

## Üniversite Öğrencilerinin Diyetle İleri Glikasyon Son Ürünleri (dAGE) Alımlarının Vücut Kompozisyonu ile İlişkisi

Gül Eda KILINÇ\*

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmada üniversite öğrencilerinin diyetle ileri glikasyon son ürünleri (dAGE) alımlarının vücut kompozisyonu ile ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

**Yöntem:** Araştırma, kesitsel olarak Ocak 2022-Haziran 2022 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde eğitim alan 267 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmada öğrencilerin sosyodemografik özelliklerinin yanında vücut ağırlığı, boy uzunluğu, bel çevresi, kalça çevresi ölçümleri alınmış ve bu ölçüm değerleriyle Beden Kütle İndeksi (BKİ) ve vücut bileşimi (yağ kütlesi, kas kütlesi vb.) ile Vücut Şekil İndeksi (VŞİ), Vücut Yuvarlaklık İndeksi (VYİ), Koniklik İndeksi (Kİ) ve Vücut Adipozite İndeksi (VAİ) ölçümleri hesaplanmıştır. Diyetle AGE (dAGE) alımları besin tüketim kayıtlarından hesaplanmıştır. Veriler SPSS 27.0 programında değerlendirilmiştir. Vücut kompozisyonu ve dAGE ilişkisi lojistik regresyon ile değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Yurtta yaşayan öğrencilerin dAGE alımlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır ( $p<0,05$ ). Genel olarak öğrencilerin %48,7'sinde yüksek dAGE alımı saptanmıştır. Öğrencilerin ortalama dAGE alımı 11358,3±5724,3 olarak belirlenmiştir. Kırmızı et, patates, şeker, badem ve fındığın gün aşırı tüketiminde dAGE alımlarının en yüksek olduğu belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). Öğrencilerin bal tüketimleri ile dAGE alımları arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır ( $p<0,05$ ). dAGE alımı yüksek olanların vücut ağırlığı, bel çevresi, kalça çevresi ve VYİ anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Bel çevresindeki bir birimlik artış dAGE alımında 1,030 kat bir artışla sonuçlanmıştır ( $p<0,05$ ). Kalça çevresinde bir birimlik artış dAGE alımında 1,038 kat bir artışla sonuçlanmıştır ( $p<0,05$ ). VYİ'nde bir birimlik artış dAGE alımında 1,288 kat bir artışla sonuçlanmıştır ( $p<0,05$ ).

**Sonuç:** Üniversite öğrencileri ileri glikasyon son ürünleri konusunda bilgilendirilmeli ve bu bireyler sağlıklı beslenmenin yanında sağlıklı pişirme ve yiyecek hazırlama konusunda da bilinçlendirilmelidir.

**Anahtar Sözcükler:** İleri glikasyon son ürünleri, üniversite öğrencileri, vücut kompozisyonu.

### The Relationship between Dietary Advanced Glycation End Products (dAGE) and Body Composition in University Students

#### Abstract

**Aim:** This study aimed to evaluate the relationship between dietary advanced glycation end products (dAGE) intake and body composition of university students.

**Methods:** The research was conducted cross-sectionally with 267 students studying at Ankara University Faculty of Health Sciences between January 2022 and June 2022. In the study, in addition to the sociodemographic characteristics of the students, body weight, height, waist circumference, hip circumference measurements were taken and with these measurement values, Body Mass Index (BMI) and body composition (fat mass, muscle mass, etc.) as well as body shape index (BSI), body roundness index (BRI), taper index (TI) and body adiposity index (BAI) measurements were calculated. Dietary AGE (dAGE)

#### Özgün Araştırma Makalesi (Original Research Article)

**Geliş / Received:** 14.03.2024 & **Kabul / Accepted:** 16.12.2024

**DOI:** <https://doi.org/10.38079/igusabder.1453064>

\* Arş. Gör., Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Samsun, Türkiye. E-posta: [guleda.kilinc@omu.edu.tr](mailto:guleda.kilinc@omu.edu.tr) **ORCID** <https://orcid.org/0000-0002-9068-3081>

**ETİK BİLDİRİM:** Çalışmanın etik kurul izni Ankara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan alınmış (21.04.2022, Sayı: 56786525-050.04.04/490257) ve çalışma Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yürütülmüştür.

intakes were calculated from food consumption records. The data were evaluated in the SPSS 27.0 program. The relationship between body composition and dAGE was evaluated by logistic regression.

**Results:** It was determined that students living in dormitories had higher dAGE intake ( $p < 0.05$ ). Overall, high dAGE intake was detected in 48.7% of the students. The average dAGE intake of the students was determined as  $11358.3 \pm 5724.3$ . It was determined that dAGE intake was highest in the daily consumption of red meat, sugar, almonds, potatoes and hazelnuts ( $p > 0.05$ ). A significant relationship was found between students' honey consumption and dAGE intake ( $p < 0.05$ ). Body weight, waist circumference, hip circumference and BMI were found to be significantly higher in those with high dAGE intake ( $p < 0.05$ ). A unit increase in waist circumference resulted in a 1030-fold increase in dAGE intake ( $p < 0.05$ ). A unit increase in hip circumference resulted in a 1038-fold increase in dAGE intake ( $p < 0.05$ ). A unit increase in BMI resulted in a 1288-fold increase in dAGE uptake ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** University students should be informed about advanced glycation end products and these individuals should be made aware of healthy cooking and food preparation as well as healthy nutrition.

