Derleme/Rewiev Article *TAF Prev Med Bull 2009; 8 (2): 187-192*

Akrilamid ve Gıdalarda Bulunuşu

[Acrylamide and its Presence in Foods]

ÖZET

Akrilamid, kızartma veya pişirme gibi ısıl işlem görmüş gıdalarda kendiliğinden oluşan kimyasal bir maddedir. Yaygın olarak pişirilmiş ve fırınlanmış gıdaların içinde bu kimyasalın oluştuğu görülmekle beraber evde veya büyük işletmelerde ızgarada pişirilmiş gıdalarda da oluşması muhtemeldir. Çiğ ya da yüksek sıcaklık uygulanmamış gıdalarda akrilamid'e rastlanmamıştır. Akrilamid ile ilgili yapılan çalışmalar insanlar üzerinde kanser yapıcı etkisinin olabileceğini düşündürmektedir. Yapılan incelemelerde bu kimyasala maruz kalan kişilerde sinir hasarları gözlenmiştir. Bugüne kadar yapılan araştırmalar sonucunda akrilamid'in insanlarda kansere neden olduğu hakkında direkt ilişkili bir vaka ile karşılaşılmamıştır. Sonuç olarak; akrilamid'in gıdalarda bulunmasıyla insan sağlığı üzerinde risk oluşturması sadece uzun süre bu kimyasala maruz kalınması ile mümkün olabilmektedir.

ABSTRACT

Acrylamide is chemical matter which forms spontaneously as frying or cooking heat treatment enforced in foods. Though the said chemical is widely found in the fried or oven-cooked foods, it can also exist in the grilled foods prepared at homes or at large restaurants. However, no acrylamide has been found in the raw or boiled foods. Based on the studies made on acrylamide, and its observed biological effects, that chemical is suspected to be a human carcinogen. Neural destructions have been observed on the individuals who are exposed to this chemical. As yet, there isn't any direct evidence about carcinogenic effects of acrylamide for human. In conclusion, we can say that acrylamide creates a risk for human health only in the cases of long term exposure to it.

Alper Karagöz

Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD, Dışkapı, Ankara.

Anahtar Kelimeler: Akrilamid, kanserojen, cips, kahve.

Key words: Acrylamide, carcinogen, french fried potatoes, coffee.

Sorumlu yazar/ Corresponding author:
Alper Karagöz.
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD.
Dışkapı, Ankara, Türkiye.
alper.karagoz82@gmail.com

GİRİŞ

Akrilamid, ilk kez 1893 yılında Almanya'da Christian Moureau tarafından kimyasal bir bileşik olarak bulunmuştur (1). Ticari olarak 1952–1954 yılları arasında kimyasal amaçlı olarak Almanya'da kullanılmış ve gıda ve sulardaki önemi ise 2002 yılında İsveç Gıda Komisyonu tarafından ortaya koyulmuştur (8).

Akrilamid günlük yaşamımızda kullandığımız birçok ürünün içinde farklı şekilde yer alan, monomerik ve polimerik olmak üzere iki formu bulunan, çok yönlü organik bir bileşiktir. Monomer halindeki akrilamidin sinir sistemi için toksik etkisi bulunmakta olup, laboratuvar hayvanlarında yapılan çalışmalar sonucunda, hayvanlar için kanserojen etkisinin de bulunduğu ve insanlar için de kanserojen bir madde olmasından şüphelenildiği bildirilmiştir. Akrilamidin monomerik formu, polimerik formuna göre daha zararlı olmasına rağmen, poliakrilamidin de gıdalara dışarıdan bulaşması halinde zararlı etkilerinin olduğu belirtilmiştir (4, 9).

Monomer halindeki akrilamid araştırma laboratuvarlarında jel hazırlanmasında, protein ayırma tekniklerinden biri olan elektroforez işleminde kullanılmaktadır. Poliakrilamidin macun, boya, kontak lens üretiminde, baraj, tünel ve kanalizasyonların yapımında kullanıldığı belirtilmiştir. Akrilamid polimerinden su arıtma işlemlerinde katkı maddesi, kâğıt üretiminde koyulaştırıcı madde olarak, organik kimyasalların üretiminde, maden cevheri ve ham yağ işlemelerinde de yararlanıldığı bildirilmiştir (27).

