodalgada pişirme yönteminde tespit edilmiştir. Sıcaklığın bir

gıdaya iletilme yönteminin akrilamid oluşum hızı üzerine önemli bir etkisinin olduğu belirtilmiş olup aşırı akrilamid oluşumunu önlemek için karbonhidrat açısından zengin yiyeceklerde mikrodalga yönteminin kullanımını sınırlandırılması konusunda tüketicilerin uyarılması gerektiği vurgulanmıştır (Michalak ve ark., 2017). Yapılan çalışmalarda karbonhidratça zengin olan gıdalarda ısıtma işlem sonrasında akrilamid seviyesinin çok yüksek (150-4000 ppb) olduğu, protein bakımından zengin olan gıdalarda ise bu oranın daha düşük (5-50 ppb) olduğu belirtilmektedir. Ayrıca ısıtma işlem görmemiş ya da çiğ olarak tüketilen gıdalarda akrilamid oluşumunun gözlenmemesi, karbonhidrat yönünden zengin olan gıdaların pişirilmeleri sırasında bazı reaksiyonların akrilamid oluşumuna sebep olduğu vurgulanmaktadır (Tareke ve ark., 2002; Salazar ve ark., 2012). Svensson ve ark. (2003) da kaynatılmış veya haşlama yöntemiyle pişirilmiş gıdalarda kayda değer seviyede akrilamid içeriğinin bulunmadığını bildirmişlerdir.

Kızarmış patateslerde kızartma süresinin ve sıcaklığının akrilamid oluşumu üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada patates dilimlerinin yüzey sıcaklıkları ve iç (çekirdek) kısımlarındaki sıcaklık değerleri 150, 170 ve 190 °C' de izlenmiş olup sıcaklık derecelerine bakılmaksızın kızartmadan sonraki 9 dakika içinde 103–104 °C' yi geçmemesi beklenirken yüzeyden elde edilen sıcaklıklar çok daha yüksek olarak kaydedilmiştir. Yüzeyin akrilamid içeriği 150, 170 ve 190 °C' de ilk 9 dakika sırasıyla 72, 2747 ve 6476 ng/g olarak kaydedilirken, iç kısımda 150 ve 170 °C' de akrilamid tespit edilmemiş, 190 °C' de ise sadece 376 ng/g akrilamid oluşumunun gerçekleştiği belirtilmiştir. Bu çalışma ile yüzeyin akrilamid konsantrasyonları ile iç kısım (çekirdek) arasında büyük bir fark olduğu belirtilmiş ayrıca kızartma işlemi sırasında gıdaların suyunun buharlaşması ve yüzeylerindeki sıcaklığın artması ile işlemin başlangıcından itibaren akrilamid oluşumunun gerçekleştirildiği de bildirilmiştir (Gökmen ve ark., 2006). Sığır etinden hazırlanmış hamburgerlerde ızgara, fırınlama, kızartma ve haşlama yöntemlerinin Maillard Reaksiyonu (MR) oluşumu ile ilgili etkisini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada 80 °C'ye kadar MR'nun ilk indikatörü olan furosin bileşiklerinin oluşumu artış göstermiş, fırınlama işleminde sıcaklığının 300 °C'ye kadar ulaşması durumunda da akrilamid yoğunluğunun diğer yöntemlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Trevisan ve ark.,2016). Mikrodalgada kızartma yöntemi ile sulu hamur formülasyonlarında hazırlanan farklı tip unların (soya unu, nohut unu ve pirinç unu) tavuk

ürünlerinin kaplama kısmında akrilamid oluşumu ve kızarmış tavuğun rengi üzerine etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı bir çalışmada soya unu dışındaki un türlerinin aynı nem içeriğine ve renk değişimine sebep olduğu gözlenmiştir. Nohut ununda en yüksek asparajin konsantrasyonu görülse de soya unu uygulamasında akrilamid miktarının diğerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiş, pirinç unu uygulamasında ise kontrole yakın sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada mikrodalga uygulamasında ısıtma süresi kısaldığından dolayı bu durumun akrilamid konsantrasyonunun azalmasına ve üründe daha az renk değişimine sebep olduğu belirtilmiştir (Barutcu ve ark., 2009). Marinasyon işlemine tabi tutulan tavuk pırlolaları, saf yağda (SY- soya fasülyesi yağı) ve soya fasülyesi yağı+su karışımı (YSK) ile 170°C'de 3,5 dk kızartılmış ve işlem 6 gün tekrarlı olarak uygulanmıştır Yağ+su karışımının (YSK) kullanımı kızartma yağında oluşabilen oksidasyon reaksiyonlarının azalmasına neden olmuş ve üründe düşük miktarda akrilamid seviyelerinin görülmesini etkilemiştir. Ancak gün sayısındaki artışa bağlı olarak her iki uygulamada da akrilamid içeriğinde artış gözlenmiş olup yağın tek olarak kullanımında ise en yüksek akrilamid konsantrasyonu tespit edilmiştir ve bu sayede YSK uygulamasının yağın bozulmasını geciktirmek, sağlıklı ve daha kaliteli kızartılmış et ürünleri elde etmek adına alternatif kullanım olabileceği belirtilmiştir (Ma, ve ark.,2016). Yapılan başka bir çalışmada da yağların doymamışlık dereceleri ve kızartma işlemindeki kullanım sayılarının akrilamid oluşumu üzerinde etkide bulunabileceği bildirilmiştir (Soncu ve ark,2018).

