



Ticari Olarak Satışa Sunulan Farklı Hazır Çorbalardaki Glioksal ve Metilglioksal Bileşiklerinin HPLC ile Araştırılması

Jale Çatak^{1*}, Sema Şule Arın²

^{1*}İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-2718-0967), jalecatak@gmail.com

² İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0002-3991-2926), semasulearin@hotmail.com

(İlk Geliş Tarihi 10 Aralık 2021 ve Kabul Tarihi 25 Mart 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1035279)

ATIF/REFERENCE: Çatak, J. & Arın, S.Ş. (2022). Ticari Olarak Satışa Sunulan Farklı Hazır Çorbalardaki Glioksal ve Metilglioksal Bileşiklerinin HPLC ile Araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (35), 47-53.

Öz

Günümüzde, işlenmiş gıdaların tüketimi hızla artmaktadır. Toplumun beslenme şeklindeki bu farklılık ile beraber, AGE'lere maruz kalma durumu da artmaktadır. Bu araştırmanın amacı, işlenmiş gıdalar içerisinde yer alan ve sıklıkla tüketilen hazır toz çorbalardaki GO ve MGO içeriklerinin ölçülmesi ve karşılaştırılmasıdır. Araştırmada, 30 farklı hazır toz çorba örneği İstanbul'daki çeşitli marketlerden alınmıştır. Örneklerdeki GO ve MGO içerikleri HPLC ile belirlenmiştir. Hazır çorbaların GO miktarları 83,7 – 346,8 µg/100 g aralığında tespit edilirken, MGO miktarları 49,8 – 607 µg/100 g aralığında bulunmuştur. En yüksek GO miktarı kremalı domates çorbasında (346,8 µg/100 g), en düşük GO miktarı ise kremalı tavuk çorbasında (83,7 µg/100 g) belirlenmiştir. Diğer taraftan, en yüksek MGO değeri mercimek çorbasında (607 µg/100 g), en düşük MGO değeri şehriyeli tavuk çorbasında (49,8 µg/100 g) belirlenmiştir. İncelenen hazır çorbaların AGE içeriklerinin, ürünlerin içerisine eklenen yağ, tuz ve şeker gibi bileşenlere bağlı olarak değişebildiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: AGE, Glioksal, Metilglioksal, Hazır çorba.

Investigation of the Glyoxal and Methylglyoxal Compounds in Different Commercially Available Instant Soups by HPLC

Abstract

Glyoxal (GO) and methylglyoxal (MGO) compounds are precursors of advanced glycation end products (AGEs). Today, processed foods' consumption has considerably increased. Changes in eating habits also increase exposure to AGEs. This study aimed to measure and compare the content of AGEs in powder soups consumed frequently among processed foods. In the research, 30 different instant powder soup were obtained from different marketplaces in Istanbul. The contents of GO and MGO in the soups were determined by HPLC. The GO amounts of the instant soups were detected between 83.7–346.8 µg/100 g, while MGO amounts were between 49.8–607 µg/100 g. The highest GO amount was in creamy tomato soup (346.8 µg/100g), while the lowest GO amount was in creamy chicken soup (83.7 µg/100 g). On the other hand, the highest MGO value was in lentil soup (607 µg/100 g), while the lowest MGO value was detected in chicken soup with noodles (49.8 µg/100 g). It has been observed that the AGE contents of the examined instant soups can vary depending on the constituents such as oil, salt, and sugar added to the products.

Keywords: AGE, Glyoxal, Methylglyoxal, Instant soup.

* Sorumlu Yazar: jalecatak@gmail.com

1. Giriş

Son yıllarda tüm dünyada hazır toz çorbalar; taşıma ve saklama koşullarının kolaylığı ve konserve halinde bulunan çorbalar ile kıyaslandığında hacminin düşük olması sebebiyle, sık tercih edilen alternatif gıdalardan olmuştur. Hazır toz çorbalar, üzerine yeterli miktarda su ilave edildikten sonra, kısa bir süre içerisinde kaynatma işlemiyle yenilebilir duruma getirilen pratik gıdalardır. Hazır karışım çorbaları; hububat ve bunlardan elde edilen unlar, nişasta, bakliyat ve bakliyat unları, kurutulmuş sebzeler, yoğurt, kurutulmuş süt ürünleri, maya özütü, kurutulmuş et, tavuk eti veya et ürünleri, tuz, baharat ve bitkisel yağ gibi malzemelerin farklı şekillerde birbirleriyle karışımı sonucunda elde edilerek tüketiminin seçimine sunulan kurutulmuş gıdalardır (Karapınar ve Gönül, 1989).

Glioksal (GO) ve metilglioksal (MGO) bileşikleri, ileri glikasyon son ürünlerinin (AGEs) öncülleridir. AGE'ler, proteinlerin, yağların ve nükleik asitlerin non-enzimatik glikasyonu sonucunda endojen olarak meydana gelen heterojen yapıli bileşiklerdir (Yılmaz ve Karabudak, 2016). AGE'ler, endojen şekilde üretildiği gibi sigara ve besinler yolu ile ekzojen olarak da vücuda alınmaktadır. Ekzojen AGE'ler, besinlerin içeriğinden (protein, yağ ve karbonhidrat) ve bu içeriklerin miktarından da etkilenebilmektedir. AGE'lerin oluşumunda önemli olan bir diğer etmen ise besinlerin maruz kaldığı ısıli işlemler olarak bilinmektedir (Sharma vd., 2015).

