

Kavrulmuş Mısır, Buğday ve Nohut (Leblebi) Çerezlerinin Beslenme Açısından Önemli Karbonhidrat Fraksiyonları

Abdulvahit Sayaslan¹, Emin Akarçay², Mehmet Tokatlı³

¹ Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman

² Dumlupınar Üniversitesi, Pazarlar Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı, Kütahya

³ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat

Geliş Tarihi (Received): 21.01.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 10.05.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): sayaslan@kmu.edu.tr (A. Sayaslan)

☎ 0 338 226 20 00 / 5006 📠 0 338 226 22 14

ÖZ

Sağlıklı beslenme açısından diyet lifi başta olmak üzere karbonhidrat içeriği yüksek, ancak nişasta sindirim hızı ve oranı düşük gıdaların tüketilmesi önerilmektedir. Zengin karbonhidrat kaynağı olan kavrulmuş veya kızartılmış mısır, buğday ve nohut (leblebi), Türkiye’de yaygın tüketilen geleneksel çerezlerdendir. Bu çalışmada kavrulmuş tüm tane mısır, buğday ve nohut çerezlerinin kimyasal bileşimleri, toplam diyet lifi (TDL), çözünmez diyet lifi (ÇZDL), çözünür diyet lifi (ÇRDL), hızlı sindirilebilir nişasta (HSN), yavaş sindirilebilir nişasta (YSN), dirençli nişasta (DN) ve hızlıca kullanılabilir glikoz (HKG) içerikleri ile nişasta hidroliz indeksi (NHI) belirlenmiştir. Tüm tane çerezlerin düşük nemli (%1.2-4.2), orta-yüksek proteinli (%8.8-20.9), düşük-orta yağlı (%1.3-11.3) ve yüksek karbonhidratlı (%70.5-84.3) gıdalar olduğu belirlenmiştir. Çerezler, TDL (%9.2-21.9), ÇZDL (%7.1-19.1) ve ÇRDL (%2.1-4.4) bakımından zengin bulunmuştur. Nohut çerezlerinin nişasta sindirim hızları ve oranlarının mısır ve buğday çerezlerinden daha düşük olduğu saptanmıştır. Çerezlerin HKG içerikleri (%15.9-59.4) ile NHI (20.1-81.7) arasında önemli korelasyon ($r=0.90$, $P<0.01$) bulunmuştur. Mısır cipsiyle karşılaştırıldığında, tüm tane çerezler düşük yağlı, yüksek lifli ve yavaş sindirilen gıdalardır.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Buğday, Nohut, Çerez, Karbonhidrat fraksiyonları

Nutritionally Important Carbohydrate Fractions in Roasted Corn, Wheat and Chickpea (Leblebi) Snacks

ABSTRACT

Foods that are rich in carbohydrates, particularly dietary fiber, with reduced rate and extent of starch digestion are recommended for healthy nutrition. Roasted or fried corn, wheat and chickpea (leblebi) are among the carbohydrate-rich traditional snacks commonly consumed in Turkey. This study was conducted to investigate proximate compositions, total dietary fiber (TDF), insoluble dietary fiber (IDF), soluble dietary fiber (SDF), rapidly digestible starch (RDS), slowly digestible starch (SDS), resistant starch (RS) and rapidly available glucose (RAG) contents and starch hydrolysis index (SHI) of the snacks. The snacks were low in moisture (1.2-4.2%), medium-to-high in protein (8.8-20.9%), low-to-medium in fat (1.3-11.3%) and high in carbohydrate (70.5-84.3%). The snacks were quite rich in TDF (9.2-21.9%), IDF (7.1-19.1%) and SDF (2.1-4.4%). In terms of the rate and extent of starch digestion, chickpea snacks had lower values than corn and wheat snacks. A significant correlation ($r=0.90$, $P<0.01$) was found between SHI (20.1-81.7) and RAG contents (15.9- 59.4%). In conclusion, compared to corn chips, the whole-grain snacks are low-fat, high-fiber and slowly digested foods.