Ülkemizde tükettiğimiz geleneksel ürünlerimizdeki akrilamid içerikleri ile ilgili olarak yapılmış olan çalışmalar değerlendirildiğinde, İzmir ilinde fazlaca tüketilen kumru ve boyozlarda ortalama olarak akrilamid seviyeleri sırasıyla 35.11 µg/kg ve 42.48 µg/kg olarak bulunmuştur (Güven, 2010). Benzer bir çalışmada da İzmir gevreği örneklerinde akrilamid düzeyi ortalama olarak 68.63 µg/kg olarak kaydedilmiştir. (Alpözen ve Üren, 2013). Tahıllı ürünlerde akrilamid oluşumu ile ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde de oluşumda daha çok kullanılan hammadde, ürün içeriği ve formülasyonu, proses teknolojisi ve düşük moleküllü katkı maddeleri gibi konuların etkili olabileceği bildirilmiştir (Sungur ve ark., 2008). Organik ve konvansiyonel yöntemlerle yetiştirilen badem, fındık, antepfıstığı, yerfıstığı, ayçekirdeği, kabak çekirdeği gibi kuruyemiş çeşitlerinde akrilamid varlığının belirlenmesi adına yapılan çalışmanın sonuçlarına göre

organik sertifikalı ve konvansiyonel olarak üretilen badem, antepfıstığı, yer fıstığı ve ayçekirdeğinde istatistiksel olarak önemli farklar bulunurken, fındık ve kabak çekirdeğinde kayda değer fark gözlenmediği bildirilmiştir. Organik ve konvansiyonel olarak üretilen kuruyemiş çeşitlerinin ortalama akrilamid konsantrasyonları sırasıyla bademde 1.68-266.14 ng/ml, fındıkta 7.90-6.68 ng/ml, antepfıstığında 4.86-9.95 ng/ml, yerfıstığında 14.09-36.27 ng/ml, kabak çekirdeğinde de 5.96-4.54 ng/ml olarak bulunmuştur. Organik sertifikalı ay çekirdeklerinde akrilamid varlığı gözlenmezken konvansiyonel olarak üretilen ay çekirdeklerinde 16.92 ng/ml olarak bulunduğu belirtilmiştir (Yılmaz, 2018). Slovenya'da bulunan pazarlardan seçilen gıda ürünlerindeki akrilamid seviyeleri araştırıldığı çalışmada beş gıda kategorisinden gıda ürünleri için akrilamid seviyeleri 20.5 µg/kg ile 343.4 µg/kg arasında değişmekte olup ve her gıda kategorisindeki gıda ürünleri arasında bile kendi içinde önemli ölçüde farklılık gözlemlendiği belirtilmiştir. En yüksek ortalama akrilamid seviyesi tuzlu atıştırmalıklar (858.6 µg/kg) kategorisinde bulunurken, onu bisküvi ve gofret (384.5 µg/kg), kahvaltılık tahıllar (288.9 µg/kg), kahve (185.5 µg/kg), tost ve ekmek (134.8 µg/kg) takip etmiştir. Kavrulmuş kahve (151.4-237.8 µg/kg) Avrupa Komisyonu tarafından önerilen kıyaslama seviyelerini aşmaz iken bu seviyeler tost ve ekmek için %86, kahvaltılık tahıllar için %80, bisküvi ve gofret için %57 ve tuzlu atıştırmalıklar için %31 oranında aşıldığı bildirilmiştir (Mencina ve ark., 2020).

İnsan sağlığının devamlılığı ve karşılaşılabilecek olumsuzluklardan korunabilmesi adına bir takım önlemlerin alınması bedensel ve ruhsal sağlığın sürdürülebilirliği açısından gereklidir. Ancak vücut hücrelerin mutasyonuna ve kontrolsüz olarak çoğalmalarına neden olabilecek bazı etkenler bulunabilmektedir ki bunlar karsinogenik-mutajenik etkenler olarak değerlendirilmektedirler (Alphan, 2013). Gıdalar açısından bu etkenler genellikle besinlerin pişirilmesi esnasında oluşmakta ve yüksek ısılarda besin kayıpları, zararlı (toksik) bileşenlerin oluşumu gibi durumlar söz konusu olabilmektedir (Ayaz, 2008). Yöntem olarak genelde ızgara, fırınlama, sote, kızartma ve haşlama gibi yöntemler uygulanırken, bu yöntemlerden karsinogenik-mutajenik etkinin en fazla olduğu ızgarada pişirme yöntemi en sağlıklı yöntem olarak da haşlama yönteminin olduğu belirtilmektedir (Babür ve Gürbüz, 2015).

Akrilamidin deney hayvanları üzerinde de nörotoksik, kanserojenik ve genotoksik etkiler gösterdiği aynı zamanda üreme sistemi üzerinde de sorunlara sebep olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Tamer ve Karaman, 2006). Akrilamidin sıçan sinir dokularındaki antioksidatif durum üzerindeki zamana bağlı etkilerini araştırmak amacıyla erkek Wistar farelerine 2, 4, 6 ve 10 hafta boyunca akrilamid (40 mg / kg, haftada 3 kez) uygulaması yapılmış tekrarlanmış dozlarda maruziyetin sinirsel değişimlere neden olduğu bildirilmiştir (Zhu ve ark., 2008). Diyetle alınan akrilamid miktarı ve nörotoksik etkilerinin değerlendirilmesi adına 90 gün süreyle günlük 5 mg/kg vücut ağırlığı miktarındaki dozun uygulanmasıyla periferik sinir lezyonları gözlemlenmiş, dozun günlük 1 mg/kg vücut ağırlığına azaltılması ile periferik sinirlerde yalnızca elektron mikroskopu ile tespit edilebilen bir hasarın olduğu, günlük dozun 0.2 mg/kg vücut ağırlığına düşürülmesi ile de hiç bir etkinin gözlemlenmediği belirtilmiştir (EC/SCF 2002). Akrilamid, Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi (IARC) tarafından insanlarda bazı nörotoksik ve kanserojenik etkiler göstermesi sebebiyle, insan sağlığı açısından Grup 2A'da olası karsinogenik madde olarak listelenmiş ve kanserojen etkiye sahip olabileceği belirtilmiştir (Özhan, 2008). Bu grupta yer alan maddelerin kanser yapıcı özellikleri kesin olmamakla beraber kanserojen etkiye sahip olmalarıyla ilgili güçlü kanıtların varlığı söz konusudur. Deney hayvanlarının içme suları ile uzun süreli akrilamide maruz kalmaları sonucunda çoklu tümör oluşumu gözlemlenmiş ancak insanlar üzerinde yapılan epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen sonuçlarda kanserojenite bakımından yeterli kanıt elde edilememesi akrilamidin bu grupta yer almasında etkili olmuştur (Exon, 2006, Sweeney ve ark., 2010).

