

Tam Buğday Ekmeğine Uygulanan Isıl İşlemin Ekmeğin Glisemik İndeksi Üzerine Etkisi

Impact of Heat Treatment on the Glycemic Index of Whole Wheat Bread

Aslıhan Özkan¹, Duygu Sağlam²

Geliş tarihi/Received: 26.10.2017 • Kabul tarihi/Accepted: 03.04.2018

ÖZET

Amaç: Ekmek ülkemizde temel karbonhidrat ve enerji kaynaklarından. Obezite, diyabet ve kalp hastalıklarının önlenmesi ya da tedavisinde besin ögesi içeriği nedeni ile tam buğday unundan ekme tüketimi önerilmektedir. Buna karşın literatürde ekmeğe uygulanan ısıtma işleminin glisemik indeks üzerine etkisinin gösterildiği çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmanın amacı tam buğday ekmeğine uygulanan ısıl işlemin glisemik indeks üzerine etkisini saptamaktır.

Bireyler ve Yöntem: Çalışma 19-35 yaş arası (22.5±3.4 yıl, 6 erkek, 4 kadın) 10 sağlıklı birey ile yürütülmüştür. Bireylere birer hafta ara ile 8 saatlik açlık sonrası 50 g sindirilebilir karbonhidrat içeren referans besin olarak glukoz ve beyaz ekme, test besini olarak tam buğday ekmeği ile 6 dakika boyunca 220°C ısıl işlem uygulanmış tam buğday ekmeği verilmiş ve 0, 15, 30, 45, 60, 90. ve 120. dakikalarda parmak ucundan kapiller kan glukoz ölçümleri aynı cihazla yapılmıştır.

Bulgular: Çalışma sonucunda glukozu göre tam buğday ekmeğinin glisemik indeksi 78.4 iken, ısıl işlem uygulanmış tam buğday ekmeğinin 107.7 bulunmuştur. Tam buğday ve kızarmış tam buğday ekmeğinin 0, 15, 30, 60. ve 90. dakikalarda kan glukoz düzeyini yükseltme miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmazken (p>0.05), 45. ve 120. dakikalarda anlamlı farklılık gözlenmektedir (p<0.05).

Sonuç: Bu çalışmanın sonucuna göre tam buğday ekmeğine uygulanan ısıl işlemin glisemik indeksi yükselttiği saptanmıştır. Glisemik indeksin obezite ve kronik hastalıklarla ilişkisi olduğundan glisemik indeks arttıracak pişirme tekniklerinden uzak durulması önemlidir.

Anahtar kelimeler: Ekme, glisemik indeks, ısıl işlem

ABSTRACT

Aim: In Turkey, bread is a major source of carbohydrates and energy. Whole wheat bread is recommended based on the evidence of its effects on prevention and treatment of obesity, diabetes and heart diseases. In our knowledge, there is not any study demonstrating the effect of heating methods on glycemic index of whole wheat bread. The aim of this study was to determine the effect of heating on the glycemic index of whole wheat bread.

Subjects and Methods: All subjects consumed 50 g digestible carbohydrate from glucose, white bread (reference food), whole wheat bread, whole wheat bread toasted in oven for 6 minutes at 220°C (test foods) after 8 hours of fasting in weekly intervals. Capillary blood glucose measurements of the subjects were made on 0, 15, 30, 45, 60, 90, and 120th minutes.

Result: Compared to glucose, glycemic index values were 78.4 for whole wheat bread; 107.7 for toasted whole wheat bread. While there was no significant difference between blood glucose levels in whole wheat bread and toasted whole wheat bread

1. **İletişim/Correspondence:** Gevye Devlet Hastanesi, Sakarya, Türkiye • E-posta: aslihan.ozkan@outlook.com
• <https://orcid.org/0000-0002-4722-0110>

2. Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
• <https://orcid.org/0000-0002-2993-4072>

at 0., 15., 30., 60. and 90th minutes ($p>0.05$), statistically significant differences in 45th and 120th minutes were determined ($p<0.05$).

Conclusion: According to the results of the study, heat treatment of whole wheat bread for 6 minutes at 220°C raises glycemic index. Since the glycemic indexes of foods are associated with the risk of obesity and chronic diseases, cooking methods that increases glycemic index should be avoided.