**Keywords:** Advanced glycation end products, body composition, university students.

## Giriş

Glikotoksinler olarak da adlandırılan ileri glikasyon son ürünleri (AGE'ler), diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve obezite dahil olmak üzere çok sayıda hastalığın patogeneğinde rol oynayan bir grup prooksidan ve sitotoksik bileşenlerdir<sup>1</sup>. Düşük moleküler ağırlıklı (LMW) ve yüksek moleküler ağırlıklı (HMW) heterojen moleküller olarak tanımlanan AGE'ler, proteinlerin, amino asitlerin ve nükleik asitlerin enzimatik olmayan glikasyonu ile oluşmaktadır<sup>2,3</sup>. İleri glikasyon son ürünleri (AGE'lerin hasar mekanizmaları ve hastalıkların oluşumuna katılım süreci ele alındığında ise temelde reseptör aracılı ve reseptörden bağımsız yollar olmak üzere iki ana mekanizma ile açıklanmaktadır<sup>4</sup>. Reseptör bağımsız mekanizmada, AGE'ler hücre yüzeylerine bağlanarak veya hücre içi ile hücre dışı proteinlerle çapraz bağ kurarak etki göstermektedirler. Bu çapraz bağlar proteinlerin özelliklerini değiştirerek hücre dışı matris ve glomerüler bazal membranlar gibi yapıları etkilemektedirler. AGE'ler kollajen ve elastinle çapraz bağ kurduğunda, hücre dışı matrisi genişletmekte ve bu da arteriyel sertliğin artmasına neden olmaktadır. Çapraz bağ ise kollajenin enzimler tarafından parçalanmasını zorlaştırmakta ve bu yolla çözünmez hale gelmektedir. AGE'ler elastinle çapraz bağ kurduğunda, arterlerin esnekliğinde azalma gerçekleşmektedir<sup>5,6</sup>. Ayrıca hücre dışı proteinleri etkilemenin ötesinde, AGE'ler organeller, lipitler, sinyal molekülleri ve DNA gibi hücre içi molekülleri de değiştirebilmektedir. Lipitlerin glikasyonu lipit zarlarının bütünlüğünü ve akışkanlığını bozarak etki edebilmektedir. Ek olarak, DNA glikasyonundaki dengesizlik nedeniyle AGE birikimi gerçekleştiğinde, genomları olumsuz yönde etkileyerek yaşlanmanın hızlanmasına neden olmaktadır. Glikasyon, apoprotein B ve fosfolipid bileşenlerini değiştirerek düşük yoğunluklu lipoproteini (LDL) etkilemekte ve bu da oksidatif hasara karşı duyarlılığını artırmaktadır. Glikozillenmiş LDL, LDL reseptörleri tarafından tanınma durumunu azaltmakta ve vasküler düz kas hücrelerindeki protein kinaz (MAPK) sinyal yollarını aktive ederek hücre farklılaşmasının artmasına neden olabilmektedir<sup>7</sup>. Reseptör aracılı mekanizmada ise AGE'ler, reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini, nükleer faktör kappa B'nin (NF- $\kappa$ B) aktivasyonunu ve pro-inflamatuvar sitokinlerin artan ekspresyonunu tetikleyerek etki göstermektedirler. Bu etkileşim, MAPK, hücre dışı sinyalle düzenlenen kinaz 1/2 (ERK1/2), protein kinaz C (PKC) ve NF- $\kappa$ B dahil olmak

üzere birkaç hücre içi inflamatuvar sinyal yolağının tetiklenmesine neden olmaktadır. Bu yolların aktivasyonu, hücresele inflamasyona ve oksidatif strese neden olabilmekte ve ROS, tümör nekroz faktörü (TNF), interlökin-1 (IL-1), vasküler hücre yapışma molekülü-1 (VCAM-1) ve interlökin-6 (IL-6) gibi inflamatuvar moleküllerin salınmasına yol açabilmektedir<sup>8-10</sup>.

İleri glikasyon son ürünleri özellikle ızgara, kavurma veya kızartma gibi işlemlerle yiyeceklerin yüksek sıcaklıklara maruziyeti sonucunda oluşmaktadır. Tütsülenmiş etler, kızartılmış tavuk ve kırmızı etler, patates kızartması, yüksek şekerli ve yüksek yağlı yiyecekler veya yüksek oranda işlenmiş besinler yüksek sıcaklıklarda veya uzun süre pişirilmektedir. Bu tarzda bir diyetle yer alan AGE'ler (dAGE'ler) vücudun AGE havuzuna ciddi katkılarda bulunmaktadır<sup>4</sup>. Ayrıca besinlerin bileşimi, besinlere hazırlık ve pişirme sırasında uygulanan işlemler, nem ve pH gibi birçok etmen doğrudan veya dolaylı olarak AGE'lerin oluşumunu etkileyebilmektedir. Lipit ve protein içeriği yüksek olan besinlerin fazla miktarda AGE oranına sahip olmasının yanında meyve, sebze ve süt ve ürünleri gibi karbonhidrat içeriği yüksek olan besinler en düşük AGE içeriklerine sahiptir. Besinlerin pişirilmesinde kuru ve yüksek ısı kullanmak yerine haşlama, daha düşük sıcaklıklarda ve daha kısa sürelerde pişirme, AGE oluşumunu azaltabilmektedir<sup>11,12</sup>.