Akrilamidin insan vücuduna girişinin sindirim yoluyla ve deriden emilim şeklinde olduğu, organizmaya giriş yaptığı ise enzimatik reaksiyonlarla glisidamide dönüştüğü bildirilmiştir (FAO/WHO, 2002; Aktaş, 2008). Yapılan epidemiyolojik ve toksikolojik çalışmalar göstermiştir ki, diyetle alınan akrilamid ile farklı kanser türleri (yemek borusu, mide, kalın bağırsak ve pankreas kanserleri) arasında belirgin bir ilişki kaydedilmemiştir (Sayaslan ve ark.,2008). Ancak akrilamidin, insanlarda ve hayvanlarda nörotoksik etkilerinin olduğu, hayvanlarda ise genotoksik, karsinogenik ve üreme sistemi üzerine toksik etkilerinin bulunduğu tespit edilmiştir (Shipp ve ark.,2006). Dünya Sağlık Örgütü'nün değerlendirmelerine göre diyetle alınan akrilamid miktarının gelişmiş ülkelerde

0,3-0,8 µg/kg/gün olabileceği tahmin edilmektedir (FAO/WHO, 2002). İnsanların hayatları boyunca tükettikleri günlük akrilamid miktarının, 1 µg/kg vücut ağırlığı olduğu durumlarda kanser riskinin 1000'de 0,70 ile 4,50 arasında olacağı tahmin edilmektedir (Özkaynak, 2006; Küçük, 2009). Akrilamidin insanlardaki nörotoksik etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada derz maddesiyle çalışan işçilerde başlangıçta el ve ayaklarda karıncalanma, uyuşma şeklinde kendini göstermiş olup uzun süreli maruziyetlerde ise aşırı derecede yorgunluk, ataksi ve periferik nöropati şeklinde belirtiler gösterdiği bildirilmiştir (Hagmar ve ark.,2001). İsveçli 43404 kadının katılmış olduğu ve bilinen en kapsamlı çalışmalardan biri olarak gösterilen bir çalışmada diyetle alınan akrilamid miktarı ile meme kanseri riski açısından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir (Mucci ve ark.,2005). Akrilamidin tek oral doz uygulamasının insan ve hayvanların sinir sistemlerinde, erkek sıçanların ise üreme sistemleri üzerinde toksik etkilerinin bulunduğu ve bu doz uygulamasının günlük olarak gıdalardan alınan akrilamid miktarının (1-10 µg/kg/gün) 4-5 katına ya da daha fazlasına denk gelen miktar olduğu kayıtlara geçmiştir (FAO/WHO, 2002). Akrilamidin yüzey suları ve yer altı sularında da bulunabildiği belirtilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA)'nın yaptığı araştırmada sularında 0,5 µg/l akrilamidin bulunduğu bildirilmiş ve ayrıca bu değerlerin üzerindeki değerlerin kontaminasyona sebep olabileceği de belirtilmiştir (EC,2002). Bu değer Avrupa Birliği için 0.1µg/L olarak bildirilmiştir. Kontamine sular ve gıdalarda var olan akrilamide maruz kalma ile ilgili yapılmış olan bir çalışmada insanlarda uzun süreli alımlarda belirti olarak, hafif vakalarda bulantı, baş dönmesi, terleme, kol ve bacaklarda uyuşukluk ve karıncalanma gibi belirtiler gözlenirken daha ağır vakalarda ise konuşmada güçlük, halüsinasyon, kaslarda zayıflık ve üriner sistem bozukluklarına rastlandığı bildirilmiştir (Pedreschi ve ark.,2007).

GIDALARDA BULUNAN AKRİLAMİDİ AZALTMA YÖNTEMLERİ

Gıdalarda pişirme sıcaklığının artırılması ve süresinin uzatılması gibi durumların akrilamid oluşumunun artmasına etki ettiği bilinmekte ve gıdalarda akrilamid miktarının azaltılması konusunda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Keramat ve ark.,2011). Antioksidanların etkisinin gıdalarda akrilamid oluşumunu nasıl etkilediğine yönelik yürütülen bir çalışmada marine edilmiş sığır

etlerine biberiye ve kekik ekstraktları uygulanmış 200°C'de 10 dk kızartma işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrasında uygulanan antioksidanlar radikal süpürücü aktiviteleri sayesinde oksidasyon reaksiyonlarını engelleyerek akrilamid oluşumunu azaltmış, en yüksek akrilamid konsantrasyonlarının kontrol gruplarında olduğu gözlenmiştir (Gholami ve ark.,2017). Farklı katkı maddeleri kullanılarak (tuzlar, amino asitler, antioksidanlar) olgunlaşmış siyah zeytinlerin akrilamid içeriğinin tespit edilmesi ve akrilamid oluşumunun potansiyel inhibisyonunu belirlemek adına 30 dakika 121°C'de ısıtılmış alkali ile işlenmiş zeytin suyuna dayalı bir model sistemin uygulandığı çalışmada etkili inhibitörler sodyum bisülfid, L-sistein ve L-arginin bulunmuştur. Özellikle sodyum bisülfidin zeytinlerde akrilamid seviyesi üzerinde en yüksek etki gösterdiği ve duyusal kalite üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bu bileşiklerin yanı sıra diğer kükürt içeren bileşikler (N-asetil-L-sistein, indirgenmiş glutatyon, metiyonin) ve bazı doğal ürünlerin (çay, kekik, biberiye, sarımsak) hem akrilamid içeriği hem de duyusal kalite üzerindeki etkileri değerlendirilmiş olup Arginin ve beyazlatılmış sarımsak uygulamasının umut verici sonuçlar verdiği de bildirilmiştir. L-sistein, N-asetil-L-sistein veya indirgenmiş glutatyon gibi bileşikler, akrilamidi azaltmada sodyum bisülfid kadar etki göstermiş, ancak zeytinlerde duyusal kalite yönünden olumsuz etkileri gözlenmiş ve hoş olmayan kötü tatlar oluşturdukları da bildirilmiştir (Casado ve ark.,2010). Yapılan bir çalışmada, bambu yapraklarının antioksidanının (AOB) ısıtma sırasında akrilamidin indirgenmesi üzerindeki etkinliğini göstermek ve patates bazlı ürünlerde uygulanan AOB'nin optimal seviyesini tespit etmek amacıyla patates cipsi ve patates kızartması örnekleri AOB solüsyonunun farklı içeriklerine daldırılmış ve kızartma işleme parametreleri optimize edilmiştir. Akrilamid içeriği, sıvı kromatografi ve tandem kütle spektrometresi (LC-MS / MS) ile belirlenmiş olup AOB ekleme oranı sırasıyla % 0.1 ve % 0.01 (a/a) olduğunda patates cipsi ve patates kızartmalarındaki akrilamidin yaklaşık %74.1 ve % 76.1 oranında azaldığı kaydedilmiştir. Bu uygulama ile AOB'nin patates bazlı gıdalardaki akrilamid oluşumunu önemli ölçüde azaltabileceğini, orijinal gevrekliğini ve lezzetini koruyabileceğini göstermiştir. Ayrıca çeşitli gıdalardaki akrilamidin doğal antioksidanlarla azaltılmasına öncü bir katkı olarak kabul edilebileceği de belirtilmiştir (Zhang ve ark.,2007).