AGE oluşumu endojen olarak, insan metabolizmasının doğal bir parçasıdır. AGE oluşum reaksiyonu glikasyonun, Schiff bazı üretmek için indirgen şekerlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin amino gruplarına bağlanmasıyla başlamaktadır. Bu Schiff bazı, kararsız Amadori ürünlerini yeniden oluşturarak daha kararlı Amadori ürünlerine dönüştürür. Reaksiyon sonunda oluşan bu ürünler, GO, MGO ve 3-deoksiglukozon gibi geri dönüşümü olmayan ve oldukça reaktif karbonil bileşiklerine dönüşür (Luevano-Contreras ve Chapman-Novakofski, 2010).

Besinlerin içeriği, hazırlık basamağı ve ısıli işlem (pişirme) aşamaları, pH ve nem gibi birden fazla etmen doğrudan ya da dolaylı bir biçimde AGE'lerin oluşumuna sebep olmaktadır. Protein ve yağ miktarı açısından yüksek içeriğe sahip gıdalar, karbonhidrat miktarı fazla olan gıdalara oranla daha fazla miktarlarda AGE içermektedir. Besinlerle birlikte insan vücuduna alınan diyetel AGE'ler (dAGEs) büyük oranda Maillard reaksiyonu sonucunda oluşmaktadır. Maillard reaksiyonu oluşumunu ve hız düzeyini etkileyen faktörler, AGE'lerin üretilmesini ve vücuda alım oranını değiştirmektedir (Yaman, 2021).

AGE'lerin vücutta birikmesi ile, yaşlanma, diyabetik komplikasyon, insülin direnci, kardiyovasküler hastalık, Alzheimer, hipertansiyon, Parkinson hastalığı, böbrek hastalığı, artrit, nefropati, multipl skleroz ve böbrek yetmezliği gibi bazı kronik hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Dolaşımda aşırı miktarda bulunan AGE, hücre yüzeyine tutunarak ve proteinlerle çapraz bağlanarak, enflamasyon ve oksidatif strese sebep olur. AGE'lerin diyetle alınımının serum AGE düzeyleri ile bağlantılı bağlantılı olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Schleicher ve Friess, 2007). Giderek farklılaşan yaşam koşullarında, işlenmiş gıdaların tüketimi de hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak, besinler ile alınan şeker ve yağ miktarlarında da artış görülmektedir. Beslenme alışkanlıklarındaki bu tür değişimler beraberinde insan vücudunun AGE'lere olan maruziyetini de arttırmaktadır (Poulsen, vd., 2013). Bu

çalışmanın amacı, ticari olarak satışa sunulan hazır toz çorba ürünlerindeki glioksal ve metilglioksal miktarlarının yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmesi ve değerlendirilmesidir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Kimyasallar

Glioksal, metilglioksal, 4-nitro-1,2-fenilendiamin, asetonitril, metanol ve sodyum asetat Sigma-Aldrich'ten (St. Louis, MO, ABD) temin edilmiştir.

2.2. Örneklem

Bu araştırmada, 30 farklı çeşit hazır toz çorba ürünü İstanbul'daki farklı marketlerden satın alınmıştır.

2.3. Glioksal ve Metilglioksal Ekstraksiyonu ve Türevlendirmesi

Öncelikle, tüm örnekler homojenize edildi ve 2 g çorba örneği tartılarak 50 ml'lik plastik falkon tüpüne konuldu. Devamında, üzerine 25 mL metanol ilave edildikten sonra 1 dakika vortekslenerek, 8000 rpm'de 5 dakika boyunca santrifüj edildi. Numuneler santrifüj edildikten sonra süpernatantdan 0,5 mL, 10 mL'lik cam tüp içine alındı ve bu numunenin üzerine pH: 3 fosfat tampon ilave edildi. Bu işlem sonrasında, türevlendirme işleminin gerçekleşmesi için üzerine 0,5 mL 4-nitro-1,2- fenilendiamin çözeltisinden eklendi. Numuneler, 70 °C'de 20 dakika boyunca inkube edildi. Son olarak, numuneler 0,45 µm'lik selüloz asetat filtreden geçirildikten sonra HPLC cihazına verildi (Yaman, 2021; Cengiz vd. 2020; Çatak, 2020).

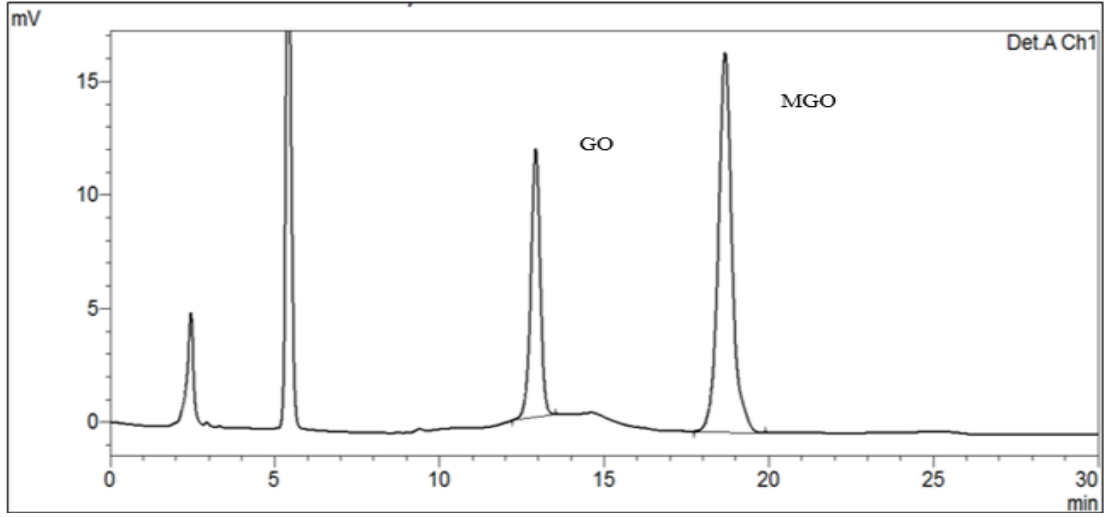
2.4. Glioksal ve Metilglioksal'ın HPLC ile Belirlenmesi