İsveç Ulusal Gıda Komisyonu NFA (National Food Authority) ve Stockholm Üniversitesi'nin yaptığı araştırmalara göre; akrilamidin monomerik formunun yüksek sıcaklık uygulanmış (120°C) gıdalarda, karbonhidratların ve aminoasitlerin tepkimesi sonucu oluştuğu belirtilmiştir (24). Uzmanlar gıdalardaki akrilamid düzeylerinin gıdanın çeşidi ve üretim şekillerine bağlı olarak farklılık gösterebildiğini bildirmişlerdir (16). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gıdalardaki akrilamid miktarı ve oluşumu hakkında çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu ve gıdalarda akrilamid eldesine yönelik yeni yöntemler geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir (8).

Akrilamid ile ilgili ilk sağlık problemlerinden biri, İsveç'te Hallandsas tüneli yapımında işçilerin çalışma sırasında akrilamid bileşiğine aerosol yolla maruz kalmaları, akrilamidin insanlar için karsinojenik ve

toksik etkilerinin olabileceğini düşündürmüştür. Günümüzde bu bileşik hakkında yeterli çalışma bulunmamakla birlikte, özellikle patates gibi yüksek miktarda nişasta içeren gıdaların kızartılarak tüketilmeleri durumunda halk sağlığı için potansiyel bir tehlike yaratabileceğinin düşünüldüğü belirtilmiştir (25).

Akrilamidin Kimyasal Yapısı ve Oluşum Mekanizması

Akrilamidin monomerik formu, akril ve amid gruplarından oluşmaktadır. Polimerik formu ise birçok monomerik formun birleşmesi ile oluşan bir bileşiktir (1,16). Akrilamidin monomerik formu, beyaz akışkan kristal yapıda, kokusuz, su, etanol, metanol, dimetileter ve asetonda çözünebilen, heptan ve benzende ise çözünemeyen zayıf asidik nitelikte bir bileşiktir. Polimerik formu ise, su, metanol, etanol, aseton, kloroform, benzen gibi çözücülerde çözünebilmektedir (9).

Akrilamid oluşumu üç şekilde meydana gelmektedir.

1. Lipitlerin transformasyonu, karbonhidratlar ve aminoasitlerin ayrışması yoluyla ortaya çıkan akrolein ya da akrilik asit reaksiyonu,
2. Malik asit, laktik asit ve sitrik asit içeren temel bazı organik asitlerin dehidrasyon-dekarboksilasyonu,
3. Karbonhidratlar ve proteinler arasında meydana gelen maillard reaksiyonu sonucunda olmak üzere üç şekilde oluşmaktadır (16).

Akrilamid oluşumu için önemli bir prekürsör madde olan akrolein (2-propenol,CH2=CH-CHO) üç karbonlu bir aldehit olup, akrilamidin yapısına benzemektedir. Akrolein, kızarmış yağlardaki trigliseridlerin ısı ile dekompozisyonu sonucu şekillenmektedir (10, 28). Polimerizasyon oluşumu akrilamidin yapısındaki etilenik çift bağdan kaynaklanmaktadır. (28).

Akrilamidin Metabolik Döngüsü

Akrilamid insanlar tarafından aerosol, oral ve dermal yol olmak üzere üç şekilde alınmaktadır. Laboratuvar çalışmaları sırasında dermal yol ile alındığında alerjik reaksiyonlar sebebiyle kontakt dermatite neden olduğu, aerosol yolla alındığında, akciğerlere ulaştıktan sonra arteriyel kan vasıtasıyla dolaşıma katıldığı, karaciğerde ise epoksit metaboliti olan glisidamide metabolize olduğu, karaciğerde metabolize olduktan sonra da venöz dolaşıma karıştığı bildirilmektedir (1). cyp2E1 (Cytochrom P-450 family-2 subfamily Enzym polypeptide-1) geni tarafından başlatılan reaksiyonla, Sitokrom P 450 metabolizmasına bağlı olarak, glutatyon transferaz ve epoksit hidrolaz enzimleri vasıtasıyla epoksit metaboliti olan glisidamide dönüşümü gerçekleşmektedir (26,28). Akrilamidin ve metaboliti olan glisidamidin üriner sistemden idrar yoluyla atıldığı belirtilmiştir (10).

