

Besin Hazırlama ve Pişirme Yöntemlerinin İleri Glikasyon Son Ürünleri Üzerine Etkisi

Burak ERİM

İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü
burakerim@esenyurt.edu.tr
ORCID: 0000-0003-1927-4549

Erdi ERGENE

İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü
erdiergene@esenyurt.edu.tr
ORCID: 0000-0001-7555-5148

Canan HECER

İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü
cananhecer@esenyurt.edu.tr
ORCID: 0000-0003-1156-9510

Geliş tarihi / Received: 15.11.2021

Kabul tarihi / Accepted: 25.01.2022

Öz

Besinlerin ısı ile işlem görmeleri, çeşitli yeni bileşiklerin oluşumuna yol açar. Bunlar, heterosiklik aminler, akrilamid ve ileri glikasyon son ürünleri (İGSÜ'ler) gibi zararlı bileşiklerdir. İGSÜ'ler, diyabet, kardiyovasküler hastalık ve artrit gibi birçok kronik hastalıkla ilişkilidir. İGSÜ'ler, indirgen şekerler ile proteinlerin, lipidlerin veya nükleik asitlerin serbest amino grupları arasında oluşan reaksiyonlardan kaynaklanan geniş ve heterojen bir bileşik grubudur. Son yıllarda sağlıksız beslenme ve hareketsiz yaşam önemli derecede artmıştır. Bu durum, ekzojen İGSÜ alımının ve endojen olarak üretim miktarının artmasına yol açmaktadır. Literatür taraması olarak yapılan bu çalışmanın amacı, İGSÜ'lerin sağlık üzerine olan olumsuz etkilerine karşı dikkat çekmek ve bireyleri sağlıklı besin hazırlama ve pişirme yöntemleri yönünden bilinçlendirmektir.

Anahtar Kelimeler: Besin hazırlama, ileri glikasyon son ürünleri, pişirme yöntemleri

The Effect of Food Preparation and Cooking Methods on Advanced Glycation End Products

Abstract

Heat treatment of foods leads to the formation of various new compounds. They are harmful compounds such as heterocyclic amines, acrylamide and advanced glycation end products (AGEs). AGEs are associated with many chronic diseases such as diabetes, cardiovascular disease, and arthritis. AGEs are a large and heterogeneous group of compounds resulting from reactions between reducing sugars and free amino groups of proteins, lipids, or nucleic acids. In recent years, unhealthy nutrition and sedentary life have increased significantly. This leads to an increase in the production of exogenous AGEs and endogenous production. The aim of this study is to draw attention to the negative effects of AGEs on health and to inform individuals about healthy food preparation and cooking methods.

Keywords: Food preparation, advanced glycation end products, cooking methods

Giriş

Besinler; lezzet, renk ve görünümün yanı sıra güvenlik gibi nedenlerden dolayı pişirme veya ısıtma işlemine tabi tutulur. Önemli miktarda protein ve karbonhidrat içeren birçok besin, ısıtma işlemleri sırasında “İleri Glikasyon Son Ürünleri (İGSÜ)” adı verilen esmerleşme değişikliklerine uğrar (Turner ve Findlay, 2017).

İGSÜ’ler, indirgen şekerin karbonil grubu ile proteinler ve lipitler arasında enzimatik olmayan reaksiyonları sonucu endojen olarak ortaya çıkan kompleks yapılardır. Vücut İGSÜ havuzu, endojen ve ekzojen kaynaklıdır. Ekzojen kaynakları, sigara kullanımı ve İGSÜ içeriği zengin besinlerin tüketilmesi oluşturmaktadır (Vlassara, Uribarri, Cai ve Striker, 2008). İGSÜ oluşumu, normal metabolizmanın bir parçasıdır ancak dokularda ve dolaşımında İGSÜ düzeylerinin yüksek düzeylerde olması Alzheimer hastalığının yanı sıra diyabet ve böbrek hastalıkları gibi birçok hastalıkla da ilişkilendirilmektedir (Guilbaud, Niquet-Leridon, Boulanger ve Tessier, 2016).