Glioksal ve metilglioksalın belirlenmesinde, Shimadzu SPD-20A UV/VIS dedektörü ve Shimadzu LC 20AT pompanın (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) oluşturduğu HPLC sistemi kullanılmıştır. Mobil faz, Metanol:Su:Asetonitril (42:56:2 v/v/v)'den oluşmaktadır. Glioksal ve metilglioksal Inersil ODS-3 kolon ile ayrıldı. Dedektörün dalga boyu 255 nm olarak ayarlanırken, akış hızı 1 ml/dk'ya, kolon fırın sıcaklığı ise 30°C'ye ayarlandı.

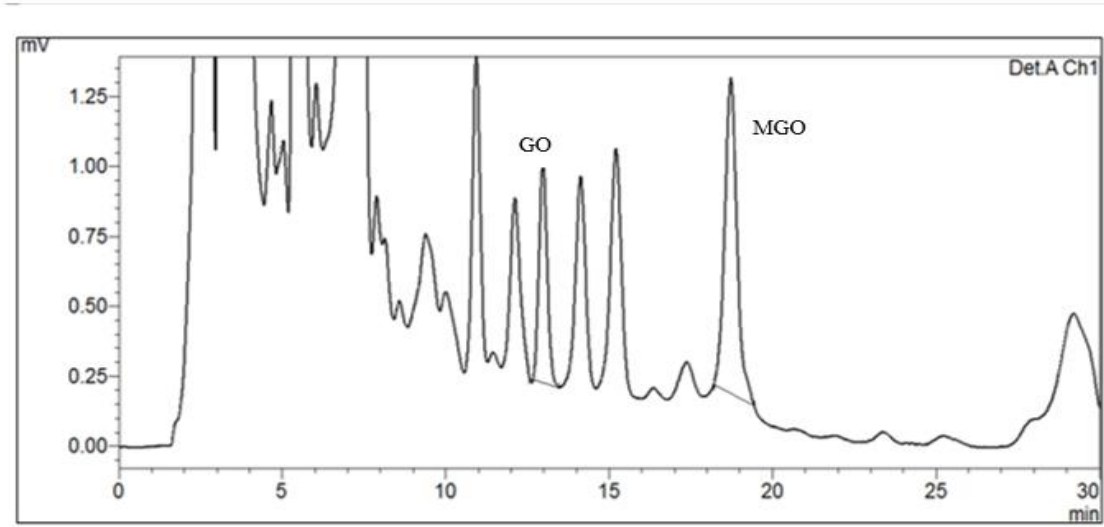
3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Glioksal ve Metilglioksal'ın standart ve örneğe ait HPLC kromatogramları Şekil 1. ve Şekil 2.'de sunulmuştur. Hazır çorba örneklerinin içerisinde bulunan AGE öncüllerinden olan GO ve MGO miktarları HPLC yöntemiyle tespit edilerek sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur. Yapılan analizler sonucunda, örneklerin GO miktarları 83,7 – 346,8 µg/100 g aralığında değişmektedir.

En yüksek GO değeri 12. numune olan kremalı domates çorbasında (346,8 µg/100 g) tespit edilirken, en düşük GO miktarı ise 2. numune olan kremalı tavuk çorbasında (83,7 µg/100 g) ölçülmüştür. MGO miktarları ise 49,8 – 607 µg/100 g aralığındadır. MGO miktarları karşılaştırıldığında ise en yüksek değer 16. numune olan mercimek çorbasında (607 µg/100 g) belirlenirken, en düşük MGO değeri 7. numune olan şehriyeli tavuk çorbasında (49,8 µg/100 g) belirlenmiştir.



Şekil 1. GO ve MGO standart HPLC kromatogramı (Figure 1. HPLC chromatogram of GO and MGO standards)



Şekil 2. GO ve MGO örnek HPLC kromatogram (Figure 2. HPLC chromatogram of GO and MGO in sample)

Gliksal ve metilgliksal toplam değerlerine bakıldığında en yüksek değer 12. numune olan kremalı domates çorbasında (919,9 µg/100 g), en düşük değer ise 2. numune olan kremalı tavuk çorbasında (149,5 µg/100 g) görülmüştür. Örneklerin toplam AGE içerikleri Şekil 3’de gösterilmiştir.

Hazır çorbalar, kurutulmuş et ve sebzeler, baharatlar, un, makarna, süt tozu vb. bileşenlerin karışımından yapılan işlenmiş gıdalardandır. Bu tür yiyecekler pratiktir, hazırlaması kolaydır ve günümüz yaşam tarzına uygundur. Bazı hazır çorbalar ambalaj türlerinin çeşitliliğine göre, sıvı veya macun formunda da bulunabilmektedir. Tüketmek için su ile karıştırılırlar. Mikrodalgada veya fırında ısıtılabilirler. Bu faktörlere ek olarak, kuru gıda sektörü, özellikle çorbalar, çeşitlendirilmiş tatların çekiciliği nedeniyle tüketici sayısını artırmaktadır (Martins vd., 2013; Louzada vd., 2015).