Akrilamidin Sağlık Üzerine Etkileri

Akrilamidin sağlık üzerine etkileri toksikolojik ve karsinojenik olarak ayrılmaktadır. Akrilamid organizmaya alındıktan sonra hemoglobinle reaksiyona girmektedir. Bunun sonucunda akrilamidin, hemoglobine bağlanarak oluşturduğu bileşik N-(2-carbamoylethyl) Valine (CEV) olarak adlandırılmaktadır. Bu biyokimyasal reaksiyonun 3,4 etilenik çift bağların, hemoglobinin globulin zincirindeki N-terminal valin uçlarına bağlanması ile meydana geldiği, bu oluşuma bağlı olarak organizmada aneminin şekillendiği bildirilmiştir (9). Deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalara göre; akrilamid, farklı organlarda (tiroid, adrenal bez, tunika vaginalis) benign ve malign tümörlere yol açabilmektedir. Ayrıca beyin-spinal kord tümörleri, akciğer, deri ve pankreas kanserlerine neden olabileceği de bildirilmektedir (19). Ayrıca akrilamidin, kontamine sulara ve gıdalara maruz kalan insanlarda uzun süreli alımlarda; hafif vakalarda bulantı, kusma, baş dönmesi, terleme, uyuşukluk, kol ve bacaklarda halsizlik ve karıncalanma gibi belirtilere neden olduğu, daha şiddetli vakalarda ise konuşma güçlüğü, halüsinasyonlar, kol-bacak eklemlerinde anormal şişliklere, göz mukozasında tahriş, kas zayıflığı ve üriner sistem bozukluklarına yol açabileceği belirtilmiştir (27).

Akrilamidin Gıdalarda Bulunuşu

Gıdaların doğal yapılarında bulunmayan akrilamid, karbonhidrat ve protein içerikli gıdaların yüksek sıcaklıklarda (kızartma ve fırında) (120°C) pişirilmesi sonucu oluşan bir bileşiktir. Asparjin, akrilamid oluşumunda belirgin bir rol oynamaktadır. Asparjinin, şekerlerle etkileşim göstererek Maillard reaksiyonu sonucunda gıdalarda renk, lezzet ve aromanın oluşumunu sağladığı için akrilamid oluşum mekanizmasında belirgin bir rolünün bulunduğu bildirilmiştir (28). Meyve ve sebzelerin çiğ veya haşlanarak tüketildiği zaman akrilamid açısından herhangi bir risk taşımadığı bildirilmiştir (1). Akrilamid, çiğ kırmızı et, balık ve tavuk etinde bulunmamaktadır. Fakat fırınlama, kızartma ve ızgara yapılmış etlerde akrilamid oluştuğu bildirilmiştir (9).

Tablo 1. Değişik gıdalarda bulunan akrilamid seviyeleri (µg/kg) (14, 26).

Gıda çeşidi	Akrilamid(µg/kg)
Pankek	430
Bisküvi, kraker	2000
Tahıllar	1345
Çikolata	15
Kahve	30
Cips	1100
Fındık	150
Fıstık	140
Patates kızartması	3600
Ayçiçeği	66
Ekmek (kabuk kısmı)	50

Gıdalarda yapılan akrilamid taramalarında, patatesin kızartılması sonucu patateste çok yüksek miktarda (3600µg/kg) akrilamid tespit edilmiştir. Ekmeğin kabuk kısmında 50 µg/kg miktarında akrilamide rastlanılmışken, iç kısmında akrilamid tespit edilememiştir (4, 8, 16, 26, 28).

Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu'nun (TÜBİTAK) çalışması sonucu, günlük tükettiğimiz gıdalarda akrilamid seviyelerini saptamışlardır. Bunlar kavrulmuş çerezler, ekmek ve fırıncılık mamulleri, cipsler, kahve, bisküvi, kraker, çikolata, bebek mamaları, patates kızartması, tatlılar, pekmez, ızgara, kebap, döner gibi gıdalardır. Pirinç pilavı, helva, ızgara, döner gibi gıdalarda (4 µg/kg) düşük seviyede, patates kızartmasında ise yüksek seviyede (3600 µg/kg) saptandığı bildirilmiştir (16).

Anne sütü yoluyla bebeklere annenin gıda tüketimine bağlı olarak akrilamidin geçip geçmeyeceğini belirlemek için yapılan bir çalışmada, patates cipsi tüketen annelerin sütlerinde akrilamid saptanmasından dolayı anne sütü tüketen bebeklerde akrilamidin risk oluşturabileceği vurgulanmıştır. Bu çerçevede hamile veya emziren annelerin patates kızartması, cips veya fırınlanmış patates ürünlerini sağlık açısından, dolayı tüketmemeleri gerektiği belirtilmiştir. Hamile bayanların günlük akrilamid alım miktarı en fazla 20 ng'dır. Yaklaşık olarak 10 g patates cipsinin 20 ng akrilamid içerdiği dikkate alınmalıdır. Emziren annelerinde, doğumdan sonraki emzirme süreleri içerisinde akrilamid maddesi içerebilecek gıdaları tüketmemeleri gerekmektedir. Çünkü bebekler, anne sütüyle günlük alınabilir limitlerin üzerinde akrilamid alabilirler. Bebekler, immun sistem açısından daha duyarlı yapıya sahip olduklarından, gıdalar ile alınan akrilamid miktarına bağlı olarak risk olasılıkları da artmaktadır (26). Hamilelik döneminde ise anne kanında spesifik olarak hemoglobine bağlanmış akrilamid maddesine rastlanılmıştır. Akrilamidin göbek kordonu vasıtasıyla bebeğe geçtiği belirlenmiştir (20).

On gün boyunca bir ineğe günde 1,5 g akrilamid içeren yem verilmiştir. Sonuçta sütte 175 µg/kg akrilamid ile karşılaşılmıştır. Ortalama taşınma miktarı %0.24, ortalama yarılanma süresi 2,8 saat olarak bulunmuştur. Bu değerler, akrilamid maddesinin çok hızlı olarak ineğin metabolizmasında transformasyona uğradığını göstermektedir. Bu çalışmada akrilamid bileşeninin süte geçtiği kanıtlanmıştır (26).

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından, marketlerden alınan toplam 280 gıda örneğinde yapılan analizler sonucunda çikolatalarda 15 µg/kg, çikolatalı keklerde 150 µg/kg ve patates kızartmasında ise 3600 µg/kg düzeyinde akrilamid saptanırken; süt, tereyağı, peynir, dondurma, krema, yoğurt, yumurta, kırmızı et, tavuk eti, balık, bebek mamaları, meyveler, içecekler (kahve hariç) ve mayonez gibi gıdalarda ise akrilamidin tespit edilemediği bildirilmiştir (29).

Gıda kontaminantları arasında pişirme işlemi sırasında oluşan kirleticiler sınıfına sokulan akrilamid, eğer paketleme ve ambalaj materyalinin yapısında bulunuyorsa pişirme işlemi sırasında gıdalara geçebileceği de belirtilmektedir (30).

Akrilamidin Günlük Alım Seviyesi ve Yasal Uygulamalar

Gıdalarla akrilamidin kısa dönem alım miktarı istatistiksel olarak, Hollanda ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde incelenmiş ve gıdalar ile akrilamidin günlük alım miktarı Çizelge 2'de açıklanarak, ortalama olarak 0,3-2 µg/kg/gün olarak bildirilmiştir. Uzun dönem alım miktarı ise populasyonda yaş, ırk gibi biyolojik etkilere ya da gıda tüketim alışkanlıklarına göre değiştiği bildirilmektedir (18). Bu değerlerin üzerinde akrilamid karsinojenik ve nörotoksik etkilere neden olmaktadır (24).