Keywords: Bread, glycemic index, heat treating

GİRİŞ

Karbonhidrat içeren besinlerin postprandiyal glukoz yanıtını belirlemek için glisemik indeks kavramı kullanılmaktadır (1). Glisemik indeks (Gİ) besin ve besin karbonhidrat oranının sabit kaldığı 50 gram karbonhidrat içeren test besinin aynı bireyde, o bireyin kan glukoz yanıt eğrisi değerlendirilerek oluşturulan ve bu eğride artan bölgenin altında kalan alanın yüzdeyle ifade edildiği bir değerdir (2). Beyaz ekmek veya glukoz, diğer besinlerin Gİ'inin belirlenmesinde referans olarak kullanılmaktadır. Sınıflandırma yapılırken kullanılan referans besinin Gİ değeri 100 kabul edilir ve test edilen besinin Gİ değeri bu referans besine göre hesaplanır (2). Besinler glisemik indeks değerlerine göre düşük, orta ve yüksek olarak değerlendirilmektedir. Hesaplanan glisemik indeks 55 ve altında ise düşük, 55 ile 70 arasında ise orta, 70 ve üzeri ise yüksek olarak sınıflandırılmaktadır (3). Tüm karbonhidrat türleri kan glukozu üzerinde aynı etkiyi göstermezler. Son 10 yıl içerisinde glisemik indeksin öğün sonrası glukoz metabolizması, insülin direnci, kardiyovasküler hastalık (KVH) ve kronik hastalık risk etmenleri üzerine etkisi ile ilgili birçok önemli epidemiyolojik ve deneysel çalışma yayınlanmıştır (4-8).

Ekmek, buğday ununa su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital gluten ve izin verilen katkı maddeleri eklenip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermentasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür (9). Türk mutfağının temel besin ve karbonhidrat kaynağı olması nedeni ile ülkemizde ekmek tüketimi yaygındır. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010 verilerine göre ülkemizde beyaz ekmek

türlerinin %85.4 oranında her gün tüketildiği, bu oranın kırsal bölgelerde kentlere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (sırasıyla %88.8 ve %84.3). Tam tahıl ekmeklerini tüketmeyenlerin oranının kentte yaşayanlarda %68.1, kırdaki yaşayanlarda ise %81.0 olduğu ifade edilmektedir. Kentte yaşayan kadınların %22.7'si, erkeklerin %13.6'sı her gün tam tahıllı ekmek tüketmektedir. Kırdaki yaşayanlarda ise tam tahıllı ekmek tüketim oranı %10.5 olup her iki cinsiyette benzer oranlardadır (10).

Yapılan çalışmalar obezite ile karbonhidratın glisemik yapısı arasındaki ilişkiyi desteklemektedir (11,12). Sindirim ve emilimlerinin yavaş olması sayesinde düşük glisemik indeksli besinler tokluğu arttırarak, sonraki öğündeki besin alımını azaltırlar. Bunun tersine yüksek glisemik indeksli besinler iştahı uyurarak, yüksek enerji alımına neden olur (13).

Glisemik indeksin diyabet gelişimine etkisinin değerlendirildiği kısa süreli bir insan çalışmasında, yüksek glisemik indeksli beslenmenin diyabet gelişimine katkı sağlayabileceği gösterilirken, uzun dönem çalışmalar glisemik indeks ve tip 2 diyabet riski arasındaki ilişkiyi tanımlamada yetersiz kalmaktadır (14). Hemşirelerin Sağlığı Çalışması I (15) ve Sağlık Profesyonelleri Takip Çalışması'nda (16) yüksek glisemik indeks ve artmış yük diyabet için risk olarak ifade edilirken, Iowa Kadın Sağlığı Çalışması'nda herhangi bir ilişki saptanamamıştır (17).

Besinlerin glisemik olarak oluşturduğu yanıt, insülin yanıtını da doğrudan etkilemektedir. Karbonhidrat içeren besinlerin glisemik cevabını belirlemede besinlerle ilgili birçok etmen bulunmaktadır.