Hazırlanan çorba karışımlarının toz haline getirilebilmesi için, üretim aşamasında ısıya maruz bırakılarak kurutulması gerekmektedir. Çorbaların içerisine eklenen kurutulmuş sebzeler de mevcuttur. Çalışmamızda, kremalı domates çorbası en yüksek AGE değerine sahiptir ve içeriğinde kurutulmuş öğütülmüş domatesler bulunmaktadır. Paketli çorba ürünlerine gıda işleme

aşamasında eklenen yumurta, hardal, soya sosu, badem, fındık, antep fıstığı ve susam gibi yağ ve protein miktarı açısından oldukça yüksek maddelerin eklenmesi de AGE miktarlarını arttırmaktadır. Çorba karışımları hazırlanırken içerisine eklenen aroma karışımlarının ve yağlı karışımların, hazır çorbaların AGE miktarlarını etkilediği düşünülmektedir. Tablo 1’de görüldüğü gibi en yüksek yağ içeriğine sahip olan çorba, 5,5 g ile 11. numune olan ezogelin çorbasıdır. En düşük yağ içeriğine sahip çorba ise 0,4 g ile 20. numune olan şehriyeli tavuk çorbasıdır. En yüksek GO, MGO ve toplam AGE miktarına sahip olan 12. numune olan kremalı domates çorbasının yağ miktarı ise 3,3 g’dır. Hazır çorbaların besin içeriklerinin protein ve karbonhidratlar açısından farklılıklar içermesi, eklenen aromatik maddeler ve kurutulup toz haline getirilmeleri sırasında farklı işlemlerden ve sıcaklıklardan geçmelerinin, bu ürünlerdeki GO ve MGO oluşumunu etkilediği düşünülmüştür. Ayrıca, çorbalara katılan tuz ve şeker oranları da sonuçları etkilemektedir.

Hazır çorbalarındaki toplam AGE miktarları karşılaştırıldığında, 12. örnek kremalı domates çorbasının 919,9 µg/100 g ile en yüksek, 2. örnek kremalı tavuk çorbasının ise 149,5 µg/100 g ile en düşük değere sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Hazır çorbalarda ölçülen GO ve MGO miktarları ve beyan edilen yağ miktarları (Table 1. Measured GO and MGO amounts in instant soups and declared fat amounts)

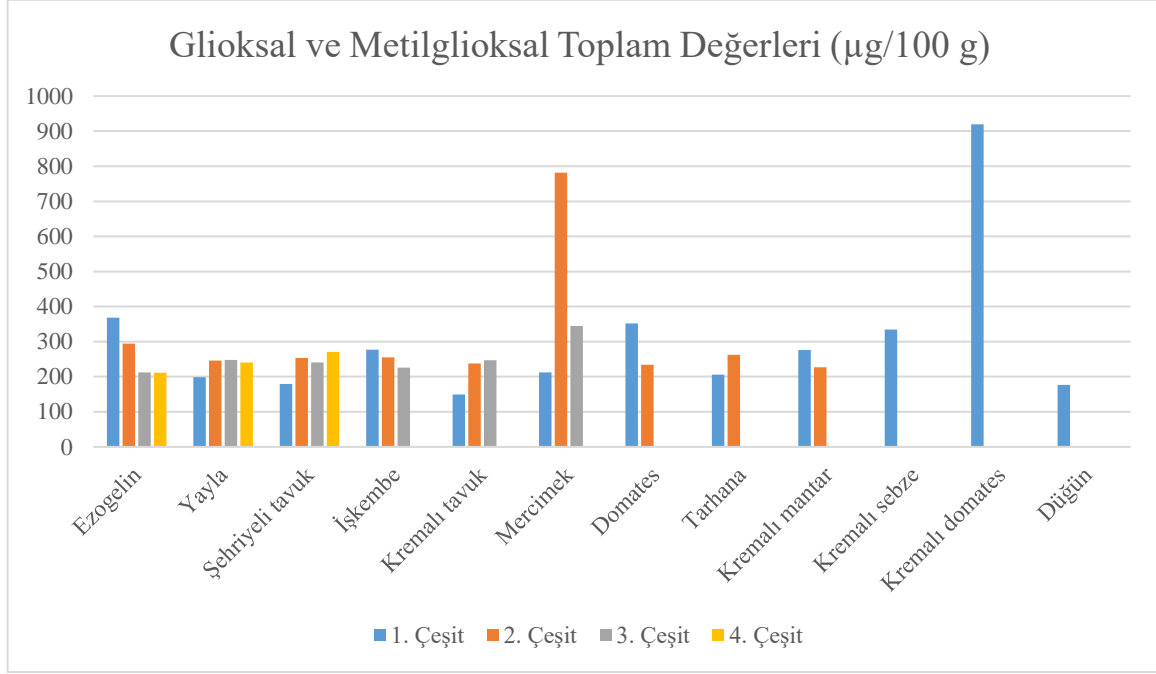
Hazır çorba örneği	GO (µg/100 g)	MGO (µg/100 g)	Beyan edilen yağ miktarları (g/100 g)
1. İşkembe	103,7±3,7	173,4±6,1	3,77
2. Kremalı Tavuk	83,7±2,9	65,8±2,3	4,57
3. Domates	155,5±5,5	196,3±6,9	1,76
4. Ezogelin	195,3±6,9	173,4±6,1	1,65
5. Yayla	136,5±4,8	61,8±2,2	2,79
6. Mercimek	140,5±5,0	71,8±2,5	2,11
7. Şehriyeli tavuk	129,6±4,6	49,8±1,8	1,23
8. Tarhana	140,5±5,0	65,8±2,3	2,09
9. Dügün	86,7±3,1	89,7±3,2	1,6
10. Kremalı Sebze	174,4±6,1	160,5±5,7	2,3
11. Ezogelin	189,4±6,7	104,7±3,7	5,5
12. Kremalı Domates	346,8±12,2	573,1±20,2	3,3
13. Şehriyeli Tavuk	180,4±6,4	72,8±2,6	1,6
14. Tarhana	143,5±5,1	118,6±4,2	1
15. Yayla	136,5±4,8	109,6±3,9	4,4
16. Mercimek	174,4±6,1	607,0±21,4	2,7
17. Kremalı Mantar	165,4±5,8	110,6±3,9	2,3
18. Ezogelin	146,5±5,2	68,8±2,4	3,25
19. İşkembe	137,5±4,8	117,6±4,1	2
20. Şehriyeli Tavuk	158,5±5,6	81,7±2,9	0,4
21. Kremalı Tavuk	155,5±5,5	82,7±2,9	2
22. Mercimek	116,6±4,1	228,2±8,0	2,8
23. Yayla	124,6±4,4	123,6±4,4	1,5
24. Şehriyeli Tavuk	189,4±6,7	81,7±2,9	1,2
25. Domates	132,6±4,7	101,7±3,6	1
26. İşkembe	150,5±5,3	75,7±2,7	1
27. Kremalı Tavuk	158,5±5,6	88,7±3,1	1,4
28. Yayla	130,6±4,6	109,6±3,9	1,2
29. Ezogelin	132,6±4,7	78,7±2,8	1,2
30. Kremalı Mantar	138,5±4,9	88,7±3,1	1,3