Akrilamide yeraltı ve yüzey sularında rastlanmaktadır. Suların arıtılması işleminde sudaki istenmeyen maddeleri filtre etmek amacıyla temizleyici ajan olarak da kullanılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA)'nın yaptığı tespite göre; sularda 0,5 µg/l akrilamid ile karşılaşılmıştır. Bu değerin üzerindeki miktarların kontaminasyona neden olduğu bildirilmiştir (8). İçme sularında yapılan analizler sonucu, Codex Alimentarius ve Türk Gıda Kodeksine göre; belirlenen yasal sınır değer 0,1 µg/l parametrik değer (Madde 98/83/EC) olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Avrupa Birliğinde akrilamide ait izin verilen üst sınırlar (24).

Bulunduğu yerler	Akrilamid
Gıdalar	0,5-0,8 µg/kg/gün (35µg/gün)
Su	0,1 µg/l
Paketleme materyalleri	10 µg/kg
Hava	30 µg/m^3
Kozmetik ürünler	0,1-0,5 mg/kg,

Parametrik değer ise suyla temas eden polimerlerden kaynaklanan sudaki monomer kalıntı konsantrasyonu olarak belirtilmiştir (29).

Gıdalarla temas eden plastik madde ve malzemeler tebliğine göre; akrilamidin, Spesifik Migrasyon Limiti (SML) 0,01 mg/kg olarak belirlenmiştir. Spesifik Migrasyon limiti, gıdalara temas eden plastik madde veya malzemelerden, gıdaya geçebilen akrilamid'in en yüksek yasal seviyesi olarak tanımlanmaktadır. Spesifik Migrasyon limiti; migrasyon testi sırasında numuneye geçen bileşenin mg olarak miktarı (m) ile gerçek kullanım koşullarında madde veya malzemenin dm2 olarak yüzey alanının (a2) çarpımının, gıda maddesi ile temasta bulunan numunenin dm2 olarak yüzey alanı (a1) ve gerçek kullanım koşullarında madde veya malzeme ile temas eden gıda maddesinin gram olarak miktarı (q) ile çarpımına oranı olarak ifade edilmiştir (30).

$$\text{Migrasyon limiti (mg)} = \frac{m \times a2}{q \times a1}$$

Akrilamid Varlığının Belirlenmesinde Kullanılan Analiz Metotları

Gıdalarda yüksek sıcaklık sonucu meydana gelen, kana geçtiğinde hemoglobinle bağlanıp bileşik oluşturan ve içme sularında da bulunabilen akrilamid, GC-MS (Gas Chromotography- Mass Spectrometry), LC-MS (Liquid Chromotography-Mass Spectrometry) ve HPLC (High Performance Liquid Chromatography) metodları ile belirlenebilmektedir (28).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Gıdalarda ilk kez 2002 yılında İsveç Ulusal Gıda Komisyonu (NFA) tarafından tespit edilen akrilamid insanlar için karsinojenik ve nörotoksik etkiye sahip olabileceği düşünülen zehirli organik bir bileşiktir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) ve Gıda Tarım Örgütü (FAO)'nün öncülüğünde yapılan çalışmalar doğrultusunda patates kızartması gibi yüksek ısı işlemi sonucunda akrilamid oluşan, karbonhidrat ve protein bakımından zengin gıdaları mümkün olduğunca tüketmekten kaçınılmalıdır. İnsanların gıda tüketimlerinde haşlanmış ürünleri, taze meyve ve sebzeleri tercih etmeleri gerekmektedir. Canlıların sağlığı üzerinde zararlı etkilere yol açan ve etkisi laboratuvar hayvanları üzerinde deneysel olarak belirlenen akrilamid hakkında, gıdalarda yeni tespit edilmiş olmasından dolayı sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak akrilamid ile ilgili çalışmalar uluslararası anlamda önem kazanmakta ve devam etmektedir (27).