Dolayısı ile aynı miktardaki farklı öğün bileşimleri veya farklı besinler farklı glisemik ve insülinemik yanıtlar oluşturabilmektedir. Besinlerin saklama koşulları, pişirme süresi ve pişirme tekniği glisemik indeksi etkileyebilmektedir (18). Farklı pişirme ve saklama çeşitlerinin ekmeğin glisemik indeks etkisine yönelik yapılan bir çalışmada ev yapımı beyaz ekmeğin ve ticari beyaz ekmeğin dört farklı depolama ve hazırlık koşullarıyla elde edilen taze, dondurulmuş ve çözdürülmüş, kızartılmış, kızartılıp ardından dondurulup ve çözdürülen ekmeğin glisemik yanıtı üzerine etkisine bakılmıştır. Taze ev yapımı beyaz ekmeğin ile dondurulmuş ve çözdürülmüş, kızartılmış, kızartılıp ardından dondurulup çözdürülmüş ekmeğin karşılaştırıldığında taze beyaz ekmeğin tüketimi sonucu oluşan kan glukoz düzeyi diğerlerine göre anlamlı ölçüde düşük bulunmuştur ($p < 0.05$). Benzer şekilde ticari beyaz ekmeğin için de aynı sonuç elde edilmiştir. Bu çalışma buzdolabında bekletilen ekmeğin oluştuğu ekmeğin retrogradasyonu sonucu glisemik indeksinde artış olduğunu göstermektedir (19). Ekmeğin kuru ısıya maruziyeti sonucunda nişastada bulunan amiloz ve amilopektin yapı daha küçük ünitelere parçalanarak dekstrinleri oluşturur. Kızarmış ekmeğin hissedilen tatlı tadın nedeni bu dekstrinizasyon olayından kaynaklanmaktadır. Ticari kahvaltılık gevreklerde hissedilen tatlı tadın nedeni de bu süreçtir (20). Bu çalışmanın amacı tam buğday ekmeğine uygulanan ısıl işlemin ekmeğin glisemik indeksi üzerine etkisini saptamaktır.

BİREYLER VE YÖNTEM

Araştırma Acıbadem Üniversitesi'nde öğrenim gören ve araştırmaya katılmayı kabul eden, 19-35 yaş arası (22.5 ± 3.4 yıl), 6'sı kadın, 4'ü erkekten oluşan toplam 10 sağlıklı birey ile yürütülmüştür. Tanısı konmuş

herhangi bir kronik veya endokrin hastalığı bulunan, BKİ ≥ 30 kg/m² olan, metabolizmayı etkileyen ilaçları düzenli olarak kullananlar, herhangi bir nedenle diyet yapmak zorunda olan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden bireylere "Hasta Onam Formu" okunarak, onayları alınmıştır.

Çalışma 24.11.2016 tarihli ATADEK-2016/19 sayılı Acıbadem Üniversitesi Tıbbi Araştırmalar Değerlendirme Kurulu (ATADEK) izni ile uygun bulunmuştur.

Bireylerin sağlıklı olma durumları, Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde dâhiliye uzmanı hekim tarafından on iki saatlik açlık sonrasında alınan kan örneklerinde değerlendirilen glukoz, insülin, glikozillenmiş hemoglobin (HbA1c), alanin amino transferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST), trigliserit, total kolesterol, yüksek dansiteli lipoprotein (HDL)-kolesterol, düşük dansiteli lipoprotein (LDL)-kolesterol parametreleri ile belirlenmiştir. Biyokimyasal kan parametrelerinin değerlendirilmesindeki amaç, bireylerin araştırmaya uygunluğunun değerlendirilmesidir. Araştırmadaki tüm katılımcıların çalışma öncesi antropometrik ölçümleri (boy uzunluğu ve vücut ağırlığı) alınmıştır. Bireylerden elde edilen verilerden vücut ağırlığı ve boy uzunluğu kullanılarak beden kütle indeksi (BKİ) hesaplanmıştır.