Keywords: Corn, Wheat, Chickpea, Snack, Carbohydrate fractions

GİRİŞ

Tüketilen gıdaların kimyasal bileşenleri ve insanların beslenme alışkanlıkları ile sağlıklı yaşam arasındaki ilişki yüzyıllardır bilinmesine rağmen, son yıllarda yapılan çalışmalar bu alanda somut veriler ortaya koymuş; buna bağlı olarak da gıda-beslenme-sağlık ilişkileri yoğun olarak çalışılan bir alan haline gelmiştir [1]. Sağlıklı beslenmede günlük enerji ihtiyacının en az yarısının karbohidratlardan sağlanması, nişasta gibi kompleks karbohidratların glikoz, fruktoz ve sakkaroz gibi basit karbohidratlara tercih edilmesi ve sindirilemeyen karbohidratların (lif, diyet lifi, besinsel lif) tüketiminin artırılması önerilmektedir [2 - 4].

Nişasta bakımından zengin gıdaların sindirim hızları ve oranları değişik faktörlerden etkilenmektedir [1, 4]. Bu bağlamda nişastanın botanik kaynağı, amiloz-amilopektin oranı, çirşlenme derecesi, gıda hazırlamada uygulanan öğütme, saflaştırma ve pişirme gibi işlemlerin çeşidi ve süresi, gıdalarda nişasta ile birlikte bulunan protein, yağ ve diyet lifi gibi bileşenlerin çeşidi ve miktarı ve nişastanın bulunduğu gıdanın bütünlüğü ve mikro yapısı önemlidir [5-11]. Jenkins ve ark. [12] tarafından 1981 yılında gıdalardaki karbohidratların sindirim hızları ve oranlarının *in vivo* ölçülmesini sağlayan glikemik indeks (GI) prosedürü geliştirilmiş; sağlıklı bir diyetin yeterli ve dengeli olmasının yanında GI değerinin de düşük olması önerilmiştir [1, 7, 13, 14]. Gıdaların GI değerlerinin belirlenmesinin zor ve pahalı olması nedeniyle, 1992 ve 1997 yıllarında sırasıyla Englyst ve ark. [5] ve Goni ve ark. [15] tarafından GI değerlerine paralel sonuçlar veren *in vitro* yöntemler geliştirilmiştir. Nişasta, *in vitro* sindirim hızı ve oranı dikkate alınarak hızlı sindirilebilir nişasta (HSN), yavaş sindirilebilir nişasta (YSN) ve dirençli nişasta (DN) olarak sınıflandırılmış; metabolik hastalıkların önlenmesi ve kontrolü bağlamında YSN ve DN oranı yüksek fakat HSN oranı düşük gıdaların seçimi önerilmiştir [7, 8, 10, 14, 16, 17]. Benzer makrobesin öğeleri ve lif içeriklerine sahip ancak YSN ve DN içerikleri yüksek, dolayısıyla GI değerleri düşük olan gıdaların, hem diyabetik hem de sağlıklı insanlarda kan glikoz ve insülin düzeylerini düşürdüğü ve bazı metabolik hastalıklara karşı koruduğu kanıtlanmıştır [8, 18-20]. Yapılan çalışmalar, diyet lifi ve dirençli nişastanın insanları metabolik sendrom (obezite, diyabet, hiperlipidemi, hipertansiyon, bazı kalp-damar rahatsızlıkları) ve bazı sindirim sistemi kanserlerine karşı koruduğunu ortaya koymuştur [21-26]. Ülkemizde sadece beyaz, kepekli ve çavdar unu katkılı ekmeklerin beslenme açısından önemli nişasta fraksiyonları ve GI değerleri belirlenmiştir [27, 28].

Buğday, pirinç ve mısır gibi tahıllar ile nohut, fasulye ve mercimek gibi kuru baklagiller karbohidrat, nişasta ve besinsel lif bakımından zengin olmalarının yanı sıra insan diyetinde yaygın bulunan gıda hammaddelerindedir [3, 29, 30]. Ancak tahıllar ve baklagillerin değişik gıdalara dönüştürülmesinde kullanılan öğütme ve pişirme gibi işleme teknolojileri, söz konusu hammaddelerin karbohidrat dağılımları ile nişasta sindirim hızları ve oranlarını önemli ölçüde değiştirmektedir [9, 31, 32]. Çerez tipi gıdaların üretiminde özellikle tahıllar ve baklagiller önemli