Büyük ölçüde ısıtma işlemlere maruz kalmaları sebebiyle modern diyetler, yüksek seviyelerde İGSÜ içeriklerine sahiptirler. Besin kompozis-

yonu, ısıtma işlemi, nem, pH ve pişirme süresi, besinlerde İGSÜ oluşumunu etkileyen faktörlerden bazılarıdır (Gill, Kumar, Singh, Kumar ve Kim, 2019).

Bu derleme, vücuda zararlı etkileri bulunan İGSÜ oluşumu üzerine farklı hazırlama ve pişirme yöntemlerinin, etkisini incelemek amacıyla hazırlanmıştır.

İleri Glikasyon Son Ürünleri

Besinlerin mikrobiyal güvenliğini, raf ömrünü ve lezzetini iyileştirmek için uygulanan ısıtma işlemi, modern besin endüstrisinin ayrılmaz bir parçasıdır. Aynı zamanda besinlerin ısıtma işlemine maruz bırakılması, heterosiklik aminler, akrilamid ve İGSÜ’ler gibi zararlı bileşiklerin oluşumuna yol açmaktadır (Bayındır-Gümüş ve Yardımcı, 2019; Erim, 2019).

Enzimatik olmayan esmerleşme veya glikasyon olarak da adlandırılan Maillard reaksiyonu; yiyeceklere uygulanan ısıtma işlemi sırasında meydana gelen, indirgen şekerlerin karbonil grubu ile amino asitlerin, peptitlerin veya proteinlerin serbest amino grupları arasında gerçekleşen bir dizi enzimatik olmayan reaksiyon

olarak tanımlanır. Bu reaksiyon, besinlerin renk, doku ve lezzetleri üzerinde etkisi olduğu için besin kimyasında büyük önem taşımaktadır (Snelson ve Coughlan, 2019). Maillard Reaksiyonu, 1912 yılında Fransız kimyager Louis-Camille Maillard tarafından keşfedilmiştir. Bu reaksiyon; çay, kahve, ekme, bira gibi besinlerin üretilmesinde ve bu besinlerin kendine has renk, koku ve aromalarına sahip olmasını sağlamaktadır. Sıcaklık, pH, su aktivitesi, nem ve reaktan tipi gibi faktörler reaksiyon hızını etkilemektedir (Garay-Sevilla, Luevano-Contreras ve Chapman-Novakofski, 2016). Reaksiyon hızı genellikle pH ve sıcaklık ile artar. Su aktivitesi, Maillard reaksiyonunun gelişimini etkileyen diğer bir önemli faktördür. Reaktiflerin seyreltilmesi nedeniyle, yüksek su aktivitesi olan besinlerde bu reaksiyon daha az gerçekleşir (Goldberg vd., 2004).

Maillard reaksiyonu ürünleri, İGSÜ'lerin ana kaynakları olarak kabul edilmekle birlikte, lipit peroksidasyonu, monosakkarit otooksidasyonu, yüksek fruktoz ve askorbik asit seviyeleri ile çevresel stres (kuraklık veya aşırı ışık gibi) gibi diğer mekanizmalar da İGSÜ oluşumuna katkıda bulunur (Zhang, Wang ve Fu, 2020).

