

GIDALARDA AKRİLAMİD OLUŞUMU VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ*

FORMATION OF ACYRLAMIDE IN FOODS AND IT'S EFFECTS ON HUMAN HEALTH

Canan Ece TAMER¹, Bilge KARAMAN

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

ÖZET: Akrilamid, yüksek sıcaklıkta üretilen ya da pişirilen gıdalarda oluşan ve uzun süre ısı uygulanması durumunda miktarı gittikçe artan bir bileşiktir. Isıl işlem görmüş gıdaların bileşiminde bulunan karbonhidratların, proteinlerin, aminoasitlerin, lipidlerin ve olası diğer bileşenlerin reaksiyonları sonucu birkaç farklı mekanizmayla akrilamid oluşabilmektedir. İnsanlar üzerindeki etkilerinin tam olarak saptanamamasına karşın, deney hayvanlarında genotoksik ve karsinojen etkilerinin olduğu yapılan deneyler sonucunda belirlenmiştir.

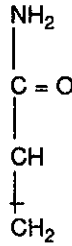
Anahtar kelimeler: Akrilamid, sağlık

ABSTRACT: Acrylamide is a compound which occurs in foods that are produced or cooked at elevated temperatures . The amount of acrylamide is increased by long term heating. It can be formed in heat processed food at the end of some different reaction mechanisms of carbohydrates, proteins, amino acids, lipids and some other probable components. Effects of this compound couldn't be really determined on human health, but carcinogenic and genotoxic effects are observed on experimental animals.

Key words: Acrylamide, health

GİRİŞ

Akrilamid su arıtma, kozmetik, plastik, petrol, kağıt, boya ve tekstil endüstrilerinde kullanılan beyaz, kristal yapıda bir monomerdir. Bu monomer su, etanol, metanol, dimetileter ve asetonda çözünürken, heptan ve benzende çözünmez (11). Akrilamidden toprak stabilizasyonunda da yararlanılmaktadır. Bu madde ayrıca tütün dumanının bir bileşenidir (2). Şekil 1' de akrilamidin yapısı görülmektedir (Anonim 2004b).



Şekil 1. Akrilamidin yapısı (Anonim 2004b).

24 Nisan 2002'de İsveç Ulusal Gıda Kurumu, yüksek sıcaklıklarda üretilen nişasta bakımından zengin gıdalarda artan seviyelerde akrilamid oluştuğunu bildirmiştir (3,4). Bu bulgular, Hollanda, Norveç, İsviçre, İngiltere ve ABD' de yapılan çalışmalarla da doğrulanmıştır (5).

* Türkiye 8. Gıda Kongresinde sunulmuştur.

¹ E-posta: etamer@uludag.edu.tr

Stockholm Üniversitesi ve İsveç Ulusal Gıda Kurumu araştırmacılarının raporunun öncesinde akrilamidin gıdalarda oluşumu bilinmemekteydi (2). Akrilamid hakkında ilk bilinenler, insanların akrilamide içme suyuyla ve baraj - tünel inşaatlarında çalışmaları sırasında maruz kalmalarıyla ilgiliydi (4).

Akrilamid, yüksek sıcaklıkta üretilen ya da pişirilen gıdalarda oluşan ve uzun süre ısı uygulanması durumunda miktarı gittikçe artan bir bileşiktir. Isıl işlem görmüş gıdaların bileşiminde bulunan karbonhidratların, proteinlerin, aminoasitlerin, lipitlerin ve olası diğer bileşenlerin reaksiyonları sonucu birkaç farklı mekanizmayla akrilamid oluşabilmektedir. Bunlar şöyle gruplandırılabilir (1);

- Yağlar, karbonhidratlar veya serbest aminoasitlerin degradasyonu sonucu türeyen akrolein veya akrilik asitlerin oluşumu yolu ile,
- Malik asit, laktik asit ve sitrik asidi de kapsayan bazı temel organik asitlerin dehidrasyon / dekarboksilasyonu yolu ile,
- Patates ve tahıllarda yüksek oranda bulunan bir aminoasit olan asparajin' in düşük orandaki şekerlerle reaksiyona girmesiyle.

İlk iki durumda akrilamid molekülündeki azot kaynağı deaminasyon işlemi sırasında serbest kalan amonyaktan sağlanmaktadır. Akrilamid oluşum mekanizmasının keşfedilmesi, akrilamid seviyesinin kontrol altına alınabileceğini göstermektedir. Reaksiyon mekanizması, en çok gıdanın bileşimine ve işleme koşullarına dayanmaktadır (6).