hammaddelerdir [33]. Mısır, buğday ve yulaf gibi tahıllar ile soya fasulyesi ve nohut gibi baklagillerin öğütülmesi ve saflaştırılmasıyla elde edilen un veya irmik, ekstrüzyon veya kızartma teknolojisi kullanılarak cips türü çerez gıdaların üretiminde kullanılmaktadır [29, 33]. Bu tip çerezler üretilirken, tahıllar ve baklagiller öğütülmekte ve lif bakımından zengin kabuk tabakası uzaklaştırılmaktadır. Ayrıca tahıllar ve baklagillerden cips türü çerez gıdaların üretiminde kullanılan ekstrüzyon tekniği, yüksek sıcaklık ve aşırı mekanik sürtünme (shear) içerdiğinden nişastanın tamamen çirşlenmesine ve kısmi hidrolizine neden olmaktadır [33, 34]. Bunun sonucu olarak, dünyada yaygın olarak tüketilen cips türü çerezlerin diyet lifi içerikleri çoğunlukla düşük, nişasta sindirim hızları ve oranları ile yağ içerikleri ise genellikle yüksektir [14, 35]. Geleneksel ürünler olan kavrulmuş nohut, mısır ve buğday çerezlerinin üretiminde ise tane dokusal bütünlüğü fazla zarar görmemekte, sarı leblebi ve kızartılmış (soslu) mısır hariç diğer çerezlerin lif bakımından zengin kabuk tabakası ayrılmamaktadır [36]. Ayrıca çerezlerin kavrulması sırasında ürünün nem içeriği düşük olduğundan nişasta çirşlenmesi de sınırlı düzeyde kalmaktadır [37].

Toplumumuzun beslenmesinde çoğunlukla geleneksel yöntemlerle üretilen ve toplam karbohidrat ve nişasta içerikleri oldukça yüksek olan kavrulmuş nohut (beyaz, sarı ve kaplama leblebi), kavrulmuş mısır, kızartılmış (soslu) mısır ve kavrulmuş buğday çerezlerinin vazgeçilmez bir yeri vardır [36]. Ancak bu ürünlerin sağlıklı beslenme bakımından önemli olan diyet lifi içerikleri ile nişasta sindirim hızları ve oranları çalışılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, söz konusu çerez gıdaların genel kimyasal bileşimleri, diyet lifi içerikleri ve nişasta sindirim hızları ve oranlarının belirlenmesidir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Bu çalışmada kavrulmuş veya kızartılarak üretilen nohut, mısır ve buğday çerezlerinden olan sarı leblebi, beyaz leblebi, kaplama leblebi, kavrulmuş buğday, kavrulmuş mısır ve kızartılmış (soslu) mısır kullanılmıştır. Ayrıca, karşılaştırma yapmak amacıyla mısır cipsi de çalışmaya dahil edilmiştir. Kavrulmuş buğday hariç diğer çerez çeşitleri üç farklı üretici firmadan temin edilmiştir. Kavrulmuş buğdayın ticari üretimi olmadığı için Sivas ve Karaman illerinden ev yapımı kavrulmuş buğday örnekleri toplanmıştır. Her bir çerez çeşidi için toplanan örnekler eşit oranlarda karıştırılmış ve çalışmalar karışımlar üzerinden yürütülmüştür.

Çalışmada Sigma (ABD) ve Merck (Almanya) firmalarından alınan analitik saflıkta kimyasallar kullanılmıştır. Diyet lifi analiz kiti (Sigma TDF-100A), amiloglikozidaz (Sigma A7095, 400 AGU/mL), invertaz (Sigma I4504, 401 EU/mg), pankreatin (Sigma P1750; domuz pankreasından üretilen α -amilaz, proteaz ve lipaz içeren 4xUSP saflıkta hidrolitik enzim karışımı) ve guar gamı (Sigma G4129) Sigma (ABD) firmasının Türkiye temsilciliklerinden (Sivas ve Ankara),

glikozoksidadz-peroksidadz (GOPOD) esasına göre geliştirilen glikoz analiz kiti (Biyozim 07-100) ise Biasis (Ankara) firmasından satın alınmıştır.