Maillard reaksiyonuna dayanan İGSÜ'lerin oluşumu üç aşamada gerçekleşir. İlk aşamada, bir Schiff bazı oluşturmak için glukoz enzimatik olmayan bir yolla protein, lipit veya DNA'nın serbest bir amino asidine bağlanır. Bu aşama geri dönüşümlüdür ve başlatılması glukoz yoğunluğuna bağlıdır. İkinci aşamada ise Schiff bazı daha stabil ve geri dönüşümlü olan, erken glikasyon ürünleri olarak da bilinen Amadori ürünlerine dönüşür. Son aşamada ise Amadori ürünleri, karmaşık oksidasyon ve dehidrasyon reaksiyonları ile haftalar ya da aylar içinde geri dönüşümü olmayan İGSÜ'leri oluşturur. Ayrıca, Maillard reaksiyonunun yanı sıra glukozun otooksidasyonu, lipitlerin peroksidasyonu ve poliol yolu aracılığıyla da yeni İGSÜ'ler oluşa-

bilir (Sergi, Boulestin, Campbell ve Williams, 2021).

İGSÜ'ler, fizyolojik koşullar altında tüm vücut dokularında ve sıvılarında proteinlerin, lipitlerin ve nükleik asitlerin enzimatik olmayan glikasyonundan endojen olarak oluşur. İnsan vücudunda bulunan glikasyon ürünleri havuzunun hem endojen oluşumdan hem de diyet, sigara vb. ekzojen İGSÜ'lere maruz kalmasından meydana geldiği kabul edilmektedir (Guilbaud vd., 2016).

İGSÜ'lerin vücut dokularında aşırı birikmesi, yüksek seviyelerde oksidatif stres ve inflamasyona neden olmaktadır. Özellikle tip-2 diyabet, kronik böbrek hastalıkları ve kardiyovasküler bozukluklar gibi çeşitli kronik hastalıkların patogeneze önemli katkıda bulunmaktadır. İGSÜ'lerin patolojik etkileri, İGSÜ reseptörü aracılı ve İGSÜ reseptörü aracısız mekanizmalar olmak üzere iki ayrı mekanizma ile gerçekleşir. Bunlardan ilki İGSÜ'lerin doğrudan vücut proteinleri ile çapraz bağ yaparak yapısal deformasyona yol açması, bir diğeri ise İGSÜ-duyarlı reseptörler aracılığıyla inflamasyona neden olmasıdır (Uribarri vd., 2015; processes that play a major role in the causation of chronic diseases. A 3-d symposium (1st Latin American Symposium of AGEs Karabudak ve Yılmaz, 2018; Nowotny, Schröter, Schreiner ve Grune, 2018).

Yiyecek ve içeceklerde bulunan İGSÜ'nin yaklaşık %10'unun vücuda alındığı belirlenmiştir. Ancak bunların sadece üçte biri idrar ve dışkıyla atılmaktadır. Emilen kısım ise vücutta 72 saate kadar kalmaktadır (He, Sabol, Mitsuhashi ve Vlassara, 2000).

Pişirme teknikleri, temel olarak nemli ısıda ve kuru ısıda pişirme yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Nemli ısıda pişirme; haşlama, kaynama derecesinin altında pişirme, hafif ateşte haşlama, kısık ateşte az suda pişirme, kendi suyu

ile pişirme ve buharda pişirme yöntemlerini kapsamaktadır. Kuru ısıda pişirme yöntemleri ise ızgarada pişirme, fırında kızartma ve fırında pişirme işlemlerini kapsamaktadır (Eraslan, 2017; Gökdemir, 2012; MEB, 2015).

Besin Seçimi, Hazırlama ve Pişirme Yöntemlerinin İGSÜ'ye Etkisi

Bilimsel anlamda pişirme, enerjinin bir ısı kaynağından yiyeceğe aktarılmasıdır. Bu ısı aktarımı ile yiyeceklerin besleyici değerlerini ve lezzetini artırmak, daha sindirilebilir hale getirmek, patojen mikroorganizmaların yok edilmesini sağlamak amaçlanır. Bununla birlikte bazı hazırlama ve pişirme yöntemleri; besin öğelerinin kaybolmasına ve besin değerlerinin azalmasına sebep olduğu gibi pişirme sırasında oluşan bazı maddeler, bu besinlerin sağlığa zararlı hale gelmesine de sebebiyet verebilir (Erim, 2019).