Özellikle diyabet başta olmak üzere hiperglisemi, ateroskleroz, hiperlipidemi, inflamasyon, böbrek yetmezliği ve Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıklarda AGE oluşumu ve birikimi hızlanabilmektedir<sup>13-15</sup>. Normal metabolizmanın bir parçası olan AGE'ler, ekzojen olarak da organizmaya alınabilmektedir<sup>16</sup>. İleri glikasyon son ürünlerinin temel ekzojen kaynakları ise sigara ve AGE açısından zengin besinlerin tüketilmesidir<sup>17</sup>. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından vücutta sağlığı bozacak düzeyde yağ birikmesi olarak tanımlanan obezite, prevelansı gün geçtikçe artan ve bulaşıcı olmayan kronik bir hastalıktır<sup>18,19</sup>. Obezite; kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve böbrek hastalıkları gibi kronik hastalıkların gelişimi için bir risk faktörüdür<sup>20,21</sup>. İleri glikasyon son ürünleri leptin başta olmak üzere IL-6 ve TNF- $\alpha$  gibi yağ dokusundan salgılanan sitokinlerin salınımını arttırdığı için oksidatif stres ve kronik inflamasyona sebep olabilmektedir<sup>22-24</sup>. Obezite varlığında adipositler ve çevrelerindeki bağ dokusundan salınımı artan bu adipokinler, vücutta insülin direncine sebep olarak karaciğer ve vücut adipoz dokularında yağ artışına neden olmaktadır<sup>25,26</sup>. Bunun yanında diyet yağ içeriğinin obezite gelişim riski açısından önemli olduğu belirtilmektedir<sup>27,28</sup>. Yapılan son çalışmalar, et grubunda yer alan yani protein ve lipid içeriği yüksek olan besinlerin AGE içeriklerinin de daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum fazla miktarda diyetle AGE (d-AGE) alımına sebep olabilmektedir<sup>29,30</sup>. Bu nedenle diyetteki yüksek yağlı besinleri azaltmak hem dAGE alımını hem de obezite gelişim riskini azaltabilmektedir. Yetişkinlerde ortalama AGE alımının 16,000 kU/gün olduğu bildirilmiştir. Izgara, kavurma et veya yüksek derecede ısıl işlem görmüş diğer besinlerden zengin olan bir diyet ise AGE alımının 20,000 kU/gün üzerine çıkmasına sebep olabilmektedir<sup>31</sup>. Bu bilgiler temel alınarak, bu çalışmada üniversite öğrencilerinin dAGE alımlarının vücut kompozisyonu ile ilişkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## Gereç ve Yöntem

### *Araştırma Zamanı, Yeri ve Örneklem Seçimi*

Bu kesitsel araştırmanın örneklemini Ocak 2022-Haziran 2022 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde eğitim alan 18-30 yaş aralığındaki öğrenciler oluşturmaktadır. Çalışmaya katılım sağlayacak kişi sayısının belirlenmesinde etki büyüklüğü 0,5, anlamlılık düzeyi 0,05 ve 0,90 güç hesabı kullanılmış ve 267 öğrenci (233 kız, 34 erkek) çalışmaya dâhil edilmiştir. Kronik ve bulaşıcı hastalığa sahip, gebelik ve emzirme durumu olan, psikiyatrik ilaç kullanan, kafein ve yeşil çay tüketimi olan, konjuge linoleik asit vb. termojenik takviyeler gibi rutin takviye veya ilaç kullanımı olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Veri toplama aracı olarak yüz yüze görüşme tekniğiyle anket yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin sosyodemografik özellikleri, antropometrik ölçümleri ve beslenme alışkanlıkları değerlendirilmiştir. Araştırmanın yürütülebilmesi için Ankara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 21.04.2022 tarihli ve 56786525-050.04.04/490257 sayılı Etik Kurul Onayı alınmıştır. Öğrenciler, çalışma öncesinde bilgilendirilerek çalışmaya katılmaya gönüllü olanlarla çalışma yürütülmüş ve gönüllü onam formu imzalatılmıştır.

### *Antropometrik Ölçümlerin Değerlendirilmesi*

Çalışmada öğrencilerin vücut ağırlığı (kg), boy uzunluğu (cm), bel çevresi (cm), kalça çevresi (cm) ölçümleri alınmış ve bu ölçüm değerleri ile beden kütle indeksi (BKİ) ve vücut bileşimi (yağ kütlesi, kas kütlesi vb.) ile vücut şekil indeksi (VŞİ), vücut yuvarlaklık indeksi (VYİ), koniklik indeksi (Kİ) ve vücut adipozite indeksi (VAİ) ölçümleri hesaplanmıştır. Antropometrik ölçümlerden bel ve kalça çevresi esnemeyen bir mezur ile boy uzunluğu stadiometre ile ağırlık ve vücut bileşeni analizleri TANITA-BC-545-N ile araştırmacılar tarafından ölçülmüştür<sup>32</sup>. BKİ, vücut ağırlığının boy uzunluğunun karesine bölünmesi ile hesaplanmıştır (kg/m<sup>2</sup>). Ölçüm sonuçları 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup> normal; 25,00-29,9 kg/m<sup>2</sup> fazla kilolu; 30,0-39,9 kg/m<sup>2</sup> obez olarak sınıflandırılmıştır<sup>33</sup>. VŞİ; boy uzunluğu, bel çevresi ve BKİ değerleri ile [bel çevresi/ (BKİ)<sup>2/3</sup> x boy uzunluğu<sup>1/2</sup>] formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Vücut şekil indeksi değerinin artması vücut yağının yüksek olması ile ilişkilidir<sup>34</sup>. VYİ; vücut yağlanmasının bir göstergesi olup [364,2-365,5x√1-[(bel çevresi/(2π))<sup>2</sup>/(0,5 x boy uzunluğu)<sup>2</sup>] formülü kullanılarak hesaplanmıştır<sup>35</sup>. Abdominal adipozitenin değerlendirilmesinde Kİ; (Erkekler ve Kadınlar)= Bel çevresi (m)/[0,109× √(vücut ağırlığı (kg)/boy uzunluğu (m))] formülü kullanılarak hesaplanmıştır<sup>36</sup>. VAİ; ise (Erkekler ve Kadınlar)= [Kalça çevresi (cm)/boy uzunluğu (m)<sup>1,5</sup>]-18 formülü ile hesaplanmıştır<sup>37</sup>.