Akrilamid oluşumunu engellemek için gıdalar çok uzun süre ve yüksek sıcaklıklarda pişirilmemelidir. Bununla beraber özellikle et ve et ürünlerinin yüksek ısı işlemine maruz bırakılmaları önlenmelidir. Akrilamidin insan sağlığına olan zararlı etkilerini önlemek için risk kaynaklarının azaltılması, gıdaların aşırı pişirilmesinden kaçınılması, sağlıklı gıda seçimi ve gıdalardaki seviyesinin azaltılmaya çalışılması gerekmektedir. Bitkilerin büyüme ve depolama koşullarına dikkat edilmesi gerekmektedir (33).

Bebekler, yetişkinlere göre daha duyarlı yapıya sahip olduklarından annelerin aldıkları gıdalara dikkat etmeleri, verilen gıdalardaki akrilamidin bebekler için daha fazla risk taşıdığının bilinmesi ve akrilamidin insanlar üzerindeki etkisini daha iyi anlayabilmek için PBPK (Physiological Based Pharmaco Kinetic) modeller üzerinde çalışılması gerektiği bildirilmiştir (26, 32).

Gıdalardaki akrilamidin rutin olarak saptanması için güvenilirliği yüksek ve düşük maliyetli etkin metodlar geliştirilmelidir. İlgili laboratuvarlarda akrilamid seviyesi ve pişirme süresi arasındaki ilişki sistematik olarak incelenmelidir. Gıdalarda akrilamid seviyesini en aza indirmeyi amaçlayan çalışmaların sayısı artırılmalıdır. Akrilamid gibi kanserojen etkili bileşikler ve diğer kanserojen maddeler hakkında yeterli veri olanağı sağlamalı, uluslararası boyutlarda basın yayın kuruluşları vasıtasıyla toplum bilgilendirilmelidir (25).

Gıdalar, imalatı sırasında oluşabilecek genotoksik ve karsinojenik maddeler nedeniyle düzenli olarak kontrol edilmelidir. Benzer bileşikler için gıdalar ile birlikte alındıklarında insanların maruz kalma oranları belirlenmelidir. Akrilamid içeren gıdaların tüketime sunulacağı zaman, ürün etiketlerinin üzerine uyarı yazısının konulması gerekmektedir (32).

Gıda gruplarında yapılan çalışmalar, akrilamid oluşumu için gerekli olan zaman, sıcaklık, pH, su aktivitesi gibi unsurları belirlemeye ve gıdalardaki akrilamid seviyesini en aza indirmeye yönelik olması gerektiği önerilmektedir (31).