Yiyeceklerin besin öğelerinin ve besin değerlerinin korunabilmesi, zararlı maddelerin oluşumunun önlenmesi pişirme yönteminin doğru seçilmesiyle orantılıdır. Bunun için en sağlıklı yöntem olarak haşlama, buğulama, fırın ve ızgara gibi yağsız ve az yağda pişirme yöntemlerinin uygulanması önerilmektedir (Baysal, 2007).

Yiyeceklerde oluşan İGSÜ'lerin oluşum hızı ve miktarı, besinlerin bileşimi (protein> yağ> karbonhidrat), öncüllerin mevcudiyeti, geçiş metallere varlığı, pro ve antioksidanların mevcudiyeti gibi faktörlere bağlıdır. Ayrıca ısı işlem süresi ve sıcaklığı, reaktanların konsantrasyonları, su varlığı ve pH'nın da İGSÜ oluşum hızı ve miktarı üzerinde belirleyici etkiye sahip oldukları bilinmektedir (Uribarri vd., 2010). Besinlerdeki İGSÜ seviyeleri, Maillard reaksiyonunun ilerleme derecesini etkileyen ısıtma süresi, sıcaklık ve pişirme prosedürünün türü gibi besin işleme parametrelerinin değişti-

rilmesi veya yemek hazırlama sırasında inhibitörler kullanılması ile düşürülebilir (Goldberg vd., 2004).

Katı yağlar, yağlı etler, tam yağlı süt ürünleri, en zengin besinsel İGSÜ kaynaklarıdır. Baklagiller, tam tahıllar, sebze ve meyveler, daha düşük İGSÜ içeriklerine sahiptirler. Karbonhidrat içeriği açısından zengin bu besinler, protein ve yağ içeriği zengin besinlere kıyasla, daha yüksek su içeriği, antioksidan ve vitamin seviyeleri nedeniyle daha düşük miktarlarda İGSÜ içerir. Aynı zamanda karbonhidrat bakımından zengin bu besinler, karbonhidrat metabolizmasını modüle eden ve endojen İGSÜ oluşumuna katkıda bulunan serbest şekerlerin biyoyararlanımını azaltan diyet lifi açısından zengindirler (Uribarri vd., 2010).

Gramı başına en yüksek İGSÜ seviyelerine sahip besinler, kraker, cips ve kurabiye gibi işlenmiş besinlerdir. Bunun nedeni bu yiyeceklerin ısı işlem görmesi ve İGSÜ oluşumunu önemli ölçüde hızlandıran tereyağı, sıvı yağ, peynir, yumurta ve fındık gibi bileşenlerin eklenmesidir (Sharma, Kaur, Thind, Singh ve Raina, 2015).

Isı, karbonil grupları ve amino asitler arasındaki reaksiyonu önemli ölçüde hızlandırır ve farklı moleküler boyut ve bileşime sahip çok sayıda Maillard reaksiyon ürününün oluşumuna yol açar. Sıcaklık değerinin her 10°C yükseltilmesi, Maillard reaksiyonunun hızını en az iki katına çıkarmaktadır. Örneğin, açık tavada orta-düşük ısıda zeytinyağı ile 2 dk pişirilen sahanda yumurtaların, aynı yöntemle fakat yüksek ısıda pişirilen yumurtalara göre yarı yarıya İGSÜ içerdiği görülmüştür (sırasıyla 97 ve 243 kU/100 g). Bu nedenle, özellikle pişirme sırasında İGSÜ oluşumunu azaltmak için besinlerde daha yüksek AGE seviyeleri ürettiği bilinen ızgara, kızartma, derin yağda kızartma ve kavurma gibi pişirme yöntemleri, yüksek sıcaklık ve uzun süreli pişirme ile yiyecek hazırlamaktan kaçınılmalı-

dır. Bunun aksine, haşlama ve buharda pişirme gibi su bazlı hazırlama yöntemlerinin yanı sıra daha kısa pişirme süreleri ve daha düşük pişirme sıcaklıkları, daha düşük miktarlarda İGSÜ oluşumunu sağlayacaktır (Uribarri vd., 2010). Maillard reaksiyonunun oranını etkileyen diğer bir faktör de su aktivitesidir. Dehidrasyon, besin bileşenleri arasındaki teması ve kimyasal reaksiyonu artırır (del Castillo vd., 2020).