Gıdalarda akrilamid oluşumu üzerine amarantın (*Amarantus hypochondriacus*) etkisini belirlemek adına amarant unu ve amarant protein izolatının hem bir glikoz/asparajin model sistemine hem de gerçek gıdalara (kurabiyeler, kızarmış tortilla cipsleri ve pişmiş tortilla cipsleri) eklenmesinin sonuçları bir çalışmada değerlendirilmiş olup amarant unu uygulamasının model sistemde de, gıdalarda da akrilamid miktarını azaltmadığı gözlenmiştir. Ancak amarant protein izolatı ilavesi ile, akrilamid içeriğini model sistemde %35-40, kurabiyelerde % 89, kızarmış tortilla cipslerinde %51 ve fırınlanmış tortilla cipslerinde %62 oranında azalttığı belirtilmiştir. Yapılan bu çalışma ile amarant proteininin kullanımının hem akrilamid oluşumunu hafifletmek hem de gıdaların besleyici özelliklerini iyileştirmek adına ışık tutacak bir yol olabileceği kanaatine varılmıştır (Salazar ve ark.,2012). Amin bakımından zengin aminoasitleri içermek akrilamidin azalması yönünde etki gösterdiğinden dolayı sisteme ilave edilen yeni aminoasit ortamda var olan asparajin ile rekabete girmekte veya eklenen amino asidin nükleofilik grubu akrilamid ile reaksiyon oluşturmaktadır. Bu şekilde gözlenen her iki durumda da akrilamid konsantrasyonunu azaltıcı yönde etki gösterdiği açıklanmıştır (Salazar ve ark.,2012; Rannou ve ark.,2016).

Dünyada yoğun olarak tüketilen gıdaların pek çoğunun akrilamid düzeyleri belirlenmiş durumdadır. Ultra işlenmiş gıdalar (şeker çeşitleri, yağ, un ve nişasta gibi gıdaların işlenmesiyle oluşan formülasyonlar) diye nitelendirilen ve tüketime hazır sunulan gıdaların son dönemlerde tüketiciler tarafından yoğun olarak tercih edildiği de belirtilmektedir. Lezzetli, çekici, kolay ulaşılabilir ve ucuz olmaları sebebiyle de bu tip ultra işlenmiş gıdaların her geçen gün tüketimleri artış göstermektedir Bu tip gıdalar az miktarda ve seyrek olarak tüketildiklerinde zararsız olabilmelerine rağmen fazlaca ve sık tüketildiklerinde uygulanan teknolojiler sebebiyle sağlık üzerinde olumsuz etkilerde bulunabilmektedirler. (Monteiro ve ark., 2011;Steele ve ark.,2016). En fazla tercih edilen atıştırmalıklardan olan yüksek yağ oranına sahip olan patates cipsinin yağ oranını azaltmaya yönelik araştırmalar yapılmakta ve bu yönde yağsız çıtır patates atıştırmalıkları elde etmek adına haşlama ve mikrodalga multflash vakumlu kurutma yöntemi birleştirilip üretimleri gerçekleştirilmektedir. Bu sayede elde edilen ürünün hem yağsız ve çıtır bir yapıya hem de altın sarısı renge sahip olduğu da yani albesinin arttığı da belirtilmiştir (Barreto ve ark., 2019). Karbonhidrat

yönünden zengin gıdalardaki akrilamid yüzdesini azaltmak adına patateslere kızartma işleminden önce biberiye, sitrik asit, sofr tuzu ve üç katkı maddesinin bir kombinasyonu uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre sırasıyla biberiye (C1) uygulamasında (% 0.1, 0.2 ve 0.3), (31, 50 ve 7 mg/kg), sitrik asit (C2) uygulamasında (%0.5, 1.5, 2), (43.66, 35.28 ve 38.55 mg / kg), sofr tuzu (C3) uygulamasında patates dilimlerindeki akrilamid oranı (% 1.5, 2, 2.5), (60.44 ve 33 mg/kg) bulunmuştur. Kızarmış patateslerde tat ve koku özellikleri bakımından duyuusal bir değerlendirme için katkı maddeleri ile muamele edilmiş, (C4) uygulaması diğer uygulamalara göre açık bir üstünlük göstermiştir. (C4) uygulamasında sinerjistik etki ile patates dilimleri + biberiye + sitrik asit + sofr tuzu akrilamid oranı (% 0.2, 1.5, 2) ve (0.32, 2.5) bulunmuş ve (C4) uygulamasının, diğer uygulamalara göre net bir üstünlük gösterdiği belirtilmiştir. Bununla beraber düşük akrilamid yüzdesi nedeniyle C2 etkisiz olarak kabul edilmiştir. Bu çalışma ile patatesler kızartılmadan önce belli oranlarda biberiye, sitrik asit ve sofr tuzu uygulaması ile akrilamid oluşumunun azaldığı kaydedilmiştir (Al-Anbari ve ark.,2019). Patates cipslerinde akrilamid oluşumunun azalmasını sağlamak amacıyla yenilikçi ön işlemler uygulayarak yürütülen bir çalışmada çığ patates dilimleri 5 ve 15 dakika süreyle suya daldırma (*Aureobasidium pullulans* 1L maya su süspansiyonuna daldırma) ve ön işlemlerin olası bir sinerjik etkisini araştırmak için darbeleri elektrik alanlarından (PEF) sonra suya veya maya suyu süspansiyonuna daldırma gibi işlemlere tabi tutulmuş ve çığ patates örnekleri AA öncülleri için ve kızartmadan sonra, HPLC-MS/MS kullanılarak AA için analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda görülmüştür ki uygulama olarak maya aktivitesi, patates cipslerindeki akrilamid içeriğinin azalmasını teşvik etmiş fakat en etkili uygulama olarak PEF uygulamasının olduğu gözlenmiştir (Schoutena ve ark., 2020).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gıdalarda akrilamid oluşumunu tümüyle ortadan kaldırmak mümkün olamayacağı için uygulanacak bazı yöntemlerle maruz kalınan miktar azaltılabilir. Gıdaların pişirilmesinde kullanılan yöntemler, pişirme sıcaklığı, pişirme süresi oluşabilecek karsinogenik-mutajenik bileşiklerin oluşumunda etkili olduğundan dolayı uygulanan yöntemde yapılacak değişikliklerle süre kısaltılabilir veya sıcaklık düşürülebilir, bu sayede de zararlı bileşiklerin oluşmasının önüne geçilebilir. Gıdalar genellikle kızartma, kavurma, fırınlama ve ızgara gibi