### *Diyet ve AGE alımının değerlendirilmesi*

Öğrencilerden 24 saatlik hatırlatma yöntemi kullanılarak 3 günlük besin tüketim kaydı alınmıştır. Bireysel besin tüketim kayıtlarından günlük alınan dAGE miktarları, dAGE içerikleri bilinen 549 besin ile karşılaştırılarak hesaplanmıştır<sup>38</sup>. Yüksek bir dAGE tüketimi, 10,000 kU/AGE/gün'e eşit veya daha yüksek bir alım olarak değerlendirilmiştir<sup>39</sup>.

### *İstatistiksel Analiz*

Çalışmadan elde edilen veriler SPSS 27.0 programı kullanılarak uygun istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. Tanımlayıcı değerler sayı (n), yüzde (%), aritmetik

ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (SS) olarak belirtilmiştir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile incelenmiştir. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında Pearson Ki-kare testi, nicel verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında ise t-testi ve One-way Anova kullanılmıştır. Katılımcıların dAGE alımları üzerine etki eden değişkenler binary lojistik regresyon analizi ile belirlenmiştir. Analizlerde  $p \leq 0,05$  değeri istatistiksel anlamlı düzey olarak değerlendirilmiştir.

## Bulgular

Öğrencilerin dAGE alımlarına göre demografik özellikleri Tablo 1’de belirtilmiştir. dAGE alımları yüksek olanların büyük çoğunluğu yurttan dışarıda yaşayan öğrencilerden oluşmaktadır ( $p < 0,05$ ). Genel olarak öğrencilerin %48,7’sinde yüksek dAGE alımı saptanmıştır. Düzenli fiziksel aktivite yapmayanlarda dAGE alımlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir ancak istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir ( $p > 0,05$ ). Son sınıf öğrencilerinde dAGE alımlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir ancak istatistiksel olarak anlamlı sonuç elde edilmemiştir ( $p > 0,05$ ). Öğrencilerin ortalama dAGE alımları  $11358,3 \pm 5724,3$  olarak belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Öğrencilerin dAGE alımlarına göre demografik özellikleri

Değişkenler	Düşük (n:137)	Yüksek (n:130)	$\chi^2$	P
	n (%)	n (%)		
<b>Cinsiyet</b>				
Erkek	13 (38,2)	21 (61,8)	2,666	0,102
Kız	124 (53,2)	109 (46,8)		
Toplam	137 (51,3)	130 (48,7)		
<b>Sigara Kullanımı</b>				
Evet	22 (59,5)	15 (40,5)	2,160	0,340
Hayır	114 (50,4)	112 (49,6)		
Bırakmış	1 (25,0)	3 (75,0)		
<b>Düzenli Fiziksel Aktivite</b>				
Evet	38 (56,7)	29 (43,3)	1,046	0,306
Hayır	99 (49,5)	101 (50,5)		
<b>Yaşanılan Yer</b>				
Tek	10 (71,4)	4 (28,6)	8,208	<b>0,042</b>
Arkadaşlar ile evde	16 (59,3)	11 (40,7)		
Yurt	87 (53,7)	75 (46,3)		
Aile ile evde	24 (37,5)	40 (62,5)		
<b>Sınıf</b>				
1	25 (56,8)	19 (43,2)	1,408	0,704
2	32 (52,5)	29 (47,5)		
3	39 (52,7)	35 (47,3)		
4 ve üzeri	41 (46,6)	47 (53,4)		
<b>dAGE</b>	11358,3±5724,3			

Öğrencilerin dAGE alımlarına göre vücut kompozisyonları Tablo 2’de belirtilmiştir. dAGE alımı yüksek olanların vücut ağırlığı, bel çevresi, kalça çevresi ve vücut yuvarlaklık indeksi anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Tablo 2.** Öğrencilerin dAGE alımlarına göre vücut kompozisyonları