Araştırma Protokolü

Tam buğday ekmeği ile ısıl işleme maruz kalan tam buğday ekmeğinin glisemik indeksinin belirlenmesinde glukoz ve beyaz ekmeğin referans besin olarak kullanılmıştır. Çalışmanın birinci aşamasında beyaz ekmeğin ile test edilecek besinler

Tablo 1. Referans ve test besinlerinin nem, yağ, protein, posa, karbonhidrat ve kül miktarları

Ekmek türü	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Posa (%)	Sindirilebilir karbonhidrat (%)	Kül (%)	Verilen ekmeğin miktarı (g)
Beyaz ekmeğin	34.0	0.5	9.10	0.3	54.7	1.4	91.4
Tam buğday ekmeği	36.9	1.98	8.6	6.2	45.2	1.2	110.6
Kızarmış tam buğday ekmeği	26.9	1.7	11.0	8.5	50.4	1.5	99.2

olan tam buğday ekmeği ve ısıll işleme maruz kalan tam buğday ekmeği numunelerinin, nem, yağ, protein, posa ve kül analizleri “Gözlem Gıda Kontrol ve Araştırma Laboratuvarları”nda yapılmış ve analiz edilen besinlerin 50 g sindirilebilir karbonhidrat içerecek şekilde verilmesi gereken ekmek miktarları hesaplanmıştır. Buna göre 50 gram sindirilebilir karbonhidrat içeren beyaz ekmeğin miktarı 91.4 g, tam buğday ekmeğin miktarı 110.6 g, kızarmış tam buğday ekmeğin miktarı 99.2 g’dır. Tablo 1’de referans besin olarak kullanılan beyaz ekmek ve test besin olarak kullanılan tam buğday ekmeği ile kızarmış tam buğday ekmeğinin besin ögesi içeriği verilmiştir.

Testten bir gün önce gönüllülere öğün planı yapılarak aşırı miktarda yemek tüketimi önlenmiş, alkol ve kafein alımları ise tamamen diyetlerinden çıkarılarak aşırı egzersizden uzak durmaları sağlanmıştır. Testin yapılmasından bir gece önce katılımcılar alışageldikleri akşam yemeğini yedikten sonra bir gece boyunca 10-12 saat aç kalarak, ertesi sabah araştırma merkezine aç durumda gelmişlerdir.

Çalışmanın ikinci aşamasında 10 gönüllü katılımcıya birer hafta arayla 8 saat açlık sonrası 50 gram glukoz içeren içecek (glikosol 50 gram), 50 gram sindirilebilir karbonhidrat içeren beyaz ekmek, 50 gram sindirilebilir karbonhidrat içeren tam buğday ekmeği ve 50 gram sindirilebilir karbonhidrat içeren, önceden 220°C’de ısıtılmış fırında 6 dk kapağı kapalı şekilde bekletilen tam buğday ekmeği tükettirilmiştir. Glikosol hazır glukoz içeceğidir ve 200 mL su içermektedir. Bu nedenle test besinlerin tüketimi sırasında da 2 saat boyunca katılımcıların 200 mL su tüketmeleri sağlanmıştır. Beyaz ekmek, tam buğday ekmeği ve ısıll işleme maruz bırakılan tam buğday ekmeğinin 50 gram sindirilebilir karbonhidrat içeren test porsiyonları (sırasıyla 91.4 g, 110.6 g, 99.2 g) bir gün önce tartılarak hava geçirmeyecek şekilde streç film ile kapatılıp bir gece muhafaza edilmiştir.

Bireylerin referans besin olan 50 gram saf glukoz, beyaz ekmek ile test ekmek olan tam buğday ekmeği ve ısıll işleme maruz bırakılan tam buğday ekmeğini tüketmeden önce 0. dk ve ilk lokmadan 15. dk, 30.

dk, 45. dk, 60. dk, 90. dk ve 120. dk sonra venöz veya kapiller kan glukoz ölçümleri yapılmıştır. Bu değerler zamana karşı kan glukoz düzeyinin işaretlendiği grafik olarak çizilmiş ve glisemik eğri elde edilmiştir. Glisemik indeks değerlerinin saptanmasında “eğri altında kalan alan” yöntemi kullanılmıştır (21). Kan glukoz ölçümünün standardizasyonu için her gönüllü katılımcının parmak ucu kanı Accu-Chek Performa Nano kan glukoz ölçüm cihazı, stripleri ve parmağı delmek için Accu-Chek Softclick parmak delicisi kullanılmıştır.