Çerezlerin Genel Kimyasal Bileşimlerinin Belirlenmesi

Çerez gıdaların genel kimyasal bileşimleri (nem, protein, yağ ve kül) AACC [38] metotlarına göre belirlenmiştir. Çerez örnekleri laboratuvar değerini (Ika-Werke M20, Almanya) kullanılarak 1 mm gözenekli elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Mısır ve mısır esaslı çerezlerin nem içerikleri 103°C'de, diğer çerezlerin nem içerikleri ise 130°C'de 1 saat süreyle etüvde (Elektromag M5040, İstanbul) kurutma yoluyla belirlenmiştir (AACC metot no. 44-15A). Çerezlerin azot içerikleri Kjeldahl sistemi (Gerhardt KB8 & Vapodest50, Almanya) kullanılarak saptanmış ve azot-protein çevrim faktörü (6.25) kullanılarak protein içerikleri hesaplanmıştır (AACC metot no. 46-12). Çerezlerin yağ içerikleri Soxhlet ekstraksiyon sistemi (Gerhardt Soxtherm EV16, Almanya) kullanılarak tayin edilmiştir (AACC metot no. 30-25). Çerezlerin kül içerikleri 600°C'de sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kül fırınında (Nüve 200MF, Ankara) yakma yöntemiyle belirlenmiştir (AACC metot no. 08-01). Çerezlerin toplam karbonhidrat içerikleri ise hesaplama yoluyla aşağıdaki formülle elde edilmiştir

$$\% \text{Karbonhidrat} = 100 - (\% \text{Nem} + \% \text{Protein} + \% \text{Yağ} + \% \text{Kül})$$

Çerezlerin Diyet Lifi Fraksiyonlarının Belirlenmesi

Çerezlerin toplam diyet lifi (TDL) ve çözünmez diyet lifi (ÇZDL) içerikleri AOAC-991.43 [39] metoduna göre diyet lifi analiz kiti (Sigma TDF-100A, ABD) kullanılarak enzimatik-gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Yağ içerikleri %10'dan yüksek olan kızartılmış (soslu) mısır ve mısır çipsi örnekleri, önce dietil eter ile ekstrakte edilerek (Ankom XT10, ABD) yağı uzaklaştırılmış ve analizler yağsız örnekler üzerinden yürütülmüştür. Özetle, kahve değirmeninde (Bosch MKM6000, Almanya) 150 µm gözenekli elekten geçecek şekilde öğütülen ve tartılan örnekler beherlere aktarılmış ve kontrollü şartlar altında önce 95-100°C'de ısıya dirençli α-amilaz enzimi ile inkübe edilerek nişastanın dekstrinlere hidrolizi sağlanmış, 60°C'de proteaz enzimi ile inkübe edilerek proteinlerin hidrolizi gerçekleştirilmiş ve son olarak da amiloglikozidaz enzimi ile inkübe edilerek dekstrinlerin tamamen glikoza hidrolizi sağlanmıştır. Elde edilen ekstraktlar etanol ile muamele edilerek çözünür diyet lifi (ÇRD) çöktürülmüş, Goach krozelerinden (40-60 µm gözenekli) süzülerek tortu elde edilmiş ve kurutulmuştur. Kurutulan tortu ağırlığı kaydedildikten sonra tortunun protein ve kül içerikleri belirlenmiş; tortu ağırlığından protein ve kül miktarları düşülerek toplam diyet lifi miktarları hesaplanmıştır. Örneklerin ÇZDL içerikleri, toplam diyet lifi analizinde uygulanan çöktürme ve süzme aşamalarının standart metodun (AOAC metot no. 991.43) önerilen şekilde modifiye edilmesiyle yine enzimatik-gravimetrik olarak belirlenmiştir. Çerezlerin çözünür diyet lifi içerikleri (ÇRD) ise hesaplama (%ÇRD = %TDL - %ÇZDL) yoluyla elde edilmiştir [39].