Özellikler	Düşük (n:137)	Yüksek (n:130)	Toplam (n:237)	p
Vücut Ağırlığı (kg)	60,4±12,0	63,4±11,5	61,9±11,8	<b>0,036</b>
Bel çevresi	73,9±10,0	76,8±10,0	75,3±10,1	<b>0,018</b>
Kalça çevresi	96,5±7,3	98,6±8,0	97,5±7,7	<b>0,021</b>
Vücut Yağ Yüzdesi (%)	26±8,1	26,6±7,4	26,3±7,7	0,523
Vücut Kas Kütlesi (Kg)	42,5±8,7	43,9±7,6	43,2±8,2	0,178
Vücut Su Yüzdesi (%)	54,7±5,6	54,3±5,7	54,5±5,7	0,544
VŞİ	0,7±0,1	0,7±0,1	0,7±0,1	0,177
VYİ	2,5±1,0	2,7±1,0	2,6±1,0	<b>0,044</b>
Kİ	1,1±0,1	1,1±0,1	1,1±0,1	0,062
VAİ	25,2±5,6	25,2±6,9	25,2±6,3	0,949

VŞİ: Vücut Şekil İndeksi, VYİ: Vücut Yuvarlaklık İndeksi, Kİ: Koniklik İndeksi, VAİ: Vücut Adipozite İndeksi

Besin tüketim sıklıklarına göre dAGE alımları Tablo 3’te belirtilmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmemesine rağmen kırmızı etin haftada 1-2, patates, şeker, badem ve fıındığında gün aşırı tüketiminde en yüksek dAGE alımının olduğu tespit edilmiştir ( $p>0,05$ ). Öğrencilerin bal tüketimleri ile AGE alımları arasında anlamlı bir ilişki saptanmıştır ( $p<0,05$ ).

**Tablo 3:** Besin tüketim sıklıklarına göre dAGE alımları

Özellikler	Her Gün	Gün Aşırı	Haftada 1-2	15 Günde 1	p
Kırmızı et	11325,3±4923,4	10366,6±3644	11327,7±5109,2	11224,5±6999,6	0,132
Patates	10614,2±5598,9	12611,5±6235,2	10800±5194,8	11300,4±6428,4	0,188
Şeker	10614,2±5598,9	12611,5±6235,2	10800±5194,8	11300,4±6428,4	0,217
Badem	11585,8±7509,7	12409,1±8456,5	10986,8±5197,5	11879,7±5737	0,674
Fındık	12227,3±7671,7	13252,2±8245,3	11346,5 ± 5662	10763±4245,7	0,177

Öğrencilerin yüksek dAGE alımına etki eden faktörler Tablo 4’te gösterilmiştir. Regresyon analizine göre düşük dAGE alımı referans değer olarak kabul edildiğinde, bel çevresindeki bir birimlik artış dAGE alımında 1,030 kat bir artışla sonuçlanmıştır ( $p<0,05$ ). Kalça çevresinde bir birimlik artış dAGE alımında 1,038 kat bir artışla sonuçlanmıştır ( $p<0,05$ ). VYİ’nde bir birimlik artış dAGE alımında 1,288 kat bir artışla sonuçlanmıştır ( $p<0,05$ ).

**Tablo 4.** Öğrencilerin yüksek dAGE alımına etki eden faktörler

Değişkenler	$\beta$	SH	OR 95% CI	p
Cinsiyet	-0,609	0,377	0,544 (0,260-1,138)	0,106
BKİ	0,070	0,037	1,073 (0,998-1,153)	0,056
Bel çevresi	0,030	0,013	1,030 (1,005-1,056)	<b>0,019</b>
Kalça Çevresi	0,038	0,016	1,038 (1,005-1,072)	<b>0,022</b>
VŞİ	3,070	2,280	21,542 (0,247-1879,063)	0,178
VYİ	0,253	0,127	1,288 (1,004-1,651)	<b>0,046</b>
Kİ	2,647	1,432	14,110 (0,852-233,567)	0,065
VAİ	0,001	0,020	1,001 (0,964-1,040)	0,949

BKİ: Beden Kütle İndeksi, VŞİ: Vücut Şekil İndeksi, VYİ: Vücut Yuvarlaklık İndeksi, Kİ: Koniklik İndeksi, VAİ: Vücut Adipozite İndeksi OR: Odds Oranı, SD: Standart Hata

### Tartışma

Yaşam tarzında ve özellikle beslenme modellerindeki değişiklikler, obezitenin önlenmesi ve kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. Son çalışmalar, AGE açısından zengin besinlerin tüketiminin kronik hastalıkların patogeneğinde temel bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Diyetteki AGE'ler obeziteyi, oksidatif stresi ve inflamasyonu artırdığından, AGE'lerin azaltılmış alımının yararlı olacağı belirtilmektedir<sup>19</sup>.

Bu çalışmada öğrencilerin dAGE alım ortalaması 11358,3±5724,3 kU/gün olarak tespit edilmiştir. Literatür taraması yapıldığında çalışmaların çoğunlukla yurtdışı odaklı olduğu ve ülkemizde diyetle AGE alımlarına yönelik sınırlı verilerin yer aldığı görülmektedir. Sağlıklı bireylerin yer aldığı bir çalışmada besin tüketim kaydı sonucunda ortalama günlük AGE alımı 16,000±5,000 kU olarak saptanmıştır<sup>38</sup>. Bir diğer çalışmada tip 2 diyabetli bireyler değerlendirilmiş ve günlük AGE alımı 18,000±7,000 kU olarak tespit edilmiştir<sup>40</sup>. Amerika'da yapılan bir diğer çalışmada ise ortalama AGE alımı 14,700±680 kU/gün olarak belirlenmiştir<sup>41</sup>. Benzer bir başka çalışmada da ortalama dAGE alımı 13,682 kU/gün olarak belirlenmiştir<sup>42</sup>. Çalışmalarda genel olarak diyetle yüksek AGE alımı olmasına rağmen DSÖ veya diğer sağlık kuruluşların AGE'lerden yüksek besinlerin tüketimini içeren belirli bir önerisi yer almamaktadır<sup>43</sup>.