yöntemlerle pişirilmektedir bunların yerine haşlama yöntemi tercih edildiğinde akrilamid miktarının çok düşük oranda olduğu bilinmektedir. Karbonhidratça zengin olan gıdalarda ısıtma işlem sonrasında akrilamid seviyesinin çok yüksek olduğu düşünülürse bu tip gıdaların tüketimine dikkat edilmelidir. Ayrıca beslenmemizde önemli bir yeri olan et ve et ürünlerinin akrilamid alımına katkılarının önemli ölçüde olduğu da unutulmamalıdır ve çok yüksek ısıtma işlem uygulamasından kaçınılmalıdır. Gıdalara uygulanacak ısıtma işleminin standardize edilmesi hem insan sağlığı açısından daha güvenilir hale getirecek ve hem de üretim yöntemlerini de şekillendirerek belli bir standartların oluşumuna katkı sağlayacaktır. İşlenecek olan gıda hammaddelerinde asparajın içeriğinin azaltılması ve daha düşük akrilamid içeriğine sahip ürünlerin üretilmesi adına yöntemler geliştirilebilir. Gıdalarda bulunan akrilamidin seviyesinin belirlenebilmesi adına güvenilirliği yüksek ve düşük maliyetli etkin metodlar geliştirilebilir ve temel bilgi niteliğine sahip veriler geliştirilip toplum gözünde de konu ile ilgili farkındalık yaratılabilir. Akrilamid ile sağlık arasındaki ilişkinin daha net bir biçimde anlaşılabilmesi adına kapsamlı çalışmalara yer verilmelidir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

- Anonim, 2021. https://stringfixer.com/tr/Asparagine__(Erişim Tarihi: 20 Nisan 2021).
- Kısabay, A., Korkmaz, T., Çakıroğlu, E., Selçuki, D. (2004). Kısa süreli akrilamid maruziyeti sonucu gelişmiş toksik polinoropati olgusu. *Causa Pedia*, 3, 701-702.
- Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S., Tornqvist, M. (2002). Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. *J Agric Food Chem*, 50 (17), 4998-5006.
- Backe, W.J., Yingling, V., Johnson, T. (2014). The determination of acrylamide in environmental and drinking waters by large-volume injection – hydrophilic-interaction liquid chromatography and tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A* 1334, 72–78.
- Anonim (2020). <https://www.gidabilgi.com/Makale/Detay/akrilamid-nedir-f4b319> (Erişim Tarihi: 20 Aralık 2020).
- Tornqvist, M., Fred, C., Haglung, J., Helleberg, H., Paulsson, B., Rydberg, P. (2002). Protein adducts: Quantitative and qualitative aspects of their formation, analysis and applications. *J.Chromatogr. B*, 85, 172-180.
- Pedreschi, F., Kaack, K., Granby, K., Troncoso, E. (2007). Acrylamide reduction under different pretreatments in French fries. *J Food Eng*, 79, 1287–1294.
- Lingnert, H., Grivas, S., Jagerstad, M., Skog, K., Törnqvist, M., Aman, P. (2002). Acrylamide in food: mechanisms of formation and influencing factors during heating of foods. *Scan Nutr*, 46, 159–172.
- Gökmen, V., Acar, J., Akbudak, B., Turan, Z.M. (2006). Kontrollü Atmosferde Depolama Ve İşılama Uygulamalarının Patateslerde Akrilamid Oluşum Riski Üzerine Etkileri, TÜBİTAK Proje No: TOVAG 3248, Ankara.
- Claeys, W.L., Vleeschouwer, K., Hendrick, M.E. (2005). Quantifying the formation of carcinogens during food processing: acrylamide. *Trends in Food Technol*, 16,181–193.
- Stadler, R.H., Blank, I., Varga, N., Robert, F., Hau, J., Guy, P.A., Robert, M.C., Riediker, S. (2002). Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*, 419, 449-450.
- Nizamhoğlu, N.M., Nas, S. (2019). Gıdalarda Akrilamid Oluşum Mekanizmaları, Gıdaların Akrilamid İçeriği ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Akademik Gıda*, 17(2), 232-242.
- Mesías, M., Holgado, F., Márquez-Ruiz, G., Morales, F.J. (2017). Impact of the characteristics of fresh potatoes available in-retail on exposure to acrylamide: Case study for French fries. *Food Control*, 73, 1407-1414.
- Releases new data on acrylamide levels in food and final action plan. FDA. 2004. <http://www.iftst.org/site/cms/contentviewarticle.asp?article=545>. [Erişim Tarihi: 25.10.2020].
- Joint FAO/WHO Consultation on the Health Implications of Acrylamide in Food, Final Report of a joint FAO/WHO consultation, Geneva, 25-27 June 2002.
- Amrein, T. M., Bachmann, S., Noti, A., Biedennann, M., Barbosa, M. F., Biedermann-Brem, S., Grob, K., Keiser, A., Realini, P., Escher, F., Amado, R. (2003). Potential of acrylamide formation, sugars, and f-ee asparagine in potatoes: a comparison of cultivars and farming systems. *J. Agric. Food Chem*, 51, 5556-5560.
- Anonim (2020). <https://labakademi.com/gidalarda-akrilamid-olusumu/> (Erişim Tarihi: 20 Nisan 2021).
- Anese, M., Nicoli, M.C., Verardo, G., Munari, G. And Bortolomeazzi, R. (2014). Effect of vacuum roasting on acrylamide formation and reduction in coffee beans. *Food Chemistry*, 145,168-172.
- Yıldız, H. G., Palazoğlu, T. K., Miran, W., Kocadağı, T. and Gökmen, V. (2017). Evolution of surface temperature and its relationship with acrylamide formation during conventional and vacuum-combined baking of cookies. *Journal of Food Engineering*, 197, 17-23.
- Michalak, J., Gujska, E., Czarnowska-Kujawska, M. and Nowak, F. (2017). Effect of different home-cooking methods on acrylamide formation in pre-prepared croquettes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 56, 134–139.
- Salazar, R., Arámbula-Villa, G., Vázquez-Landaverde, P.A., Hidalgo, F.J., Zamora, R. (2012). Mitigating effect of amaranth (*Amarantus hypochondriacus*) protein on acrylamide formation in foods. *Food Chemistry*, 135(4), 2293-2298.
- Svensson, K., Abramsson, L., Becker, W., Glynn, A., Hellena, K.E., Lind, Y., Rosen, J. (2003). Dietary intake of acrylamide in Sweden. *Food Chem Toxicology*, 41,1581–1586.
- Gökmen, V., Palazoğlu, T.K., Şenyuva, H.Z. (2006). Relation between the acrylamide formation and time-temperature history of surface and core regions of French fries. *Journal of Food Engineering*, 77(4), 972-976.
- Trevisan, A.J.B., de Almeida Lima, D., Sampaio, G.R., Soares, R.A.M., Bastos, D.H.M. (2016). Influence of home cooking conditions on Maillard reaction products in beef. *Food Chemistry*, 196, 161-169.
- Barutcu, I., Sahin, S., Sumnu, G. (2009). Acrylamide formation in different batter formulations during microwave frying. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 17-22.
- Ma, R., Gao, T., Song, L., Zhang, L., Jiang, Y., Li, J., Zhou, G. (2016). Effects of oil-water mixed frying and pure-oil frying on the quality characteristics of soybean oil and chicken chop. *Food Science and Technology (Campinas)*, 36(2), 329-336.
- Soncu, E.D., Haskaraca, G., Kolsarıcı, N. (2018). Presence of acrylamide and heterocyclic aromatic amines in breaded chicken meat products and dietary exposure of Turkish population from Ankara based on the food frequency questionnaire study. *European Food Research and Technology*, 244(3), 501-511.
- Güven, G. (2010). Kumru ve boyozda akrilamid düzeylerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