Çerezlerin Beslenme Açısından Önemli Nişasta Fraksiyonlarının Belirlenmesi

Çerezlerin toplam glikoz (TG), hızlıca kullanılabilir glikoz (HKG), toplam nişasta (TN), hızlı sindirilebilir nişasta (HSN), yavaş sindirilebilir nişasta (YSN) ve dirençli nişasta (DN) içerikleri ile nişasta hidroliz indeksi (NHI), Englyst ve ark. [5] tarafından geliştirilen ve yaygın olarak kullanılan *in vitro* sindirim yöntemi takip edilerek belirlenmiştir. Örnekler tartılmadan önce havada 1 mm gözenekli elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülen örnekler tartılarak (0.7-0.8 g) 50 mL hacimli santrifüj tüplerine aktarılmış ve üzerine sindirim sisteminin viskozitesini simüle etmek için 50 mg guar gamı, midedeki mekanik sindirimi simüle etmek için 5 adet cam bilye ilave edilmiştir. Daha sonra tüplere sodyum asetat tamponu (pH 5.2, 20 mL) ve hidrolitik enzim karışımı (invertaz, pankreatin ve amiloglikozidaz, toplam 5 mL) ilave edilmiş ve tüpler sıcaklığı 37°C'ye ayarlanmış çalkalamalı su banyosunda (Mommert WB-22, Almanya) 160 devir/dakika hızda toplam 120 dakika süreyle inkübasyona tabi tutularak örneklerdeki sakkaroz ve nişastanın hidrolizi gerçekleştirilmiştir. Çalkalamalı inkübasyonun 20. ve 120. dakikalarında tüplerden ekstraktlar (0.5 mL) alınarak enzimatik aktivite etanol ilavesiyle durdurulmuş ve santrifüj (Hettich EBA-20, Almanya) edilerek berraklaştırılmıştır. Berraklaştırılan örneklerin glikoz içerikleri (G₂₀ ve G₁₂₀) spektroskopik (PerkinElmer Lambda EZ201, ABD) yöntemle glikozoksidadz-peroksidadz (GOPOD) esaslı glikoz analiz kiti (Biyozim 07-100, Ankara) kullanılarak belirlenmiştir. Yüz yirmi dakikalık çalkalamalı inkübasyondan sonra tüpler 30 dakika süreyle kaynar su banyosunda tutularak örneklerdeki nişasta tamamen çirşlendirilmiş ve buzlu su ortamında 7 M KOH ile muamele edilerek (30 dakika) retrogradasyonla oluşan dirençli nişasta dispersiyon haline getirilmiştir. Tüplere daha sonra amiloglikozidaz enzimi ilave edilmiş ve 70°C'de 30 dakika süreyle inkübe edilerek örneklerdeki nişastanın tamamen hidrolizi sağlanmıştır. Tüpler kaynar suda tutularak (10 dakika) enzimatik aktivite durdurulmuş, ekstraktlar santrifüjlenerek berraklaştırılmış, örneklerin toplam glikoz (TG) içerikleri G₂₀ ve G₁₂₀'de olduğu gibi GOPOD yöntemiyle belirlenmiştir. Ayrıca, örnekler yukarıda açıklanan yaklaşımla sadece invertaz enzimi ile muamele edilmiş, böylece örneklerde serbest halde bulunan ve/veya sakkarozun invertaz hidroliziyle oluşan serbest glikoz (SG) miktarları belirlenmiştir. Ölçülen SG, G₂₀, G₁₂₀ ve TG değerleri kullanılarak çerezlerin beslenme açısından önemli karbonhidrat fraksiyonları (HKG = G₂₀; TN = (TG - SG) x 0.9; HSN = (G₂₀ - SG) x 0.9; YSN = (G₁₂₀ - G₂₀) x 0.9; DN = TN - (HSN + YSN); NHI = (HSN / TN) x 100) hesaplanmıştır [5].

Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Araştırmayla elde edilen veriler ortalama±standart sapma olarak hesaplanmış ve ortalamalar SPSS istatistik programı (Lead Technologies, ABD) kullanılarak Duncan çoklu karşılaştırma yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Örnekler için parametreler arasındaki korelasyonlar (Pearson) yine SPSS istatistik programı kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çerezlerin Genel Kimyasal Bileşimleri

Bu çalışmada yer alan sarı, beyaz ve kaplama nohut çerezleri (leblebiler), kavrulmuş ve kızartılmış (soslu) mısır çerezleri, kavrulmuş buğday çerezi ve mısır cipsinin nem, protein, yağ, kül ve toplam karbonhidrat içerikleri Tablo 1'de verilmiştir. Çerezlerin nem içerikleri çerez gıdalarda beklendiği gibi düşük bulunmuş ve %1.2-4.2 arasında değişmiştir. Çerezlerin protein içerikleri önemli derecede farklılık göstermiş ($P<0.05$) ve kuru madde esasına göre %5.8-20.9 arasında değişmiştir. Çerezler protein içerikleri bakımından değerlendirildiğinde; nohut çerezlerinin oldukça zengin, buğday çerezinin orta, mısır çerezlerinin ise düşük oldukları görülmektedir. Nohut kabuğunun işleme sırasında sarı leblebide olduğu gibi uzaklaştırılması veya beyaz leblebide olduğu gibi üründe kalması leblebilerin protein içeriklerini etkilememiştir ($P>0.05$). Ancak mısır çerezlerinde mısır kabuğunun kızartılmış mısır ve mısır cipsi üretiminde olduğu gibi