Yapılan bir çalışmada sağlık eğitimi alan öğrencilerin daha sağlıklı yaşam biçimlerine sahip olduğu ifade edilmiştir<sup>43</sup>. Bu çalışmada yer alan tüm öğrenciler sağlık alanında eğitim görmekte olup öğrencilerin %48,7'sinde yüksek dAGE alımı saptanmıştır. Yüksek dAGE alımı olanların çoğunlukla dördüncü sınıf ve üzerinde olan öğrencilerin olduğu belirlenmiştir. Bu durum son sınıf öğrencilerinde ders yoğunluğu, mezuniyet vb. stres durumlarının yaşanabileceği ve bu stres durumlarının beslenme durumunu kötü yönde etkileyebileceği ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca bu öğrenciler AGE içeriği yüksek, hazırlanması ve tüketimi kolay besinleri tercih edebilmektedirler. Bu çalışmada yüksek AGE alımının en fazla yurtda yaşayan öğrencilerde olduğu belirlenmiştir. Son zamanlarda öğrencilerin sosyalleşme amaçlı dışarda yemek yeme sıklıklarının artması ve beslenme seçimlerinin genel olarak ucuz ve fastfood besinler yönünde yapmaları göz

önünde bulundurulduğunda öğrencilerin sağlıklı beslenme konusunda daha fazla bilinçlendirilmesi gerekliliği vurgulanabilir.

Diyette AGE'lerin büyük kaynaklarından biri kırmızı et ve ürünleridir. Kırmızı et tüketimindeki artışın biyokimyasal AGE düzeylerini arttırdığı bilinmektedir<sup>44</sup>. Bu çalışmada haftada 1-2 kırmızı et tüketiminde en fazla dAGE alımının olduğu görülmüştür ( $p>0,05$ ). Gün aşırı patates tüketimleri olan öğrencilerin de dAGE alım miktarlarının en yüksek olarak saptanmıştır ( $p>0,05$ ). Bu durumun nedeni öğrencilerin patatesi çoğunlukla kızartma olarak tüketmesi olabilir. Kızartma işlemiyle patatesteki AGE düzeyi ciddi oranda arttırmaktadır. Haşlanmış patatesin 100 g'ında AGE miktarı 17 kU iken, ev yapımı patates kızartmasının AGE içeriği 100 g'da 694 kU olarak belirlenmiştir<sup>45</sup>. Dolayısıyla kızartma işleminin uygulandığı besinlerden mümkün olduğunca sakınılması AGE alımının azaltılması açısından önemli bir yaklaşım olabilir. Basit şekerin AGE miktarı 100 g'da 0 kU olup bu çalışmada gün aşırı şeker tüketimi olan öğrencilerde AGE alımı en fazla olarak belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). Basit şekerlerde AGE içeriği bulunmamasına rağmen fazla miktarda basit şeker ve şekerli ürün tüketen bireylerin genellikle sağlıklı beslenme alışkanlıklarına sahip olmaması olabilir. Öğrencilerin bal tüketimleri ile AGE alımları arasında anlamlı bir ilişki saptanırken ( $p<0,05$ ), pekmez tüketimleri ile AGE alımları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Ayrıca gün aşırı badem ve fındık gibi yağlı tohum tüketimi olan öğrencilerde en yüksek AGE alımı saptanmıştır ( $p>0,05$ ). Yağlı tohumlar özellikle kavrulma işlemine tabi tutuldukları için AGE içerikleri yüksek olabilmektedir. Bu nedenle yağlı tohumlar için porsiyon kontrolü yapabilmek oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca patlamış mısır gibi besinlerin tüketimi de diyetle AGE alımının artmasına neden olabilmektedir. Yapılan bir çalışmada da bu çalışmaya benzer olarak kırmızı et, patates, şeker, badem ve antep fıstığının tüketim sıklığı ile AGE alım miktarı arasında pozitif yönde bir ilişkinin bulunduğu belirtilmiştir<sup>46</sup>. Bir diğer çalışmada AGE düzeyleri ile diyet kalite indeksi arasında negatif yönde ilişki tespit edilmiştir<sup>47</sup>. Sağlıklı beslenme alışkanlıklarına geçiş ile AGE düzeyleri azaltılabilir ve çeşitli kronik hastalıkların gelişim riski azaltılabilir.

Bu çalışmanın en önemli bulgularından biri ise yüksek AGE alımının bel çevresi, kalça çevresi ve VYİ gibi obezite parametreleri ile ilişkili olmasıdır. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada diyetle AGE alımı ve obezite parametreleri arasında anlamlı ilişki saptanmıştır<sup>3</sup>. Yapılan bir başka çalışmada anlamlı ilişki saptanmamasına rağmen yüksek AGE alımının abdominal obeziteyi arttırdığı saptanmıştır<sup>48</sup>. Bir diğer çalışmada ise AGE alımı ile abdominal obezite arasında bir ilişki bulunmadığını belirtmiştir<sup>49</sup>.