BULGULAR

Araştırmaya katılan bireylerin yaş ortalamaları 22.5±3.4 yıl, BKİ ise ortalama 22.9±3.0 kg/m²’dir (Tablo 2).

Tablo 2. Bireylerin yaş ve antropometrik ölçümlerine ilişkin bulgularının ortalama ve standart sapma değerleri

Bireylere ilişkin özellikler	Erkek (n=4) $\bar{X} \pm S$	Kadın (n=6) $\bar{X} \pm S$	Toplam (n=10) $\bar{X} \pm S$	p
Yaş (yıl)	21.5±1.0	23.1±4.3	22.5±3.4	0.547
Boy (cm)	174.7±3.7	165.1±6.4	169.0±7.2	0.032
Ağırlık (kg)	71.3±7.4	62.9±13.3	66.3±11.6	0.136
BKİ (kg/m ²)	23.3±2.6	22.7±3.5	22.9±3.0	0.670

Tablo 3’te bireylerin glukoz, beyaz ekmek, tam buğday ekmeği ve kızartılmış tam buğday ekmeği tüketimi sonrasında farklı zamanlarda alınan kan glukoz miktarları yer almaktadır. Glukoz tüketimi sonrasında en düşük kan glukoz miktarı 120. dakikada (88.8±15.70 mg/dL) iken, en yüksek kan glukoz miktarı 30. dakikadadır (149.6±20.9 mg/dL). Beyaz ekmek sonrasında en düşük kan glukoz miktarı 0. dakikada (87.0±4.8 mg/dL) iken, en yüksek kan glukoz miktarı 45. dakikadadır (130.2±13.1 mg/dL). Tam buğday ekmeği sonrasında en düşük kan glukoz miktarı 0. dakikada (88.0±5.6 mg/dL) iken, en yüksek kan glukoz miktarı 45. dakikadadır (122.0±20.3 mg/dL). Kızartılmış tam buğday ekmeği sonrasında en düşük kan glukoz miktarı 0. dakikada (89.0±5.5 mg/dL) iken, en yüksek kan glukoz miktarı 45. dakikadadır (141.1±17.0 mg/dL).

Tablo 3. Referans ve test besinlerin tüketimi sonrası kan glukoz miktarı (mg/dL)

Parametreler	Glukoz	Beyaz ekmeği	Tam buğday ekmeği	Kızartılmış tam buğday ekmeği
	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$	$\bar{X} \pm S$
0.dk	90.80 ± 3.36	87.00 ± 4.83	88.00 ± 5.56	89.00 ± 5.52
15.dk	140.70 ± 19.19	95.40 ± 8.87	95.90 ± 6.69	94.90 ± 4.82
30.dk	149.60 ± 20.93	113.20 ± 13.31	112.90 ± 11.10	118.60 ± 12.35
45.dk	137.90 ± 26.04	130.20 ± 13.06	122.00 ± 20.33	141.10 ± 17.02
60.dk	116.90 ± 14.67	121.40 ± 21.62	121.10 ± 28.38	130.90 ± 20.47
90.dk	103.40 ± 16.37	105.00 ± 17.79	110.00 ± 13.60	115.20 ± 18.45
120.dk	88.80 ± 15.70	99.60 ± 16.47	99.20 ± 12.94	116.10 ± 17.27

Tablo 4'te tam buğday ekmeği ve ısıl işlem uygulanmış tam buğday ekmeğinin tüketimi sonrasında zamana göre kan glukoz miktarındaki değişim yer almaktadır. Yapılan analiz sonucunda tam buğday ve ısıl işlem uygulanmış olan tam buğday ekmeği alan bireylerin 0., 15., 30., 60. ve 90. dakikalarda kan glukoz miktarlarının değişmediği belirlenmiştir ($p>0.05$). Kan glukoz düzeylerinde 45. dakikada ve 120. dakikada anlamlı farklılık gözlenmektedir ($p<0.05$). Tam buğday ekmeği tüketimi sonrası 45. ve 120. dakikalardaki kan glukoz miktarı, ısıl işlem uygulanmış tam buğday ekmeğine göre daha düşük düzeydedir.