uzaklaştırılması, protein içeriklerini kabuğu uzaklaştırılmadan üretilen kavrulmuş mısıra göre düşürmüştür ($P<0.05$). Sarı leblebi yüzeyinin akıcı bir hamur ile kaplanmasıyla elde edilen kaplama leblebinin protein, yağ ve kül içerikleri sarı leblebiye göre önemli oranda düşüş gösterirken, toplam karbonhidrat içeriği önemli derecede artmıştır ($P<0.05$). Bu sonuçlar kaplama leblebi üretiminde buğday unu, nişasta veya bunların karışımının kullanılmış olma ihtimalini güçlendirmektedir. Çerezler yağ içerikleri bakımından karşılaştırıldığında, yağda kızartılarak üretilen soslu mısır (%11.3) ve mısır cipsinin (%24.9) yağ içeriklerinin yüksek, buna karşılık kavruarak üretilen çerezlerin yağ içeriklerinin oldukça düşük (%1.3-6.5) olduğu görülmektedir. Bu değerler kavruarak üretilen çerezlerin beslenme açısından daha değerli olduklarını ortaya koymaktadır. Çerezlerin kül içerikleri %1.34-2.75 arasında değişmiştir. Çerezler toplam karbonhidrat içerikleri (%67.9-84.3) bakımından oldukça zengin bulunmuş olup; çerezlerin toplam karbonhidrat içerikleri protein ve yağ içerikleriyle ters orantılı olarak değişmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Çerez gıdaların genel kimyasal bileşimleri (ortalama±standart sapma)*

Çerez Çeşidi	Nem (%)	Protein (Nx6,25) (%)**	Yağ (%)**	Kül (%)**	Toplam Karbonhidrat (%)***
Sarı Leblebi	2.9±0.1b	20.8±0.2f	6.4±0.1d	2.29±0.03d	70.5±0.1b
Beyaz Leblebi	4.2±0.4d	20.9±0.4f	4.9±0.2c	2.75±0.13e	71.5±0.5c
Kaplama Leblebi	3.8±0.1c	15.8±0.1e	4.3±0.1b	1.80±0.09c	78.0±0.1d
Kavrulmuş Buğday	1.2±0.1a	12.8±0.1d	1.3±0.1a	1.60±0.01bc	84.3±0.1f
Kavrulmuş Mısır	3.7±0.1cd	10.1±0.1c	6.5±0.1d	2.23±0.15d	81.2±0.1e
Kızartılmış (Soslu) Mısır	2.6±0.2b	8.8±0.3b	11.3±0.1e	1.48±0.06ab	78.5±0.3d
Mısır Cipsi	1.3±0.1a	5.8±0.2a	24.9±0.3f	1.34±0.10a	67.9±0.1a

*: Aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). **: Değerler kuru madde esasına göredir. ***: Hesaplama yoluyla [%Toplam Karbonhidrat = 100 - (%Protein+%Yağ+%Kül+%Nem)] elde edilmiştir.

Bu çalışmada yer alan çerezlerden sadece sarı ve beyaz leblebilerin kimyasal bileşimleri başka araştırmacılar [40, 41] tarafından da bildirilmiş ve değerler benzer bulunmuştur. Kavrulmuş mısır ve buğday çerezlerinin kimyasal bileşimleri ise bu ürünlerin elde edildiği hammaddelerin genel kimyasal bileşimlerine [29] oldukça yakındır. Çalışmaya karşılaştırma amacıyla dahil edilen mısır cipsinin kimyasal bileşimi ise ambalajlarında bildirilen değerlere yakın bulunmuştur. Çerezlerin kimyasal bileşimleri besleyicilik kaliteleri açısından genel olarak değerlendirildiğinde, kavruarak üretilen nohut, mısır ve buğday çerezlerinin yüksek oranda karbonhidrat, orta-yüksek oranda protein ve düşük oranda yağ içerdikleri görülmektedir. Kızartılarak üretilen mısır çerezlerinin yağ içerikleri ise oldukça yüksektir.