Şeker ve tuz miktarları açısından, ürün paketleri üzerinde beyan edilen miktarlar incelendiğinde, toplam AGE miktarı en yüksek bulunan 12. örnek kremalı domates çorbasının şeker miktarı 18,5 g, tuz miktarı 10,1 g'dır. Diğer taraftan, toplam AGE miktarı en düşük olan 2. örnek kremalı tavuk çorbası için

beyan edilen şeker miktarı 2,77 g, tuz miktarı ise 8,88 g'dır. Özellikle şeker miktarı açısından örnekler arasında ciddi fark bulunmaktadır. Sonuçlarımız, ürün içeriğindeki şeker miktarı arttıkça, AGE oluşumunun da önemli derecede arttığını desteklemektedir (Çatak vd., 2022). Mariutti ve Bragagnolo (2017), yaptıkları çalışmalarında, gıdalara tuz eklenmesi ile birlikte lipid oksidasyonunun meydana gelebileceğini bildirmiştir. Tuz ilavesi, antioksidan enzimlerin aktivitesini

azaltarak, lipid oksidasyonunu ve antioksidan enzimlerin inhibisyonunu arttırmaktadır (Mariutti ve Bragagnolo, 2017). Kraker ve cipsler üzerinde yapılan bir çalışmada, GO ve MGO seviyeleri belirlenip karşılaştırıldığında, krakerlerin cipslerden daha fazla miktarda GO ve MGO içerdiği görülmüştür. Etiket bilgilerine göre krakerlerin tuz içeriğinin cipslere göre daha

yüksek olduğu görülmüştür. Krakerlerdeki yüksek tuz içeriğinin, artan GO ve MGO miktarının sebebi olabileceği kanısına varılmıştır. Ek olarak, bu sonuçların, yağın çeşidine, pişirme sıcaklığına ve diğer bileşenlere bağlı olabileceği de bildirilmiştir (Cengiz vd., 2020).



Şekil 3. Hazır toz çorba örneklerinin GO ve MGO toplam değerleri (Figure 3. Total GO and MGO values of instant soup samples)

Yapılan çalışmalar, fruktoz miktarı artışının, Maillard reaksiyonu gerçekleşen işlenmiş gıdalardaki MGO veya AGE'ler ile korelasyon içinde olduğunu göstermektedir. Mısır şurubu içeren yüksek fruktozlu alkolsüz içeceklerde Maillard reaksiyonu sonucu yüksek miktarda MGO ve Amadori ürünleri oluşmaktadır (Tan vd., 2010).

İşlenmiş gıdalarda oluşan AGE'lerin miktarı ve çeşitliliği, öncülleri, reaksiyon süresi, işlem türü ve sıcaklığı, pH ve nem içeriği gibi faktörlerle ilişkilidir (Vlassara ve Uribarri, 2004). Genel olarak, besinlerin sahip olduğu yağ içeriği ve yüksek pişirme sıcaklığı AGE öncüllerinin oluşumunu artırmaktadır (Sharma vd., 2015). Yapılan çalışmalarda, farklı pişirme yöntemleri uygulanan besinlerdeki karboksimetil-lisin (CML) ve MGO miktarları arasında önemli bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Besinlere uygulanan pişirme sıcaklığının artırılması CML miktarının da 200 kat artmasına sebep olmaktadır. CML seviyesi, diyetle bulunan besinlerdeki AGE miktarını belirlemek için kullanılmaktadır (Uribarri vd., 2010).

Gıdalardaki yağ ve protein miktarlarının artması ile doğru orantılı olarak CML miktarı da artış göstermektedir. Örnek olarak tereyağı, zeytinyağı, kurabiye ve bisküvi gibi yüksek yağ içeriğine sahip gıda ürünleri yüksek seviyelerde CML içermektedir. Besinlerin içerdiği yağ oranı ve MGO seviyesi arasında da önemli bir ilişki bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada, yağ oranı yüksek olgunlaştırılmış peynirlerin, daha az yağ içeriğine sahip mozzarella ve çedar gibi peynirlere göre daha yüksek seviyelerde AGE içerdiği gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, su içeriği yüksek olan süt ve yoğurt gibi besinler AGE içeriği bakımından fakirdir. Tam yağlı süt ve yoğurtlarda da durum aynı şekildedir (Uribarri, vd., 2010). Pişirmede uygulanan

ısı işlemler besinlerdeki AGE üretimine katkı sağlar, buna rağmen peynir gibi pişirilmemiş besinlerde de AGE miktarı yüksek olabilmektedir. Bunun nedeninin, pastörizasyon işlemi ve peynirlerde uygulanan bekletme süresi (örneğin küflendirme veya yıllandırma) sırasında meydana gelen AGE oluşumundan kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Ahmed vd., 2005).