Pişirme yöntemlerine göre İGSÜ oluşum düzeylerini sıralayacak olursak fırında kızartma > derin yağda kızartma > kavurma > kızartma > haşlama olarak sıralanmaktadır. Çiğ somonun; İGSÜ içeriği 475 kU/100 g iken, ızgarada pişmiş somonun 3,012 kU/100 g, tavada kızartılmış somonun 2,775 kU/100 g ve sıvı içerisinde pişirilmiş somonun İGSÜ içeriği ise 974 kU/100 g'dır (Yılmaz ve Karabudak, 2016; Turner ve Findlay, 2017). İGSÜ oluşumunu etkileyen bir diğer önemli faktör ise Maillard reaksiyonunun hem hızını hem de yönünü etkileyen, reaktanların başlangıç pH'sı ve metabolizmanın tamponlama kapasitesidir.

Düşük veya asidik pH, yeni İGSÜ gelişimini durdurur. Bazı besinlerin hazırlanması sırasında sodyum bikarbonat (kabartma tozu) ilavesi, karışımın pH'sını ve dolayısıyla İGSÜ oluşumunu artırır. Ayrıca sirke, domates suyu veya limon suyu gibi asidik marinatların kullanılmasıyla etlerde İGSÜ oluşumu %50'ye kadar azaltılabilir. Örneğin, limonla birlikte haşlanan tavuğun toplam İGSÜ içeriği 957 kU/100 g iken, limonsuz haşlanan tavukta bu miktar 1,123 kU/100 g'dır (Sharma vd., 2015). Öte yandan, çok sayıda bitkide, insan vücudunda ve işlenmiş besinlerde İGSÜ oluşumunu engelleyebilen biyoaktif bileşikler bulunmaktadır. Polifenoller (fenolik asitler, flavonoidler, stilbenler ve lignanlar) anti-İGSÜ aktivitesi göstermektedir (Inan-Eroglu, Ayaz, Buyuktuncer ve 2020).

Sonuç ve Öneriler

Artan ekzojen İGSÜ yükü, bireyleri diyabet, obezite, kalp hastalıkları, böbrek yetmezliği ve demans gibi sağlık sorunlarına daha yatkın hale getirdiği için bu endişe verici bir durumdur. Beslenme bilimi ve insan beslenmesinde İGSÜ kavramı giderek daha önemli bir hale gelmektedir. Akıllı yiyecek seçimi ve besinlerin hazırlama-pişirme yöntemlerini değiştirerek diyetle alınan İGSÜ seviyeleri önemli ölçüde düşürülebilir. Genel olarak; yağlı besinler, kırmızı et, işlenmiş ve fast food gibi yüksek düzeylerde İGSÜ içeren besinlerden uzaklaşmak ve daha çok meyve ve sebzelere, tam tahıllara, yağsız etlere ve balıklara odaklanan bir diyet tarzını benimsemek, sadece İGSÜ alımını azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda diğer önemli beslenme hedeflerine ulaşılmasına da yardımcı olacaktır. Tüm besinlerde, daha yüksek sıcaklıklara ve daha düşük nem seviyelerine maruz kalma, daha düşük sıcaklıklarda veya daha fazla nemle hazırlanan yiyeceklere kıyasla daha yüksek İGSÜ seviyeleri oluşumuna yol açar. Özellikle ızgara, kavurma ve kızartma gibi pişirme yöntemleri yeni İGSÜ oluşumunu artırır ve hızlandırır.