- Alpözen, E., Üren, A. (2013). Determination of acrylamide levels of "İzmir gevregi" and effects of cooking parameters on acrylamide formation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(30), 7212-7218.
- Sungur, B., Menteş, Ö., Ercan, R. (2008). Tahıl Ürünlerindeki Akrilamidin Önemi, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, s.359.
- Yılmaz, A.B. (2018). Organik ve Konvansiyonel Yöntemlerle Üretilen Çeşitli Kuruyemişlerin Akrilamid İçeriklerinin Karşılaştırılması. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Mencina, M., Abramoviča, H., Vidriha, R., Schreiner, M. (2020). Acrylamide levels in food products on the Slovenian market. *Food Control*, Volume 114, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107267>.
- Alphan, M.E. (2013). Hastalıklarda Beslenme Tedavisi. 2. Baskı. Ankara:Hatiboğlu Yayıncılık; 509-41.
- Ayaz, A., (2008). Yurttagül, M. Besinlerdeki Toksik Ögeler- II. 1.Baskı. Ankara:Klasmat Matbaacılık, 26-34.
- Babür, T.E., Gürbüz, Ü. (2015). Geleneksel pişirme yöntemlerinin et kalitesine etkileri. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 3(4), 58-64.
- Tamer C, Karaman B. 2006. Gıdalarda akrilamid oluşumu ve insan sağlığı üzerine etkileri. *GIDA*, 31(4), 195-199.
- Zhu YJ, Zeng T, Zhu YB, Yu SF, Wang QS, Zhang LP, Guo X, Xie KQ. (2008). Effects of acrylamide on the nervous tissue antioxidant system and sciatic nerve electrophysiology in the rat. *Neurochem Res*, 3, 2310-2317.
- EC SCF (European Commission - Scientific Committee on Food). 2002. Opinion of the Scientific Committee on Food on new findings regarding the presence of acrylamide in food, Brussels, Belgium, 16 p.
- Özhan, N.B. (2008). *Depolama Süresince Keçiyoynuzu Pekmezinde Enzimatik Olmayan Esmerleşme Reaksiyonlarının Kinetiği*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Exon, J.H. (2006). A review of the toxicology of acrylamide. *J Toxicol Environ Health*, 9, 397-412.
- Sweeney, L.M, Kirman, C.R, Gargas, M.L, Carson, M.L, Tardiff, R.G. (2010). Development of a physiologically-based toxicokinetic model of Acrylamide and glycidamide in rats and humans. *Food Chem Toxicol*, 48 (2), 668-685.
- Aktaş, R.K. (2008). *Peksimet Ekmeklerinde HPLCMS Yöntemi ile Akrilamid Tayini*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Ankara.
- Sayaşlan, A., Kaya, C., Yıldız, M., Oğuz, A. (2008). Kavruarak Üretilen Mısır, Buğday ve Nohut Çerezlerinin Akrilamid İçeriklerinin Belirlenmesi. T.C. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu, Tokat.
- Shipp, A., Lawrence, G., Gentry, R., McDonald, T., Bartow, H., Bounds, J., Macdonald N., Clewell, H., Allen, B. ve Van Landingham C., (2006). Acrylamide: İnceleme nin-nin toksin buz veri ve doz-yanıt analizler içinancer ve kanser dışı etkiler. *Kritik Yorumlar içinde Toksikoloji*, 36, 481 - 608.
- Özkaynak, E. (2006). Çeşitli Pişirme Tekniklerinin Sigara Böreğindeki Akrilamid Oluşumu Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir.
- Küçük, Z. (2009). Farklı Tahıllardan Üretilen Malt Unlarının akrilamid Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Hagmar, L., Tornqvist, M., Nordander, C., Rosen, I., Bruze, M., Kautiainen, A., Magnusson, A. L., Malmberg, B., Aprea, P., Granath, F. ve Axmon, A. (2001). Health effects of occupational exposure to acrylamide using hemoglobin adducts as biomarkers of internal dose. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 27(4), 219-226.
- Mucci, L., Sandin, S., Magnusson, S., Weiderpass, E. (2005). Acrylamide intake and breast cancer risk in Swedish women. *JAMA* 293(11), 1322-1327.
- European Union Risk Assessment Report Acrylamide. European Union. European Commission, European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg (ISBN 92-894-1250-X). 2002.
- Keramat, J., LeBail, A., Prost, C., Soltanizadeh, N. (2011). Acrylamide in foods: chemistry and analysis. A review. *Food and bioprocess technology*, 4(3), 340-363.
- Gholami, F., Rahman, A., Mostaghim, T. (2017). Effects of rosemary and thyme extracts on acrylamide formation in fried beef. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 3(4), 352-360.
- Casado, F.J., Sánchez, A.H., Montañó, A. (2010). Reduction of acrylamide content of ripe olives by selected additives. *Food Chemistry*, 119(1), 161-166.
- Zhang, Y., Chen, J., Zhang, X., Wu, X., Zhang, Y. (2007). Addition of antioxidant of bamboo leaves (AOB) effectively reduces acrylamide formation in potato crisps and French fries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(2), 523-528.
- Rannou, C., Laroque, D., Renault, E., Prost, C., Sérot, T. (2016). Mitigation strategies of acrylamide, furans, heterocyclic amines and browning during the Maillard reaction in foods. *Food Research International*, 90, 154-176.
- Steele, E.M., Baraldi, L.G., Da Costa Louzada, M. L., Moubarac, J. C., Mozaffarian, D., ve Monteiro, C. A. (2016). Ultra-processed foods and added sugars in the US diet: Evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open*, 6(3), 1-8.
- Monteiro, C.A., Levy, R.B., Claro, R.M., De Castro, I.R.R., ve Cannon, G. (2011). Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: Evidence from Brazil. *Public Health Nutrition*, 14(1), 5-13.
- Barreto, I.M.A., Tribuzi, G., Junior, A.M., Carcio, B.A.M., ve Laurindo, J.B. (2019). Oil - free potato chips produced by microwave multi fl ash drying. *Journal of Food Engineering*, 261, 133-139.
- Al-Anbari, I.H.A., Al-Musawi, A.T., Al-Ani, M.T.H., ve AlKaraquly, I.O.C. (2019). Effect of addition of various proportions of rosemary powder, citric acid and table salt in reducing the ratios of acrylamide in potato fries. *Plant Archives*, 19(1), 1223-1229.
- Schoutena, M.A., Genovesea, J., Tappib, S., DiFrancescoac, A., Baraldiac, E., Cortesed, M., Capriolid, G., Angelonide, S., Vittorid, S., Rocculiab, P., Romaniab, S. (2020). Effect of innovative pre-treatments on the mitigation of acrylamide formation in potato chips. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 64, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102397>.