Tereyağı, mayonez, krem peynir ve margarin gibi yağ miktarı yüksek olan sürülebilir besinler, yüksek miktarda dAGE içeriğine sahiptir. Pişirmede kullanılan pişirme yağının çeşidi, farklı miktarlarda dAGE oluşumuna sebep olmaktadır (O'Brien vd., 1989). En yüksek AGE seviyeleri; AGE oluşumunu hızlandıran tereyağı, yağ, peynir, yumurta ve kuruyemiş gibi gıda katkı maddelerinin işleme aşamasında gıdalara eklenmesi sebebiyle cips, kraker ve kurabiye gibi kuru ısıda işlenmiş besinlerde tespit edilmiştir (Story vd., 1996).

AGE'ler hayvansal kaynaklı çığ gıdalarda doğal olarak bulunmakta ve pişirme işlemi AGE oluşum miktarını artmaktadır. Özellikle ızgara, kızartma ve kavurma gibi pişirme yöntemleri AGE oluşumunu etkilemektedir (Vlassara ve Uribarri, 2004). Besinlere uygulanan ısı işlemin yüksek sıcaklıklara ulaşması ve uygulanan işlemdeki nem miktarının azalmasıyla AGE miktarı artış gösterir (Goldberg vd., 2004). Besinlerdeki AGE miktarları karşılaştırıldığında yüksek ateşte pişirmenin (ızgara ve kızartma) AGE seviyesini arttırdığı, düşük ateşte, kısa süreli ve bol suyla pişirmenin ise AGE miktarını düşürdüğü tespit edilmiştir (Huebschmann vd., 2006). Kuru ısıda pişirilen hayvansal kaynaklı besinlerin AGE miktarlarının önemli oranlarda artış gösterdiği de gözlemlenmiştir (Ahmed vd., 2005).

AGE miktarının en yüksek olduğu besin grubunun yağ grubu olduğu bildirilmiştir. Et grubundaki AGE miktarı yağ grubuna göre daha düşüktür, buna rağmen yağ grubuna göre et grubu tüketimi daha fazla olduğu için AGE alım miktarının önemli bir kısmını et grubu oluşturmaktadır (Goldberg vd., 2004). Kırmızı et ile beyaz et kıyaslandığında kırmızı etin beyaz ete oranla daha yüksek miktarda AGE içerdiği bildirilmiştir. Balık eti ise diğer et çeşitlerine göre çok daha az miktarda AGE içermektedir. Yumurta ve kuru baklagiller ise bu grup içerisinde en düşük AGE içeriğine sahip olan besinlerdir.

Pişirme yöntemlerinin farklılığına göre de besinlerin içeriğindeki AGE miktarları değişebilmektedir. Örneğin, haşlama kırmızı et kızarmış tavuk etine kıyasla daha az miktarda AGE içermektedir (Uribarri vd., 2010). Tavuk etine uygulanan ısı işlemlerden kızartma ve kavurma, haşlanma ve buğulama işlemine göre 4 kat daha fazla AGE içermektedir (Goldberg vd., 2004). Yağlı etler yağsız etlere göre daha yüksek oranda AGE içerirken, yağsız etler ve derisiz tavuk eti yüksek kuru ısıya maruz kaldığında çok yüksek miktarda AGE oluşumu olduğu gözlemlenmektedir (Chen ve Smith, 2014).

Et ve yağ grubuna kıyasla, karbonhidrat grubunda AGE miktarı daha düşüktür. Bunun nedeni, bu besinlerdeki su içeriği, yüksek antioksidan kapasitesi ve vitamin seviyesinin fazla olmasıdır. En yüksek AGE seviyesi kuru ısı işlem gören cips, kraker ve kurabiye gibi besinlerde bulunmaktadır. Bu besinlerdeki AGE miktarının yüksek olmasının nedeni içerisine tereyağı, peynir ve fıstık gibi malzemelerin eklenmesi ile açıklanmaktadır (Uribarri vd., 2010).

Sebze ve meyveler düşük miktarlarda AGE içeriğine sahiptir. Bunun sebebi, az miktarda yağ ve protein bulunması, bunun yanında yüksek miktarda su içermeleridir. Aynı zamanda sebze ve meyveler antioksidanlarca çok zengindir. Antioksidanların besinlerde bulunan AGE içeriğini düşürdüğü tahmin edilmektedir. Sebze ve meyvelerin dondurulması, konserve edilmesi veya sularının sıkılması AGE içeriklerini etkilememektedir. Meyvelerin kurutulması ise AGE miktarını arttırmaktadır. Ancak hayvansal kaynaklı besinlerle karşılaştırıldığı zaman kuru meyvelerin AGE içerikleri oldukça düşüktür (Uribarri, vd., 2010).