Nemli ısıda pişirme yöntemleri, pişirme sırasında İGSÜ oluşumunu engellemenin en iyi yoludur. Özellikle et ve kümes hayvanlarını pişiren ızgara ve kavurma gibi kuru ısıda pişirme yöntemleri daha az kullanılmalıdır. Bununla birlikte, ızgara veya kavurma yöntemleri kullanıldığında, İGSÜ miktarını azaltmak için limon suyu ve sirke gibi asitli marinatlar ile marinyasyon tercih edilmelidir. Büyük parçalara göre daha hızlı pişmelerinden dolayı küçük et parçaları, kümes hayvanları veya deniz ürünlerinin kullanılması İGSÜ oluşumunu kısıtlar.

Şiş veya ızgara teli, biftek veya tavuk parçaları pişirmek için kullanılabilir. Şiş et ve sebze pişirenken, et ve sebze parçaları şişin üzerinde yak-

laşık yarım cm aralıklarla yerleştirilmelidir. Bu, besinlerin daha hızlı pişmesine yardımcı olur. Köftelerin kenarlarının ortadan biraz daha kalın olacak şekilde şekillendirilmesi, daha hızlı ve eşit pişirilmesini sağlar.

Etler, fazla pişirmekten kaçınılmalıdır. Az veya orta-az pişmiş etlerin İGSÜ içerikleri, iyi pişmiş etlerden daha düşüktür. Salmonella ve E. coli gibi besin kaynaklı hastalıklardan korunmak için etler, önerilen güvenli minimum pişirme sıcaklıklarında pişirilmelidir.

İGSÜ oluşumunu azaltmaya yardımcı olması için paslanmaz çelik, dökme demir ve diğer metallerin aksine seramik ve diğer yapışmaz pişirme yüzeyleri kullanılabilir.

İGSÜ içerikleri doğal olarak düşük olan ve İGSÜ oluşumunu azaltan sebze, meyve ve tam tahıllara her öğünde yer vererek İGSÜ'lerin zararlı etkileri en aza indirilebilir.

Kaynakça

Bayındır Gümüş, A., Yardımcı, H. (2019). Pişirme sonucu meydana gelen mutajenik karsinogenik bileşikler. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(2), 136-141.

Baysal, A. (2007). Beslenme (11.Baskı). Ankara: Hatiboğlu Yayınevi.

Del Castillo, M. D., Iriando-DeHond, A., Iriando-DeHond, M., Gonzalez, I., Medrano, A., Filip, R., Uribarri, J. (2020). Healthy eating recommendations: good for reducing dietary contribution to the body's advanced glycation/lipoxidation end products pool? *Nutrition Research Reviews*, 34(1), 48-63. Doi: 10.1017/S0954422420000141

Eraslan, N. (2017). Pişirme Yöntemleri (3.Geliştirilmiş Baskı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Erim, B. (2019). Üniversite öğrencilerinde tahmini "ileri glikasyon son ürünleri (AGE)" alım düzeylerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Garay-Sevilla, M. E., Luevano-Contreras, C., Chapman-Novakofski, K. (2016). Nutritional Modulation of Advanced Glycation End Products. In: Malavolta, M. ve Mocchegiani, E. (Eds.), *Molecular Basis of Nutrition and Aging: A Volume in The Molecular Nutrition Series*. DOI: 10.1016/B978-0-12-801816-3.00020-0

Gill, V., Kumar, V., Singh, K., Kumar, A., Kim, J. J. (2019). Advanced Glycation End Products (Ages) May Be A Striking Link Between Modern Diet And Health. *Biomolecules*, 9(12), 888. DOI: 10.3390/biom9120888

Gökdemir, A. (2012). Pişirme Yöntemleri 1 - 2. Ankara: Detay Yayıncılık.