Tablo 4. Tam buğday ve ısıl işlem uygulanmış tam buğday ekmeğinin zamana göre kan glukoz düzeyleri

Değişkenler	$\bar{X} \pm S$ (mg/dL)	p değeri
0.dk Tam buğday ekmeği	88.00 ± 5.56	0.65
Kızartılmış tam buğday ekmeği	89.00 ± 5.52	
15.dk Tam buğday ekmeği	95.90 ± 6.69	0.72
Kızartılmış tam buğday ekmeği	94.90 ± 4.82	
30.dk Tam buğday ekmeği	112.90 ± 11.10	0.18
Kızartılmış tam buğday ekmeği	118.60 ± 12.35	
45. dk Tam buğday ekmeği	122.00 ± 20.33	0.05
Kızartılmış tam buğday ekmeği	141.10 ± 17.02	
60. dk Tam buğday ekmeği	121.10 ± 28.38	0.31
Kızartılmış tam buğday ekmeği	130.90 ± 20.47	
90. dk Tam buğday ekmeği	110.00 ± 13.60	0.31
Kızartılmış tam buğday ekmeği	115.20 ± 18.45	
120. dk Tam buğday ekmeği	99.20 ± 12.94	0.02*
Kızartılmış tam buğday ekmeği	116.10 ± 17.27	

* $p<0.05$

Referans besin olan glukozu göre test besinlerin

glisemik indeks değerleri, beyaz ekmeği için 81.2, tam buğday ekmeği için 78.4 ve kızartılmış tam buğday ekmeği için 107.7 bulunmuştur. Bir diğer referans besin olan beyaz ekmeğe göre değerlendirildiğinde ise tam buğday ekmeğinin glisemik indeksi 96.4, kızartılmış tam buğday ekmeğinin ise 132.6'dır. Çalışmada beyaz ekmeğe göre hesaplanan glisemik indeks değerleri, glukozu göre hesaplanan glisemik indeks değerlerinden yaklaşık olarak 1.2 kat daha yüksektir.

TARTIŞMA

Türkiye'de ekmeği ve tahıl ürünleri en fazla tüketimi olan besin grubudur. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 1974 araştırma sonuçlarına göre günlük enerji alımının %58'i ekmeği ve diğer tahıl ürünlerinden sağlanırken, %44'ü sadece ekmeğinden sağlanmaktadır. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010'da tam tahıl ekmeğinin tüketim sıklığı, beyaz ekmeği tüketimine kıyasla düşüktür. TBSA 2010 sonuçlarına göre bireylerin %71.4'ü tam tahıllı ekmeği türlerini hiç tüketmemektedir (22).

Besinler üzerine uygulanan hazırlama ve pişirme teknikleri kan glukoz düzeyini ve insülin yanıtını etkiler. Nişasta jelatinizasyonu, pişirme sıcaklığı, pişirme süresi ve nişasta sindirilebilirlik oranını etkileyen etmenler ekmeğinin glisemik indeksini belirler (23). Uluslararası Glisemik İndeks ve Yük Tablosu'nda tam buğday ekmeğinin glisemik indeksi Avustralya'da 70, Kanada'da 52-72, Slovenya'da 63, Amerika'da 73 ve Güney Afrika'da ise 75 olarak bildirilirken Türkiye'ye ait tam buğday ekmeğinin glisemik indeksi 49 olarak ifade edilmektedir (24). Bu çalışmada tam buğday ekmeğinin glisemik indeksi 78.4 olarak saptanmıştır. Bu farklılığın nedeni ekmeğinin yapımı sürecinde içine ilave edilen su miktarı, pişirme süresi, fermentasyon için kullanılan maya çeşidi (25), fermentasyon sürecinde çıkan organik asitlerin gastrik boşalmayı etkileyen pH'sı olabilir (26). Diğer taraftan kullanılan kan glukoz örneğinin kapiller veya venöz kan olması gibi bireysel etmenler de besinlerin glisemik indeksini değiştirebilmektedir (27).