ŞEHİR SAĞLIĞI DERGİSİ

YAZIM VE YAYIN KURALLARI

Dergiye gönderilecek yazılar Türkçe veya İngilizce olabilir. Dergiye gönderilecek olan çalışmalar daha önce bir yerde yayımlanmamış olmalıdır.

Derginin kurallarına göre yazıldığı belirlenen çalışmalar editörler tarafından incelenir ve iki veya daha fazla hakeme gönderilir. Yazılar reddedilebilir veya yazarlardan düzenleme yapılması istenir. Düzenlemeler belirtilen süreler içerisinde tamamlandıktan sonra yazının kabulü halinde yıl içerisinde çıkacak sayılarda yayımlanır.

YAZININ HAZIRLANMASI

A4 boyutlarındaki kâğıda üst, alt, sağ ve sol boşluk 2,5 cm bırakılarak çift satır aralıklı, iki yana dayalı, satır sonunda kısa çizgi (tire) kullanılmayarak 10 punto Times New Roman yazı karakteri ile yazılmalıdır.

Gönderilen tablo, şekil, resim, grafik ve benzerlerinin derginin sayfa boyutları dışına taşmaması ve daha kolay kullanılmasını amacıyla 10 x 17 cm'lik alanı aşmaması gerekir. Bundan dolayı tablo, şekil, resim, grafik vb. unsurlarda daha küçük punto ve tek aralık kullanılabilir. Tablo, şekil, resim, grafik vb. metin içerisinde yer almalıdır.

Çalışmalar 20 sayfayı aşmamalıdır. Çalışmanın, MS Word ile yazılmış bir kopyasının dergi e-posta adreslerine veya web sitesinden on-line olarak gönderilmesi editöryal sürecin başlaması için yeterlidir. Çalışma gönderildikten sonra en geç bir hafta içinde alındığını teyit eden bir elektronik posta mesajı gönderilir.

Yapılan araştırmalar için ve etik kurul kararı gerektiren klinik ve deneysel insan ve hayvanlar üzerindeki çalışmalar için ayrı ayrı etik kurul onayı alınmış olmalı, bu onay makalede belirtilmeli ve belgelendirilmelidir.

Türkçe makalelerde hem metin içinde hem de kaynakçada TDK Yazım Kılavuzu (Yazım Kılavuzu, 2009, Türk Dil Kurumu, Ankara) veya www.tdk.gov.tr adresindeki on-line hali) yazım kuralları dikkate alınmalıdır.

Kaynakça; hem metin içinde hem de kaynakçada Amerikan Psikologlar Birliği (APA) tarafından yayımlanan Publication Manual of American Psychological Association adlı kitapta belirtilen yazım kuralları uygulanmalıdır.

Dergi isimleri Index Medicus veya ULAKBİM/Türk Tıp Dizini'ne uygun olarak kısaltılmalıdır.