Akrilamid oluşumu ayrıca sıcaklığa bağlıdır (2). Gıdaların 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ısıtılması esnasında, aminoasitlerle indirgen şekerler arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonunun akrilamid oluşumuna yol açabileceği bildirilmiştir (7). Gıdada akrilamidin hangi sıcaklıkta oluştuğu tam olarak bilinmemektedir. Buna karşın 120°C' nin altında hazırlanan gıdalarda fazla miktarda bulunmadığı saptanmıştır. Buradan yola çıkarak özellikle karbonhidratça zengin gıdaların uzun süre ve yüksek sıcaklıkta pişirilmemesi gerektiği söylenebilmektedir (5).

Çeşitli Gıdalardaki Akrilamid Miktarları

2002 yılı WHO verilerine göre Norveç, İsveç, İsviçre, İngiltere ve Amerika' dan alınan çeşitli gıdalardaki akrilamid miktarları Çizelge 1' de verilmiştir (8).

Çizelge 1. Farklı Ülkelerde Üretilen Çeşitli Gıdaların Akrilamid Miktarları (8)

Gıda/Ürün Grubu	Akrilamid Seviyeleri (µg/kg)	
	Minimum- maksimum	Örnek sayısı
Cips, ince dilimlenmiş ve kızartılmış patates	170-2287	38
Kalın dilimlenmiş ve kızartılmış patates	<50-3500	39
Unlu ürünler	<30-42	2
Fırın ürünleri	<50-450	19
Bisküvi, kraker, tost	<30-3200	58
Kahvaltılık tahıllar	<30-1346	29
Mısır cipsleri	34-416	7
Taze ekmeç	<30-162	41
Parçalanmış ve inceltilmiş deniz ürünleri	30-39	4
Parçalanmış ve inceltilmiş kanatlı etleri	39-64	2
Malt içecekleri	<50-70	3
Çikolata tozu	<50-100	2
Kahve tozu	170-230	3
Bira	<30	1

Akrilamidin Sağlık Üzerindeki Etkileri

Akrilamidin toksikolojisi, plastiklerin üretiminde kullanılması nedeniyle detaylı olarak araştırılmıştır. 1994 yılında Uluslararası Kanser Araştırma Enstitüsü akrilamidi; insanlar üzerindeki etkilerine ilişkin bilgilerin yetersizliği nedeniyle "olası karsinojen" olarak değerlendirmeye almıştır (9). IARC, akrilamidin insanlar üzerindeki kansorejen etkisine ilişkin kanıtların yetersiz olduğunu ancak, deney hayvanları üzerinde karsinojen etkili olmasına ilişkin yeterli kanıtın mevcut olduğunu bildirmektedir (10).

Akrilamidin insanlar üzerindeki teratojenik ve mutajenik etkileri ile, üreme sistemindeki etkilerine dair bilgiler mevcut değildir. Akrilamid vücutta hızla absorbe edilip, yayılmaktadır. Plasenta aracılığıyla anneden çocuğa geçebilmekte ve anne sütünde bulunabilmektedir (10).

Akrilamidin fareler üzerinde yapılan bir seri deneyler sonucunda genetik materyale zarar verdiği, uzun periyotlu uygulamaların özellikle adrenal bezleri ve testislerde tümör oluşumunu teşvik ettiği görülmüştür. Tüm bu gözlemler akrilamidin hayvanlarda genotoksik karsinojen özellikte olduğu sonucunu doğurmuştur. Güvenlik sınırını tespit etmek mümkün olamamıştır, ancak çok düşük seviyelerde bile risk taşıyabileceği tahmin edilmektedir (11).

Akrilamid fareler ve kemirgenlerin somatik hücrelerinde gen mutasyonlarına ve kromozomal sapmalara neden olmuştur. Yine farelerde hücre transformasyonu oluşumuna nedendir (12).

Akrilamid ayrıca sinirler üzerinde de olumsuz etki yaratmaktadır. Ancak gıdalarda bulunan akrilamid seviyelerinin, nörotoksik etkisinin olmadığı sanılmaktadır. Bunun yanı sıra deney hayvanlarının üreme sistemini etkileyerek, kısırılığa neden olmaktadır (12).

Gıdalardaki diğer karsinojenler gibi, akrilamid de farelerde karsinojenik potansiyele sahiptir, ancak insanlarda aynı etkinin olabilmesi için akrilamidin alım seviyesinin daha yüksek olması gerekmektedir. Yapılan tüm çalışmalarda sadece sınırlı bir populasyon için veriler elde edilmiştir ve bu da kanser riskini kanıtlamak için yeterli değildir (12).