Son yıllarda değişen yaşam şartları, sağlıksız beslenme ve hareketsiz yaşam koşullarının önemli derecede artmasına yol açmıştır. Bu durum ekzojen AGE alımının artmasıyla birlikte AGE oluşum miktarını da arttırmıştır (Vlassara, vd., 2017). Günümüzde ekzojen kaynaklı AGE oluşumunu ve alımını azaltmak için farklı yöntemler uygulanmaktadır. Yüksek nem oranı, kısaltılmış pişirme süresi, düşük derecelerde pişirme sıcaklıkları ya da limon suyu, sirke gibi asit içeriği yüksek bileşenlerin tüketimi ile gıdalardaki AGE oluşumunun düşürülebileceği bilinmektedir. Yaygın olarak yağların, yağ oranı yüksek kırmızı etlerin, işlenmiş gıdaların ve atıştırmalıkların tüketiminin azaltıldığı; sebze, meyve, tam tahıl, kuru baklagiller, yağsız et ve balık gibi gıdaların tüketiminin artırıldığı bir besin düzeninin oluşturulması yalnızca AGE alımını azaltmakla kalmayıp, bu sayede bireyleri olası hastalık risklerine karşı korumaktadır (Yılmaz ve Karabudak, 2016).

AGE inhibitörleri sentetik bileşikler ve doğal ürünler olarak temel iki gruba ayrılmaktadırlar. AGE inhibitörlerinin amacı inhibe edici mekanizmaları ile proteinlere şeker bağlanmasının engellenmesi, glikooksidasyon aşamasında oluşan reaktif dikarboniller, serbest radikaller ve azot türleri gibi birçok ara ürünün tutulması veya atılması yoluyla, glikooksidasyon ve

oksidatif stresin azaltılması ve oluşan AGE çapraz bağlanmalarını yıkmaktır (Verzolloni vd., 2011). Bazı besinlerin sahip olduğu antioksidanlar AGE inhibitörü özelliği göstererek AGE oluşumunu önleyebilmektedir. Antioksidanlar oksidasyonu engelleyici maddelerdir. Limon ve sirke antioksidan açısından zengin besinlerdir. Sulu ısıda pişirilen etlerin (güveç ve yahni) tüketimiyle AGE artışının yaklaşık %50 oranında azaldığı gözlemlenmiştir (Uribarri vd., 2010). Yeşil çay özüünde yüksek oranda bulunan tanen (flavonoid) maddesinin AGE oluşumunu inhibe edebileceği tespit edilmiştir (Babu vd., 2007).

AGE açısından zengin yiyecekleri sıklıkla tüketen bireylerin, daha az tüketenlere göre sağlık açısından riski daha yüksek olacaktır. AGE'lerle ilgili sağlık sorunları, AGE'den kısıtlı diyet ile azaltılabilir. Bu sebeple diyetinde yüksek AGE alımını azaltmak için AGE içeriği zengin gıdaların tüketiminin azaltılması önerilmektedir (Çatak, 2020).

Evde yapılan çorbalarda tuz miktarı istenilen ölçülerde ayarlanabiliyorken, hazır çorbalarda bu oranı dengeleyebilmek mümkün olmamaktadır. Tüketilen hazır çorbayla beraber vücuttaki sodyum miktarı da artabilmektedir. Sodyum miktarının yükselmesi, kan basıncını arttırdığı gibi, kalp atım ritmini de etkileyebilmektedir. Bu durum, özellikle hipertansiyonu olan hastalar için risk oluşturabilir. Hazır çorbaların sık tüketilmesi, insan metabolizmasında ve bağırsak florasında bozulmalara yol açabileceği gibi, kalp/damar hastalıkları, kanser ve metabolik sendrom gibi çeşitli hastalıklara zemin hazırlayabilir. Ayrıca, dışarıdan hazır paketli olarak satın alınan çorbalarda, evde taze besinlerle hazırlanıp tüketilen çorbalara kadar posa ve besin ögesi içermemektedir.

Çorba tüketiminin insan beslenmesinde oldukça önemli bir yer vardır. Çorbalarda her zaman iyi bir öğün başlangıcı olmuştur ya da başlı başına kendisi bir öğündür. Hem AGE içeriği bakımından, hem de sağlık ve doğallık açısından ev yapımı çorbalarda tercih edilmelidir. Çorbaların içerisine eklenen çeşitli baharatlar metabolizmayı düzenleyerek vücut direncini artırır. Besin değeri açısından yüksek ve sağlıklı bir çorba elde edebilmek için mevsim sebzeleri çorbalara eklenmelidir. Posa değerini artırmak ve bitkisel protein içeriğini zenginleştirmek için kurubaklagilleri, tam tahıl ürünlerini çorbalara eklemek iyi bir seçenek olabilir. Tüm bunlarla birlikte, çorbalarda kullanılan yağ çeşidi de oldukça önemlidir. Hayvansal yağlar, doymuş yağ kaynakları olduğu için, bunların yerine bitkisel yağların tercih edilmesi sağlık açısından daha yararlı olacaktır.

4. Sonuç

Hızlı, pratik ve ekonomik olduğu için tercih edilen hazır çorbaların tüketimi son yıllarda büyük oranda artış göstermektedir. Literatürde, paketli hazır gıdalardaki AGE miktarına ilişkin sınırlı veri bulunmaktadır. Çalışmamızda, ticari olarak satışa sunulan ve günümüzde sıkça tüketilmekte olan, içerikleri birbirinden farklı (karbonhidrat, protein, yağ, tuz, şeker vb.) 30 adet hazır toz çorba karışımı incelenmiştir. İncelenen örneklerin AGE içeriklerinin, ürünlerin içerisine eklenen yağ, tuz ve şeker gibi maddelere bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. İşkembe, kremalı tavuk, domates, ezogelin, yayla, mercimek, şehriyeli tavuk, tarhana, düğün, kremalı sebze, kremalı domates, kremalı mantar çorbası gibi 30 farklı hazır toz çorbalardan, en yüksek AGE miktarına sahip olan ürünün kremalı domates çorbası olduğu tespit edilmiştir. Yapılan karşılaştırmalara göre bunun sebebinin, eklenen şeker ve tuz miktarıyla bağlantılı olduğu kanısına varılmıştır. Çorba