## Sonuç

Sonuç olarak, çalışma bulguları Batı ülkelerine kıyasla AGE tüketim miktarının daha düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca, daha yüksek AGE alımı, üniversite öğrencilerinde bazı obezite parametrelerindeki risk artışı ile ilişkilendirilmiştir. Literatürdeki değişken sonuçlar ve mevcut olan sınırlı veriler göz önüne alındığında, her ülkenin yemek kültürüyle ilişkili olarak pişirme yöntemleri de sorgulanarak yiyeceklerin AGE içeriklerini belirlemek için daha fazla araştırma yapılması önerilmektedir.

## Kısıtlılıklar ve Güçlülükler

Ülkemizde AGE içeren besinlerine yönelik yayınlanmış bir veri tabanı bulunmadığından Amerika'da yayınlamış veri tabanı bu çalışmada kullanılmıştır. Ayrıca bireylerin pişirme yöntemlerine dair bilgi bu çalışmada yer almamaktadır. Bunun yanında literatür değerlendirilmesi yapıldığında ülkemizde diyetle AGE alımına yönelik çok az sayıda çalışma yer almaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın ülkemiz literatürünü zenginleştireceği düşünülmektedir. Gelecekteki çalışmalar için diyet ve biyokimyasal AGE değerlendirmesinin birlikte ele alınmasının da yararlı olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Uribarri J, Cai W, Woodward M, et al. Elevated serum advanced glycation endproducts in obese indicate risk for the metabolic syndrome: a link between healthy and unhealthy obesity? *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015;100(5):1957-1966.
2. Deluyker D, Evens L, Bito V. Advanced glycation end products (AGEs) and cardiovascular dysfunction: focus on high molecular weight AGEs. *Amino Acids*. 2017;49:1535-1541.
3. Mirmiran P, Hadavi H, Mottaghi A, Azizi F. Advanced glycation end products and risk of general and abdominal obesity in Iranian adults: Tehran lipid and glucose study. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. 2019;33:21.
4. Uribarri J, del Castillo MD, de la Maza MP, et al. Dietary advanced glycation end products and their role in health and disease. *Advances in Nutrition*. 2015;6(4):461-473.
5. Prasad K, Dhar I, Caspar-Bell G. Role of advanced glycation end products and its receptors in the pathogenesis of cigarette smoke-induced cardiovascular disease. *International Journal of Angiology*. 2015;24(02):075-080.
6. Kamml J, Ke CY, Acevedo C, Kammer DS. The influence of AGEs and enzymatic cross-links on the mechanical properties of collagen fibrils. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2023;143:105870.
7. Erim B, Binici Hİ. Advanced glycation end products: understanding their health risks and effective prevention strategies. *Nutrire*. 2024;49(2):1-10.
8. Lee HW, Gu MJ, Kim Y, et al. Glyoxal-lysine dimer, an advanced glycation end product, induces oxidative damage and inflammatory response by interacting with RAGE. *Antioxidants*. 2021;10(9):1486.
9. Zeng C, Li Y, Ma J, Niu L, Tay FR. Clinical/translational aspects of advanced glycation end-products. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2019;30(12):959-973.
10. Schmidt AM, Hori O, Chen JX, et al. Advanced glycation endproducts interacting with their endothelial receptor induce expression of vascular cell adhesion molecule-1 (VCAM-1) in cultured human endothelial cells and in mice. A

potential mechanism for the accelerated vasculopathy of diabetes. *The Journal of Clinical Investigation*. 1995;96(3):1395-1403.

11. Goldberg T, Cai W, Peppia M, et al. Advanced glycoxidation end products in commonly consumed foods. *Journal of the American Dietetic Association*. 2004;104(8):1287-1291.
12. Nie C, Li Y, Qian H, Ying H, Wang L. Advanced glycation end products in food and their effects on intestinal tract. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022;62(11):3103-3115.
13. Arı N. Yaşlanmada crosslinkage teorisi: ilerlemiş glikasyon son ürünlerinin (AGES) rolü. *Türkiye Klinikleri J Med Sci*. 2008;28:12-5.
14. Reddy VP, Aryal P, Darkwah EK. Advanced glycation end products in health and disease. *Microorganisms*. 2022;10(9):1848.
15. Nie C, Xie X, Liu H, et al. Galactooligosaccharides ameliorate dietary advanced glycation end product-induced intestinal barrier damage in C57BL/6 mice by modulation of the intestinal microbiome. *Food & Function*. 2023;14:845-856.
16. van Dongen KC, Kappetein L, Estruch IM, Belzer C, Beekmann K, Rietjens IM. Differences in kinetics and dynamics of endogenous versus exogenous advanced glycation end products (AGEs) and their precursors. *Food and Chemical Toxicology*. 2022;112987.
17. Vlassara H, Uribarri J, Cai W, Striker G. Advanced glycation end product homeostasis: exogenous oxidants and innate defenses. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2008;1126(1):46-52.
18. World Health Organization. Overweight and obesity. 2020.
19. Ribeiro PV, Tavares JF, Costa MA, Mattar JB, Alfenas RC. Effect of reducing dietary advanced glycation end products on obesity-associated complications: a systematic review. *Nutrition Reviews*. 2019;77(10):725-734.
20. Fruh SM. Obesity: Risk factors, complications, and strategies for sustainable long-term weight management. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*. 2017;29(S1):S3-S14.
21. Tillman AC, Giorgi M. Obesity, inflammation, and diseases of the gastrointestinal tract. *Inflammation and Obesity*. Elsevier; 2023:101-118.
22. Du C, Whiddett RO, Buckle I, Chen C, Forbes JM, Fotheringham AK. Advanced glycation end products and inflammation in type 1 diabetes development. *Cells*. 2022;11(21):3503.
23. Perry AS, Tanriverdi K, Risitano A, et al. The inflammatory proteome, obesity, and medical weight loss and regain in humans. *Obesity*. 2023;31(1):150-158.
24. Domaszewska K, Zawada A, Palutka R, Podgórski T, Juchacz A. Assessment of oxidative stress indices and total phenolics concentrations in obese adult women—the effect of training with supplemental oxygen: a randomized controlled trial. *Nutrients*. 2023;15(1):241.