KAYNAKLAR

1. Becalski A, Lau BP, Lewis D, Seaman SW. Acrylamide in foods; occurrence, source. Los Angeles CA. AOAC. Annual Meeting, 2002, p. 22-26.
2. Chakrabarti T, Ungeheuer P. Health Implications of Acrylamide in Food. Food Safety. Geneva. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. FAO, 2002, p. 1-34.
3. Dearfıeld KL, Douglas GR, Ehling UH, Moore MM, Sega GA, Brusick DJ. Acrylamide a review of its genotoxicity and assessment of heritable genetic risk. Mutat. Res. 1995; 330: 71-99.
4. Dybing E, Sanner T. Risk assessment of acrylamide in food. Toxicol. Sci. 2003; 75: 7-15.
5. European Union. 2002a. Risk Assessment of acrylamide (CAS No. 79-06-1,EINECS No.201-173-7). Risk Assessment Report prepared by the UK on behalf of the European Union in the framework of Council Regulation (EEC) 793/93 on the evaluation and control of the risks of 'existing'substances. European Commision. Joint Research Centre. European Chemicals Bureau, Ispra. 2002. http://ecb.jrc.it/existing-chemicals/. [Erişim Tarihi: 24.10.2008].
6. 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). 2002b.
7. Ölmez H. European Union. 2005a. Acrylamide stakeholders meeting. 24 partners in 14 countries. TÜBİTAK Marmara Research Center (Turkey). 2005. http://www.europa .eu .int/ comm/ food/ food/ chemicalsafety/ contaminants/ heatx_1_en.ppt.[Erişim Tarihi: 02.10.2008].
8. Releases new data on acrylamide levels in food and final action plan. FDA. 2004. http://www.ifst.org/site/cms/contentviewarticle.asp?article=545. [ErişimTarihi: 03.10.2008].
9. Acrylamide in food. FAO. 2005. http://www.fao.org/es/esn/jecfa. [Erişim Tarihi: 01.11.2008].
10. Friedman M. Chemistry, biochemistry and safety of acrylamide. J. Agric. Food Chem. 2003; 51: 4504-4526.
11. Giese J. Acrylamide in Foods. Food Technology. 2002; 56(10): 71-72.
12. Habermann CE. Acrylamide. Encyclopedia Chem. Technol. 1991; 55: 251-266.
13. Kirman C, Gargas MA. Physiologically Based Pharmacokinetic Model for Acrylamide and Its Metabolite, Glycidamide in the Rat. 2003; (22): 253-274.
14. Konings EJM. Acrylamide exposure from foods of the Dutch population and an assessment of the consequent risks. Food Chem. 2003; 51(3): 802-808.
15. Mottram DS, Wedzicha BL, Dodson AT. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. Nature. 2002; 419: 448–449.
16. Richmond P, Borrow R. Acrylamide in Food. The Lancet. 2003; 361(2): 361-362.
17. Rosen J. Acrylamide in food: Is It a real treat to public health? A position paper of Am. Council Sci. Health. 2002; 12: 1-17.
18. Rydberg P, Ericson S, Tareke E, Karlsson P, Ehrenberg L, Tornquvist M. Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. J. Agric. Food Chem. 2003; 51: 7012-7018.
19. Ruden C. Acrylamide and cancer risk-expert risk assessments and the public debate. Food Chemist. Toxicol. 2004; 42: 335-349.
20. Schettgen T, Kutting B, Hornig M, Beckmann M. W, Weiss T, Drexler H, Angerer J. Transplacental exposure of neonates to acrylamide-A pilot study. Int Arch Occup. Environ. Health. in pres. 2004.
21. Simonne H, Archer L. Acrylamide in Foods. Extension. 2002; 10: 1-3.
22. Smith EA, Oehme FW. Acrylamide and polyacrylamide: A review of production. Ecotoxicol Environ Saf. 1996; 35: 121–135.
23. Sorgel F, Weissenbacher R, Kinzig-Schipper M, Hofmann A, Illauer M, Skott A, Landersdorfer C. Acrylamide: Increased concentrations in homemade food and first evidence of its variable absorption from food, variable metabolism and placental and breast milk transfer in humans. Chemother. 2002; 48: 267-274.
24. Stadler RH, Blank I,Varga N, Robert F, Hau J, Guy PA, Robert MC, Riediker S. Acrylamide from Maillard reaction products. Nature. 2002; 419: 449-450.
25. Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Tornqvist M. Acrylamide: A cooking carcinogen? Chem. Resear. Toxicol. 2000; 13:517-522.
26. Tareke E, Rydberg P, Karlsson P, Eriksson S, Tornqvist M. Analysis of Acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. J. Agric. Food Chem. 2002; 51(17): 4998-5006.
27. Tornqvist M, Fred C, Haglung J, Helleberg H, Paulsson B, Rydberg P. Protein adducts: Quantitative and qualitative aspects of their formation, analysis and applications. J.Chromatogr. B. 2002; 85: 172-180.
28. Tyl R, Crump K. Acrylamide in Food. Food Standards Agency. 2003; 5: 215-222.

29. Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. 2005a.
30. Türk Gıda Kodeksi. 2005/31 sayılı Gıda Maddeleri ile Temasta Bulunan Malzemeler Tebliği. 2005b.
31. Acrylamide in: Guidelines for Drinking Water Quality, Health Criteria and other Supporting Information. International Programme on Chemical Safety vol. 2. second ed. Geneva. Word Health Organization, 1996.
32. Acrylamideinfonet. WHO. 2006a. http://www.who.int/foodsafety/publications/chemicals/acrylamide/en. [ErişimTarihi:28.10.2008].
33. Acrylamide in food. WHO 2006b. http://www.who.int/ipcs/food. [ErişimTarihi:28.10.2008].