Çerezlerin Diyet Lifi Fraksiyonları

Çerez gıdaların diyet lifi fraksiyonlarının dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. Genel olarak bakıldığında, kavruarak üretilen nohut, mısır ve buğday çerezlerinin toplam lif içeriklerinin oldukça yüksek (%12.8-21.9), buna karşılık kızartılarak üretilen soslu mısır ve mısır cipsinin toplam lif içeriklerinin daha düşük (%9.2-10.0) olduğu

görülmektedir. Kızartılmış mısır ve mısır cipsi üretiminde lif bakımından zengin olan kabuk tabakasının uzaklaştırılması ve kızartma işlemi sırasında bu ürünlerin yağ içeriklerinin oransal olarak artması toplam diyet lifi içeriklerini düşürmüştür. Yine üretim sırasında kabuğu uzaklaştırılan sarı leblebi ile sarı leblebinin düşük lif içerikli buğday unu veya nişasta hamuru ile kaplanmasıyla üretilen kaplama leblebinin toplam diyet lifi içerikleri beyaz leblebiye göre daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Çerezlere çözünmez ve çözünür diyet lifi içerikleri açısından bakıldığında, toplam diyet lifi içeriklerine benzer bir dağılım görülmekte ve çerezlerin içerdiği toplam lifin çoğunluğunu (%70-80) çözünmez diyet lifi oluşturmaktadır. Tahıl ve baklagillerin kabuklarında bulunan lifli materyal çoğunlukla suda çözünmeyen selüloz ve hemiselülozlardan oluşurken, endosperm veya kotilodon hücre duvarlarındaki lifli materyal çoğunlukla suda çözünür hemiselülozlar, rafinoz ve stakioz gibi oligosakkaritler ve β -glukandan oluşmaktadır [24, 25]. Kabuk içermeyen sarı leblebi ile kabuk tabakası ürün üzerinde olan beyaz leblebi çerezleri karşılaştırıldığında bu durum açıkça görülmektedir.

Gıdalarda bulunan diyet lifinin insanları metabolik sendrom olarak da bilinen obezite, tip-II diyabet, hiperlipidemi, hipertansiyon, bazı kalp-damar rahatsızlıkları ve özellikle sindirim sistemi kanserlerine karşı koruduğu bilinmektedir [25]. Çözünmez diyet lifi daha çok kabızlık ve kolon kanserine karşı korurken, çözünür diyet lifi hem kolon kanserine karşı koruyucu görev yapmakta hem de lipit ve kolesterol metabolizmasını iyileştirici rol oynamaktadır. Ayrıca çözünür diyet lifinin probiyotik mikroorganizmaları destekleyici prebiyotik özelliği çözünmez liften daha yüksektir [22, 24]. Diyet lifinin yararları dikkate alındığında, toplam ve çözünür diyet lifi içerikleri yüksek bulunan kavrulmuş çerezlerin besleyicilik kalitelerinin yüksek olduğu söylenebilir.

Sağlıklı beslenmede günlük 20-30 g diyet lifi tüketimi tavsiye edilmesine rağmen, hem karbonhidrat içeriği düşük hem de oldukça rafine gıdalarla beslenen endüstrileşmiş toplumlarda yeterli diyet lifi tüketilmemesi önemli bir beslenme ve sağlık problemidir [25, 26, 42]. Bu çalışma ile kavru olarak üretilen tüm tane nohut, mısır ve buğday çerezlerinin gerek diyet lifi içerikleri (Tablo 2) gerekse lif kapsamında değerlendirilen [26] ve benzer fizyolojik yararları sahip olan dirençli nişasta içerikleri (Tablo 3) bakımından zengin oldukları belirlenmiştir. Bu zamana kadar kavrulmuş nohut, mısır ve buğday çerezlerinden sadece kavrulmuş buğdayın toplam diyet lifi içeriği (%16.9) rapor edilmiştir [31].