tüketiminde, AGE potansiyelleri nedeniyle ticari olarak satışa sunulan hazır çorbalar yerine, ev yapımı çorbaların tercih edilmesi önerilmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi ARGE laboratuvarlarında tamamlanmıştır. Desteklerinden dolayı İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Ahmed, N., Mirshekar-Syahkal, B., Kennish, L., Karachalias, N., Babaei-Jadidi, R., & Thornalley, P. J. (2005). Assay of advanced glycation endproducts in selected beverages and food by liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection. *Molecular nutrition & food research*, 49(7), 691-699.
- Babu, P. V. A., Sabitha, K. E., Srinivasan, P., & Shyamaladevi, C. S. (2007). Green tea attenuates diabetes induced Maillard-type fluorescence and collagen cross-linking in the heart of streptozotocin diabetic rats. *Pharmacological research*, 55(5), 433-440.
- Cengiz, S., Kişimiroğlu, C., Cebi, N., Catak, J., & Yaman, M. (2020). Determination of the most potent precursors of advanced glycation end products (AGEs) in chips, crackers, and breakfast cereals by high performance liquid chromatography (HPLC) using precolumn derivatization with 4-nitro-1, 2-phenylenediamine. *Microchemical Journal*, 158, 105170.
- Chen, G., & Smith, J. S. (2014). Determination of advanced glycation endproducts in cooked meat. *Food Chemistry*, 13(3): 190-195.
- Çatak, J. (2020). Quantitative Analyses of Glyoxal and Methylglyoxal Compounds in FrenchFry Samples by HPLC Using 4-Nitro-1, 2-Phenylendiamine as A Derivatizing Reagent. *International Journal of Innovative Research and Reviews*, 4(1), 20-24.
- Catak, J., Yaman, M., Ugur, H., Yildirim Servi, E., Mizrak, Ö. (2022). Investigation of the advanced glycation end products precursors in dried fruits and nuts by HPLC using pre-column derivatization. *Journal of Food and Nutrition Research*, 61, 1-8.
- Goldberg, T., Cai, W., Peppas, 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.
- Huebschmann, A. G., Regensteiner, J. G., Vlassara, H., & Reusch, J. E. (2006). Diabetes and advanced glycoxidation end products. *Diabetes care*, 29(6), 1420-1432.
- Karapınar, M. ve Ş.E. Gönül. (1989). Microbiological Quality of Dry Soups Obtained Retail Markets. *Ege Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği* 7(2): 47-54.
- Louzada, M. L. D. C., Martins, A. P. B., Canella, D. S., Baraldi, L. G., Levy, R. B., Claro, R. M., ... & Monteiro, C. A. (2015). Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. *Revista de Saúde Pública*, 49.
- Luevano-Contreras, C., & Novakofski, K. (2010). Dietary advanced glycation end products and aging, *Nutrients*, 2(1): 1247-1265.
- Mariutti, L. R., & Bragagnolo, N. (2017). Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. *Food Research International*, 94, 90-100.
- Martins, A. P. B., Levy, R. B., Claro, R. M., Moubarac, J. C., & Monteiro, C. A. (2013). Increased contribution of ultra-processed food products in the Brazilian diet (1987-2009). *Revista de saude publica*, 47, 656-665.
- O'Brien, J., Morrissey, P. A., & Ames, J. M. (1989). Nutritional and toxicological aspects of the Maillard browning reaction in foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 28(3), 211-248.
- Poulsen, M. W., Hedegaard, R. V., Andersen, J. M., de Courten, B., Bügel, S., Nielsen, J., ... & Dragsted, L. O. (2013). Advanced glycation endproducts in food and their effects on health. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 10-37.
- Schleicher, E., & Friess, U. (2007). Oxidative stress, AGE, and atherosclerosis. *Kidney International*, 72, S17-S26.4.
- 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.
- Story, M., Hayes, M., & Kalina, B. (1996). Availability of foods in high schools: is there cause for concern?. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 96(2), 123.
- Tan, A. L., Sourris, K. C., Harcourt, B. E., Thallas-Bonke, V., Penfold, S., Andrikopoulos, S., ... & Coughlan, M. T. (2010). Disparate effects on renal and oxidative parameters following RAGE deletion, AGE accumulation inhibition, or dietary AGE control in experimental diabetic nephropathy. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 298(3), F763-F770.
- Uribarri, J., Woodruff, S., Goodman, S., Cai, W., Chen, X., Pyzik, R., ... & 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.
- Verzelloni, E., Pellacani, C., Tagliazucchi, D., Tagliaferri, S., Calani, L., Costa, L. G., ... & Del Rio, D. (2011). Antiglycative and neuroprotective activity of colon-derived polyphenol catabolites. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(S1), S35-S43.
- Vlassara, H., & Uribarri, J. (2004). Glycoxidation and diabetic complications: modern lessons and a warning?. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 5(3), 181-188.
- Vlassara, H., Woodruff, S., ve Striker, G. E. (2017). *A.G.E LESS DIET*, New York:Squareone Publishers.
- Yaman, M. (2021). İleri Glikasyon Son Ürünlerinin (AGEs) Öncüllerinin in Vitro Biyoerişilebilirliklerinin Bazı Gıdalarda Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 598-60.
- Yılmaz, B., & Karabudak, E. (2016). Besinlerdeki İleri Glikasyon Son Ürünleri ve Azaltma Yöntemleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 44(3), 280.