25. Deng H, Deng S, Chen Q. The relationship between receptor for advanced glycation end products and obesity: a systematic review and meta-analysis. *Research Square*. 2022;1-9. doi: 10.21203/rs.3.rs-1165495/v1
26. Oliveira JS, de Almeida C, de Souza ÂM, da Cruz LD, Alfenas RC. Effect of dietary advanced glycation end-products restriction on type 2 diabetes mellitus control: a systematic review. *Nutrition Reviews*. 2022;80(2):294-305.
27. Wallace CW, Fordahl SC. Obesity and dietary fat influence dopamine neurotransmission: Exploring the convergence of metabolic state, physiological stress, and inflammation on dopaminergic control of food intake. *Nutrition Research Reviews*. 2022;35(2):236-251.
28. Makwana S, Prajapati J, Pipaliya R, Hati S. Effects of probiotic fermented milk on management of obesity studied in high-fat-diet induced obese rat model. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2023;5(1):1-18.
29. Lu J, Li M, Huang Y, Xie J, Shen M, Xie M. A comprehensive review of advanced glycosylation end products and N-Nitrosamines in thermally processed meat products. *Food Control*. 2022;131:108449.
30. Zhu Y, Snooks H, Sang S. Complexity of advanced glycation end products in foods: Where are we now? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2018;66(6):1325-1329.
31. Yılmaz B, Karabudak E. Besinlerdeki ileri glikasyon son ürünleri ve azaltma yöntemleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*. 2016;44(3):280-288.
32. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*. 2004;23(5):1226-1243.
33. World Health Organization. World Health Organization BMI Classification. *World Health Organization*. 2020.
34. Krakauer NY, Krakauer JC. Dynamic association of mortality hazard with body shape. *PloS one*. 2014;9(2):e88793.
35. Thomas DM, Bredlau C, Bosity-Westphal A, et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity*. 2013;21(11):2264-2271.
36. Motamed N, Perumal D, Zamani F, et al. Conicity index and waist-to-hip ratio are superior obesity indices in predicting 10-year cardiovascular risk among men and women. *Clinical Cardiology*. 2015;38(9):527-534.
37. Freedman DS, Thornton JC, Pi-Sunyer FX, et al. The body adiposity index (hip circumference÷ height<sup>1.5</sup>) is not a more accurate measure of adiposity than is BMI, waist circumference, or hip circumference. *Obesity*. 2012;20(12):2438-2444.
38. Uribarri J, Woodruff S, Goodman S, et al. Advanced glycation end products in foods and a practical guide to their reduction in the diet. *Journal of the American Dietetic Association*. 2010;110(6):911-916. e12.

39. Mendoza-Herrera K, Aradillas-García C, Mejía-Díaz MA, Alegría-Torres JA, Garay-Sevilla ME, Luevano-Contreras C. Association of dietary advanced glycation end products with metabolic syndrome in young Mexican adults. *Medicines*. 2018;5(4):128.
40. Vlassara H, Striker G. Glycotoxins in the diet promote diabetes and diabetic complications. *Current Diabetes Reports*. 2007;7(3):235-241.
41. Uribarri J, Cai W, Ramdas M, et al. Restriction of advanced glycation end products improves insulin resistance in human type 2 diabetes: potential role of AGER1 and SIRT1. *Diabetes Care*. 2011;34(7):1610-1616.
42. Koyama AK, Pavkov ME, Wu Y, Siegel KR. Is dietary intake of advanced glycation end products associated with mortality among adults with diabetes? *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2022;32(6):1402-1409.
43. Nowotny K, Schröter D, Schreiner M, Grune T. Dietary advanced glycation end products and their relevance for human health. *Ageing Research Reviews*. 2018;47:55-66.
44. Kim Y, Keogh JB, Deo P, Clifton PM. Differential effects of dietary patterns on advanced glycation end products: A randomized crossover study. *Nutrients*. 2020;12(6):1767.
45. O'Brien J, Morrissey P, Ames J. Nutritional and toxicological aspects of the Maillard browning reaction in foods. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. 1989;28(3):211-248.
46. Burak E. Üniversite öğrencilerinde ileri glikasyon son ürünleri alım düzeyinin belirlenmesi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*. 2021;6(3):75-79.
47. Foroumandi E, Alizadeh M, Kheirouri S. Dietary quality index is negatively associated with serum advanced glycation end products in healthy adults. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2020;36:111-115.
48. Angoorani P, Ejtahed HS, Mirmiran P, Mirzaei S, Azizi F. Dietary consumption of advanced glycation end products and risk of metabolic syndrome. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2016;67(2):170-176.
49. Ghorbaninejad P, Djafarian K, Babae N, et al. A negative association of dietary advanced glycation end products with obesity and body composition in Iranian adults. *British Journal of Nutrition*. 2021;125(4):471-480.