Besinlerin içeriğindeki besin öğeleri (posa, nişastanın

granüler yapısı, amiloz amilopektin oranı, içeriğindeki yağ miktarı) kadar, besin hazırlamada ve pişirmede uygulanan işlemler de glisemik indeksi etkilemektedir (24). Bu araştırmada fırında 220°C sıcaklıkta 6 dakika süresince ısı işlem uygulanan tam buğday ekmeğinin glisemik indeksi 107.7 olarak bulunmuştur. Ekmeğin pişirilmesi nişastanın retrogradasyonuna, pişirilen ekmeğin tekrardan ısıtılması dekstrinizasyonuna katkıda bulunur. Ekmeğin kuru ısıya maruziyeti sonucunda nişastada bulunan amiloz ve amilopektin yapı daha küçük ünitelere parçalanarak dekstrinleri oluşturur. Dekstrinizasyon işlemi sonucu oluşan daha küçük partiküllerin sindirim ve emiliminin göreceli olarak daha hızlı olması glisemik indeksin artışına neden olur (20). Ekmeğin fırında ısı işleme maruz bırakılması sonucu glisemik indeksindeki artışın bir diğer nedeni nem kaybına bağlı olarak 100 gramdaki sindirilebilir karbonhidrat miktarındaki artıştır. Tam buğday ekmeğinin sindirilebilir karbonhidrat oranı %45.2 iken ısı işlem görmüş tam buğday ekmeğinin nem miktarındaki azalmaya bağlı olarak bu oran %50.4'e yükselmiştir.

Obezite, kalp damar hastalıkları, diyabet ve bazı kanser türlerinin önlenmesinde ve tedavisinde tam buğday unundan yapılan ekmeğin tüketimi ve ekmelerde kullanılan unun randımanının arttırılmaması gerektiği bildirilmektedir (22). Tahılların ve ekmeğin çeşidi ve miktarı kadar uygulanan hazırlama ve pişirme yöntemi de sağlığı etkileyebilir. Nişastalı ürünlerin glisemik yanıtını etkileyebilen küçük farklılıkların azalan kardiyovasküler hastalık riski ve daha iyi sağlanabilen glisemik kontrol gibi sağlık üzerine olumlu etkileri olabilmektedir (28). Bu araştırmanın sonucuna göre fırında 6 dakika süresince 220°C ısıya maruz kalan ekmeğin glisemik indeksinde %27 artış saptanmıştır. Isıl işlemin glisemik indeksi arttırmasından dolayı, ekmek ile ilgili önerilerde ekmeğin ısı işleme maruz bırakılmadan tüketiminin önemi anlatılmalıdır.

Bu çalışmanın birkaç sınırlılığı bulunmaktadır. Araştırmanın birinci sınırlılığı araştırmaya katılan bireylerin kan glukoz ölçümlerinin duplike yapılmamasıdır. Bu çalışmanın bir diğer sınırlılığı olan GI çalışmalarında randomizasyon yapılması

gerekliliğinin sağlanamamasıdır.

Çıkar çatışması • Conflict of interest: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. • *The authors declare that they have no conflict of interest.*