Gönderilen çalışmaların aşağıda koyu yazılan bölümleri içermesi gerekmektedir:

- Türkçe Başlık Sayfası (Makale başlığını, yazar/lar/ın tam adlarını ve unvanlarını, çalıştıkları kurumlarını, adres, telefon, faks ve elektronik posta bilgilerini içermelidir.)
- Türkçe Öz (150-200 kelime arası)
- Anahtar Kelimeler (5-8 kelime arası)
- Ana Metin (Nicel ve nitel çalışmalar giriş, yöntem, bulgular, tartışma bölümlerini içermelidir.)
- İngilizce Başlık Sayfası (Makale başlığını, yazar/lar/ın tam adlarını ve unvanlarını, çalıştıkları kurumlarını, adres, telefon, faks ve elektronik posta bilgileri ve uluslararası geçerliliği bulunan "ORCID" bilgisine yer verilmelidir.)
- Abstract (150-200 kelime arası)
- Key Words (5-8 kelime arası)
- İngilizce Ana Metin (Nicel ve nitel çalışmalar giriş, yöntem, bulgular, tartışma bölümlerini içermelidir.)

YAYIM SÜRECİ ÜZERİNE YAZARLARA NOTLAR

Şehir Sağlığı Dergisi, şehir ve sağlık alanında çalışan tarafları ortak bir platformda buluşturmayı amaçlamaktadır.

Bu kapsamda;

- Şehirlerdeki insanların sağlığını ve esenliğini geliştirmek için yapılan bilimsel çalışmaların, araştırma ve analizlerin yer aldığı akademik bir dergi niteliğinde olacaktır. Bu uluslararası dergi şehir sağlığı ve sağlıklı bir çevre konusundaki politikaların oluşturulması ve uygulanması süreçlerinde yer alan taraflar arasında yönetimi güçlendirmeye katkı sunacaktır. Sağlıklı şehirlerin oluşması konusunda karar destek mekanizmaları için başvuru kaynağı niteliğinde olan bir dergi olacaktır.
- Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizcedir.
- Birden çok yazarlı makalelerde editöryal yazışmanın kiminle yapılacağı belirlenmeli ve açık bir şekilde belirtilmelidir.
- Yayımlanan yazıların içeriğinde ya da alıntılarında olabilecek çarpıtma, yanlış, telif hakkı ihlali, intihal vb. hususlardan yazar/yazarlar sorumludur.
- Yayımlanan yazıların içeriğinden yazarları sorumludur. İlgili çalışmada, eğer etik onay alınması gereken durumlar söz konusu ise yazarların etik kurullardan ve kurumlardan onay aldığı varsayılmaktadır.
- Yayımlanmış yazıların yayım hakları yayımcı firmaya aittir.

CITY HEALTH JOURNAL

RULES FOR WRITING AND PUBLISHING

Papers to be submitted to the journal may be in Turkish or English languages. Papers to be submitted to the journal must be not published previously in another platform.

Papers defined to be written in accordance to the rules of the Journal are assessed by the editors and sent to two or more peers for review. Papers may be rejected or the author may be requested to make revision. In the event the paper is approved after the completion of any revisions within indicated periods, it is published in the issues to be developed within the year.

PREPARATION OF PAPER

The paper should be typed on paper with A4 dimensions, leaving 2.5 cm space from the top, below, right and left edges, with double line space, without hyphenation at line end, by using font size 10 Times New Roman character font.

The tables, figures, graphs and similar that are included should not exceed an area of 10 x 17 cm for preventing exceeding of page borders and for using with convenience. Thus, smaller font sizes and single line space may be used for objects such as tables, figures, images, graphs etc. The tables, figures, images, graphs etc. should be inserted into the text.

Papers should not exceed 20 pages. Sending a copy of the paper produced through MS Word to the Journal's e-mail addresses or submitting the same online from the website is sufficient for the editorial process to commence. An electronic mail message confirming its receipt is sent at the latest in a week after the paper was sent.

For any clinical or experimental studies on humans and animals that require ethics board approval to be used in the research studies, separate ethics board approvals have to be obtained, such approval should be referred to in the paper, and duly documented.

For Turkish papers, the grammar rules in TDK Spelling Book (Yazım Kılavuzu, 2009, Turkish Language Association) or on the address www.tdk.gov.tr (online version) should be complied with in respect to both the text and the references sections.

References (For both the text and the references sections, the grammatical rules defined in the book named Publication Manual of American Psychological Association and published by American Psychological Association should be implemented).

Journal names should be abbreviated in accordance with Index Medicus or Ulakbim/Turkish Medical Index.

The papers submitted should include the sections presented in bold characters below:

- Turkish Title Page (should include paper title, full names and titles of author(s), the institutions they are employed in, and their address, telephone, fax and electronic mail addresses)

- Turkish Abstract (between 150 and 200 words)
- Keywords (between 5 and 8 words)
- Main Text (quantitative and qualitative studies should include introduction, methodology, findings and discussion sections)
- English Title Page (should include the paper title, full names and titles of author(s), the institutions they are employed in, and their address, telephone, fax and electronic mail addresses, and their "ORCID" data with international validity)
- Abstract (between 150 and 200 words)
- Keywords (between 5 and 8 words)

English Main Text (quantitative and qualitative studies should include introduction, methodology, findings and discussion sections)

NOTES TO AUTHORS ON THE PROCESS OF PUBLISHING

City Health Journal aims to bring together the parties dealing in the fields of city and health on a joint platform.

In this regard, it shall be;

- The Journal shall be an academical journal including the scientific studies, researches and analyses conducted for developing the health and wellbeing of the people living in cities. This international journal shall provide contribution to strengthening the governance among the parties included in the making and implementation of policies in regards to the topic of city health and health environment. It shall be a journal as a reference source for the decision support mechanisms on the topics of formation of health cities.
- The publishing languages of the journal are Turkish and English.
- For papers with several authors, the person with whom editorial correspondence is to be made should be defined and indicated clearly.
- Author(s) are responsible for any falsification, faults, copyright violation, plagiarism etc. issues that may exist within the content or references in the papers published.
- Authors are responsible for the content of their papers published. In the event there are aspects that require ethics approval related to a given paper, the author(s) are assumed to have obtained approval from the ethics board(s).
- Publishing rights of the papers published belong to the publishing Company.

The Copyright Transfer Form that bear the wet signatures of the author or all authors should be delivered to the publisher.