2002 Aralık ayında Amerikan Bilim ve Sağlık Konseyi duruma ilişkin yaptığı yayında gıdalarda bulunan akrilamidin insanlarda kanser riskine neden olduğuna dair güvenilir bir kanıt olmadığını bildirmiştir. Yeni Zelanda gıda güvenlik uzmanları ise 0.1 mg/kg düzeyinde akrilamid alımının, kansorejen etki gösteren bir seviye olmadığını; kızartılmış patates ve cips tüketen insanlarda bundan kaynaklanan kanser riskinin çok düşük olduğunu rapor etmişlerdir (11).

On yıllık bir araştırma sonucunu yeniden değerlendiren araştırmacılar, yaptıkları inceleme sonucu akrilamid tüketiminin bağırsak, böbrek ve mesane kanseri riskini yükseltmediğini ortaya koymuştur (13).

Akrilamide maruz kalmada en temel kaynağı gıdalar oluşturmaktadır. Genel populasyon içinde akrilamidin ortalama alım miktarının günlük 0.3-0.8 mg/kg olduğu tahmin edilmektedir (14).

Genel olarak çocuklar ve gençler için saptanan alım değerleri, yetişkinlere nazaran daha yüksektir. Çünkü çerez, cips, patates kızartması vb. ürünlerin tüketimi en fazla çocuklar ve gençler tarafından yapılmaktadır. Ayrıca yetişkinlere göre çocukların vücut ağırlıkları daha düşük olmakla birlikte, kilogram vücut ağırlığı başına aldıkları ortalama gıda daha fazladır. Bu durumda vücudun maruz kaldığı akrilamid miktarı da artmaktadır (14).

Diyetle alınan akrilamidin insanlar üzerinde zararlı etkilerinin olup olmadığı sorusuna bugüne kadar cevap verilememiştir. Ancak kanser çeşitlerinin büyük bölümünün diyet faktörleriyle ilişkilendirildiği dikkate alındığında, akrilamidin yaşam boyu, kanser riski üzerinde yaklaşık %1 düzeyinde etkili olduğu belirtilmektedir (14).

Akrilamidden Korunmak İçin Öneriler

Akrilamidden kaynaklanan risklerin en aza indirilmesi için FAO/WHO şu önerilerde bulunmuştur (15);

- Gıdalar çok uzun süre veya çok yüksek sıcaklıkta pişirilmemelidir. Buna karşın tüm gıdalar, bilhassa et ve et ürünleri, gıda kaynaklı patojenler tahrip edilene kadar pişirilmelidir.
- Meyve ve sebzedden zengin, dengeli bir diyetle beslenilmeli; kızartılmış ve yağlı yiyecek tüketimi azaltılmalıdır.
- Kızartma yada pişirme için düşük dereceler tercih edilmelidir.
- Ekmek tost yapılmamalıdır. Yüksek sıcaklık ve düşük nem akrilamid seviyesini arttırmaktadır.
- Patlamış mısır ve çikolata gibi yiyeceklerden uzak durulmalıdır. Bu tarz gıdaların kimi markalarında yüksek miktarda akrilamide rastlanmıştır.
- Patates ve tahıl ürünlerinin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesinden kaçınılmalıdır.
- Gıdanın yüzeyindeki nemin fazlaca uzaklaştırılmasından kaçınılmalıdır.
- Patatesler taze olmalı ve yeşil kısımları ayıklanmalıdır. Ayrıca buzdolabında saklanmamalıdır.
- Patates kızartması için pişirilmiş patates kullanılmalıdır. Eğer çiğ patates kullanılacaksa kızartma yapmadan önce 2 saat su içinde bekletilmelidir. Dilimlenmiş patates için bu süre 1 saattir. Yüzeydeki şeker azalacağı için akrilamid oluşumu da azalmaktadır. Fırında ve yağda kızartılacak patateslerin indirgen şeker içeriğinin taze ağırlıkta 1 g/kg' ı geçmemesi önerilmektedir (16).
- Pizzalarda akrilamid seviyesi düşüktür, ancak kenarları kahverengi veya kurumuş olanlar tercih edilmemelidir.
- Ekmekler ve keklerde kahverengi, sert ve kuru yüzey akrilamid oluşumunun işaretidir.
- Gıdada formülasyonu, işleme yöntemini vb. değiştirmek suretiyle akrilamid seviyesini düşürebilecek olası yöntemler araştırılmalıdır (8).