Goldberg, T., Cai, W., Peppia, M., Dardaine, V., Baliga, B. S., Uribarri, J., Vlassara, H. (2004). Advanced glycoxidation end products in commonly consumed foods. *Journal of the American Dietetic Association*, 104(8), 1287-1291

Guilbaud, A., Niquet-Leridon, C., Boulanger, E., Tessier, F. (2016). How Can Diet Affect the Accumulation of Advanced Glycation End-Products in the Human Body? *Foods*, 5(4), 84. DOI:10.3390/foods5040084

He, C., Sabol, J., Mitsuhashi, T., Vlassara, H. (1999). Dietary glycotoxins: Inhibition of reactive products by aminoguanidine facilitates renal clearance and reduces tissue sequestration. *Diabetes*, 48(6), 1308-1315.

Inan-Eroglu, E., Ayaz, A., Buyuktuncer, Z. (2020). Formation of advanced glycation endproducts in foods during cooking process and underlying mechanisms: A comprehensive re-

view of experimental studies. *Nutrition Research Reviews*, 33(1), 77-89.

Karabudak, E., Yılmaz, B. (2018). Diyet kaynaklı ileri glikasyon son ürünleri ve sağlık üzerine etkileri. *Acibadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 9(4), 349-356.

MEB (2015). Yemek Pişirme. Ankara. www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Yemek%20Pi%C5%9Firme.pdf

Nowotny, K., Schröter, D., Schreiner, M., Grune, T. (2018). Dietary advanced glycation end products and their relevance for human health. *Ageing Research Reviews*, 47, 55-66.

Sergi, D., Boulestin, H., Campbell, F. M., & Williams, L. M. (2021). The role of dietary advanced glycation end products in metabolic dysfunction. *Molecular Nutrition and Food Research*, 65(1):e1900934. DOI: 10.1002/mnfr.201900934

Sharma, C., Kaur, A., Thind, S. S., Singh, B., Raina, S. (2015). Advanced glycation End-products (AGEs): an emerging concern for processed food industries. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 7561-7576.

Snelson, M., Coughlan, M. T. (2019). Dietary advanced glycation end products: Digestion, metabolism and modulation of gut microbial ecology. *Nutrients*, 11(2):215.

Turner, D., Findlay, V. (2017). Biological Implications of Diet-Derived Advanced Glycation End Products on Carcinogenesis (ss. 189-202). Florida: CRP Press.

Uribarri, J., Woodruff, S., Goodman, S., Cai, W., Chen, X. U. E., Pyzik, R., Yong, A., Striker, G. E. (2010). AGE's in foods and practical ways to reduce them. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6), 911-916.

Uribarri, J., del Castillo, M. D., de la Maza, M. P., Filip, R., Gugliucci, A., Luevano-Cont-

reras, C., Macías-Cervantes, M. H., Markowicz Bastos, D. H., Medrano, A., Menini, T., Portero-Otin, M., Rojas, A., Sampaio, G. R., Wrobel, K., Wrobel, K., Garay-Sevilla, M. E. (2015). Dietary advanced glycation end products and their role in health and disease. *Advances in Nutrition*, 6(4), 461-473.

Uribarri, J., Woodruff, S., Goodman, S., Cai, W., Chen, X., Pyzik, R., Yong, A., Striker, G. E., Vlassara, H. (2010). Advanced glycation end products in foods and a practical guide to their reduction in the diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(6), 911-916.

Vlassara, H., Uribarri, J., Cai, W., Striker, G. (2008). Advanced glycation end product homeostasis: Exogenous oxidants and innate defenses. *Journal of the American Dietetic Association*, 112(6), 46-52.

Yılmaz, B., Karabudak, E. (2016). Besinlerdeki ileri glikasyon son ürünleri ve azaltma yöntemleri. *Beslenme ve Diyetetik Dergisi*, 44(3), 280-288.

Zhang, Q., Wang, Y., Fu, L. (2020). Dietary advanced glycation end-products: Perspectives linking food processing with health implications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19, 2559-2587.