KAYNAKLAR

1. Venn BJ, Green TJ. Glycemic index and glycemic load: measurement issues and their effect on diet-disease relationships. *Eur J Clin Nutr* 2007;61 (Suppl 1):S122-131.
2. World Health Organization, Carbohydrates in Human Nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. (Chapter 4); 1997 Apr 14-18; Italy, Rome.
3. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker H, Fielden H, Baldwin JM, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981;34(3):362-366.
4. Sacks FM, Carey VJ, Anderson CA, Miller ER 3rd, Copeland T, Charleston J, et al. Effects of high vs low glycemic index of dietary carbohydrate on cardiovascular disease risk factors and insulin sensitivity: the OmniCarb randomized clinical trial. *JAMA* 2014;312(23):2531-2541.
5. Wang ML, Gellar L, Nathanson BH, Pbert L, Ma Y, Ockene I, et al. Decrease in glycemic index associated with improved glycemic control among Latinos with type 2 diabetes. *J Acad Nutr Diet* 2015;115(6):898-906.
6. Ha V, Vigiouliou E, Kendall CWC, Balachandran B, Jenkins DJA, Kavsak PA, et al. Effect of a low glycemic index diet versus a high-cereal fiber diet on markers of subclinical cardiac injury in healthy individuals with type 2 diabetes mellitus: An exploratory analysis of a randomized dietary trial. *Clin Biochem* 2017;50(18):1104-1109.
7. Gutschall MD, Miller CK, Mitchell DC, Lawrence FR. A randomized behavioural trial targeting glycaemic index improves dietary, weight and metabolic outcomes in patients with type 2 diabetes. *Public Health Nutr* 2009;12(10):1846-1854.
8. Esposito K, Maiorino MI, Di Palo C, Giugliano D; Campanian Post-Prandial Hyperglycemia Study Group. Dietary glycemic index and glycemic load are associated with metabolic control in type 2 diabetes: The CAPRI experience. *Metab Syndr Relat Disord* 2010;8(3):255-261.
9. Türk Gıda Kodeksi. Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği; (Tebliğ No: 2012/2).
10. TBSA. "Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010: Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu." Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi. Ankara: Sağlık Bakanlığı Yayın No: 931. 2014.

11. Visek J, Lacigova S, Cechurova D, Rusavy Z. Comparison of a low-glycemic index vs standard diabetic diet. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2014;158(1):112-116.
12. Liu S, Manson JE, Stampfer MJ, Holmes MD, Hu FB, Hankinson SE, et al. Dietary glycemic load assessed by food-frequency questionnaire in relation to plasma high-density-lipoprotein cholesterol and fasting plasma triacylglycerols in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2001;73(3):560-566.
13. Ahmed M, Gannon MC, Nuttall FQ. Postprandial plasma glucose, insulin, glucagon and triglyceride responses to a standard diet in normal subjects. *Diabetologia* 1976;12(1):61-67.
14. Bhupathiraju SN, Tobias DK, Malik VS, Pan A, Hruby A, Manson JE, et al. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes: results from 3 large US cohorts and an updated meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2014;100(1):218-232.
15. Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz G, Liu S, Solomon CG, et al. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med* 2001;345(11):790-797.
16. Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997;20(4):545-550.
17. Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR Jr, Slavin J, Sellers TA, Folsom AR. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am J Clin Nutr* 2000;71(4):921-930.
18. Øverby NC., Sonestedt E., Laaksonen D E., Birgisdottir BE. (2013). Dietary fiber and the glycemic index: a background paper for the Nordic Nutrition Recommendations 2012. *Food Nutr Res*, 57(1), 20709.
19. Burton P, Lightowler HJ. The impact of freezing and toasting on the glycemic response of white bread. *Eur J Clin Nutr* 2008;62(5):594-599.
20. Brown A. *Understanding Food: Principles and Preparation*. 5th ed. Cengage; 2014. 374 p.
21. Wolever TM, Jenkins DJ, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1991;54(5):846-854.
22. TC Sağlık Bakanlığı ve Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. "Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı (2010-2014)." Kuban Matbaacılık Yayıncılık, Ankara, 2010.
23. Rizkalla SW, Laromiguiere M, Champ M, Bruzzo F, Boillot J, Slama G. Effect of baking process on postprandial metabolic consequences: Randomized trials in normal and type 2 diabetes subjects. *Eur J Clin Nutr* 2007;61(2):175-183.
24. Ludwig DS. Dietary glycemic index and obesity. *J Nutr* 2000;130(2S Suppl):280S-283S.
25. Najjar AM, Parsons PM, Duncan AM, Robinson LE, Yada RY, Graham TE. The acute impact of ingestion of breads of varying composition on blood glucose, insulin and incretins following first and second meals. *Br J Nutr* 2009;101(3):391-398.
26. Liljeberg HG, Lönner CH, Björck IM. Sourdough fermentation or addition of organic acids or corresponding salts to bread improves nutritional properties of starch in healthy humans. *J Nutr* 1995;125(6):1503-1511.
27. Wolever TM, Jenkins DJ, Vuksan V, Josse RG, Wong GS, Jenkins AL. Glycemic index of foods in individual subjects. *Diabetes Care* 1990;13(2):126-132.
28. Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care* 2003;26(8):2261-2267.