SONUÇ

Akrilamid, farelerde tiroid ve böbreküstü bezlerinde, rahimde ve cinsel organlarda tümörlerin büyümesine neden olmaktadır. Üstelik bu madde sperm hücrelerinin kalıtlarına zarar verdiğiinden, etkisi fare yavrularına da geçmektedir. Farelerden elde edilen kesin sonuçlara rağmen akrilamidin insan bedeni üzerindeki etkileri hala tartışmalıdır. Örneğin, Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kanser riskinin sayılarla açıklanabilmesi için verilerin yetersiz olduğunu kabul ederken, Amerikan Çevre Kuruluşu EPA ve akrilamid alarmı veren İsveç Gıda Kurumu, insan ve farenin, beden ağırlıklarıyla orantılı olarak akrilamide karşı aynı derecede duyarlı olmadığını savunmaktadır. Fakat ne olursa olsun bu hipotez birçok açıdan kuşku uyandırmaktadır. Deney hayvanlarına kısa süre içinde (1 hafta ila 2 yıl içinde) yüksek dozda akrilamid verilirken, insanların bu maddeyi düşük dozlarda tüm yaşamı boyunca alması konuyla ilgili diğer bir çelişkidir. Bunun dışında moleküler süreçlerin insan ve hayvanda aynı şekilde işleyip işlemediği de kesinleşmemiştir. İnsanların binlerce yıldan bu yana yüksek sıcaklıkta pişirilmiş gıdalar tüketmeleri sonucu akrilamide karşı bağışıklık kazanmış olabileceği İngiliz bilim adamlarınca öne sürülmektedir (17).

Diyetle alınan akrilamidin bireylerde tahmin edilen kanser oluşturma riskinin düşüklüğü nedeniyle beslenme alışkanlıklarının ve pişirme yöntemlerinin değiştirilmesine gerek olmadığı; ancak hamileler ve çocuklar gibi duyarlı grupların durumunun her zaman göz önünde tutulmasının gerektiği, kardiyovasküler hastalıklar gibi nedenlerden ötürü patates cipsi gibi gıdaların yüksek miktarda tüketiminden kaçınılmasının yerinde olacağı vurgulanmaktadır (18). İnsanların diyetleri nedeniyle maruz kaldığı risklerin belirlenmesi biomarker bazlı çalışmalarla mümkün olacaktır. Önlem olarak, özellikle çocuklar ve hamileler tarafından çoğunlukla tüketilen gıdalarda akrilamid seviyelerinin düşürülmesi için yeterli çaba gösterilmelidir (4).

KAYNAKLAR

1. Anonim. 2004a. www.foodstandards.gov.uk/multimedia/Pdf/acrylamideback.pdf(12.05.2004)
2. Kelly C. 2003. Acrylamide-Hot Off The Frying Pan, Nutrition Bulletin, Vol:28, Issue: 1, 5-6.
3. Anonim. 2004b. www.cfsan.fda.gov/dms/acryzyza.htm (12.05.2004)

4. Vainio H. 2003. Acrylamide in Heat-Processed Foods- a Carcinogen Looking for Human Cancer. *European Journal of Epidemiology* 18: 1105- 1106.
5. Anonim. 2004c. www.acrylamide-food.org/Docs/faq.pdf (12.05.2004)
6. Anonim. 2004d. www.cfsan.fda.gov/dms/acrybrow.htm (12.05.2004)
7. Mottram D.S., Wedzicha B.L. and Dodson A.T. 2002. Acrylamide is Formed in the Maillard Reaction. *Nature*, 418, 448-449.
8. Anonim. 2002. European Commission " Opinion of the Scientific Committee on Food on New Findings Regarding the Presence of Acrylamide in Food". 3 July 2002.Belgium, 16 p.
9. Anonim. 1994. Some Industrial Chemicals: Acrylamide. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 60: 389-91 (<http://www.iarc.fr>)
10. Anonim. 2004e. <http://www.who.int/fsf> (12.05.2004)
11. Sharp D. 2003. Acrylamide in Food. *The Lancet*, Vol:361, Issue:9355, 361-362.
12. Anonim. 2004f. www.intox.org/databank/documents/chemical/acrylamd/cic744.htm (12.05.2004)
13. Mucci L. A., Dickman P. W., Steineck G., Adami H.O. and Augustsson K. I. 2002. *British Journal of Cancer*, 88, 84 – 89.
14. Stadler R. H., Blank I., Varga N., Robert F., Hau J., Guy H. A., Robert M.C., Riediker S. 2002. Food Chemistry: Acrylamide from Maillard Reaction Products. *Nature* 419, 449 – 450.
15. Anonim. 2004g. www.cfsan.fda.gov/dms/acrydata (12.05.2004)
16. Biedermann- Brem S., Noti A., Grob K., Imhof D., Bazzocco D., Pfefferle A. 2003. How Much Reducing Sugar may Potatoes Contain to Avoid Excessive Acrylamide Formation During Roasting and Baking?". *European Food Research and Technology*. 217(5):369-373.
17. Anonim. 2003. Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi. Sayı: 842, s:2
18. Granath F., Törnqvist M. 2003. Who Knows Whether Acrylamide in Food is Hazardous. *Journal of The National Cancer Institute*, Vol:95, No:12, 842-843.