Tablo 2. Çerez gıdaların diyet lifi içerikleri (ortalama±standart sapma)*

Çerez Çeşidi	Toplam Diyet Lifi (TDL) (%)**	Çözünmez Diyet Lifi (ÇZDL) (%)**	Çözünür Diyet Lifi (ÇRDL) (%)**
Sarı Leblebi	17.1±1.0c	12.7±0.5c	4.4±0.5b
Beyaz Leblebi	21.9±0.9d	19.1±0.1e	2.8±0.9a
Kaplama Leblebi	12.8±0.3b	9.6±0.3b	3.2±0.6ab
Kavrulmuş Buğday	16.5±0.9c	13.1±0.2c	3.4±0.7ab
Kavrulmuş Mısır	20.8±0.6d	18.0±0.1d	2.8±0.6a
Kızartılmış (Soslu) Mısır	9.2±0.4a	7.1±0.4a	2.1±0.1a
Mısır Cipsi	10.0±0.5a	7.4±0.5a	2.6±0.1a

*: Aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

** : Değerler kuru madde esasına göre dir.

Tablo 3. Çerez gıdaların beslenme açısından önemli nişasta fraksiyonları (ortalama±standart sapma)*

Çerez Çeşidi	Serbest Glikoz (SG) (%)**	Toplam Glikoz (TG) (%)**	Toplam Nişasta (TN) (%)**	Hızlı Sindirilebilir Nişasta (HSN) (%)**	Yavaş Sindirilebilir Nişasta (YSN) (%)**	Dirençli Nişasta (DN) (%)**
Sarı Leblebi	5.0±0.3b	59.3±0.2b	48.8±0.5b	9.8±0.9a	19.5±0.2e	19.6±1.2e
Beyaz Leblebi	4.8±0.1b	46.1±0.2a	37.2±0.2a	25.7±0.6c	7.5±0.2a	4.0±0.5b
Kaplama Leblebi	8.9±0.3d	62.2±0.6c	48.0±0.3b	22.8±0.9b	14.8±0.1c	10.5±1.0d
Kavrulmuş Buğday	5.2±0.3b	77.4±0.7f	65.0±0.9e	37.0±1.1d	17.2±0.6d	10.9±0.8d
Kavrulmuş Mısır	6.1±0.2c	69.6±1.4d	57.1±1.4c	40.3±0.1e	8.7±0.9ab	8.1±0.6c
Kızartılmış (Soslu) Mısır	4.7±0.1b	71.7±0.1e	60.3±0.1d	49.3±1.3g	9.4±0.9b	1.6±0.5a
Mısır Cipsi	4.1±0.3a	67.7±1.3d	57.2±0.9c	46.7±0.3f	8.1±0.2ab	2.4±1.0ab

* : Aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

** : Değerler kuru madde esasına göre dir.

Çerezlerin Beslenme Açısından Önemli Nişasta Fraksiyonları

Kavru olarak üretilen çerez gıdaların SG, TG, TN, HSN, YSN ve DN içerikleri Tablo 3'de verilmiştir. Gıdalarda serbest halde bulunan glikoz ile sakkarozun hidrolizi ile oluşan glikozun toplamından oluşan ve HKG kapsamında değerlendirilen SG, çerezlerde %4.1-8.9 arasında değişmektedir. Çerezlerin TG içeriklerinin ise %46.1-77.4 arasında değiştiği ve genel olarak nohut çerezlerinin TG içeriklerin mısır ve buğday çerezlerinden daha düşük (P<0.05) olduğu görülmektedir. Bu durum temelde nohut çerezlerinin protein içeriklerinin mısır ve buğday çerezlerinden yüksek olmasına bağlıdır. Çerezlerin TN içerikleri bakımından da TG içeriklerine benzer bir eğilime sahip oldukları açıktır. Genel olarak

kavrulmuş çerezlerin toplam karbonhidrat ve nişasta içeriklerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Nişasta bakımından zengin olan tahıl ve baklagil ürünlerindeki nişasta, *in vitro* sindirim hızı ve oranı dikkate alınarak HSN, YSN ve DN olarak sınıflandırılmaktadır. Nişastalı bir gıdanın *in vitro* enzimatik hidrolizinde 20 dakika içerisinde sindirilerek glikoza dönüşen nişasta fraksiyonu HSN, 20-120 dakika arasında sindirilerek glikoza dönüşen nişasta fraksiyonu ise YSN olarak tanımlanmaktadır. DN ise, 120 dakikalık enzimatik hidroliz sonucunda hala hidroliz olmayan nişasta fraksiyonuna verilen isimdir [5]. Gıdalardaki nişastanın *in vitro* yaklaşımla HSN, YSN ve DN olarak sınıflandırılmasında nişastanın *in vivo* sindirim hızı ve oranının bir göstergesi olan GI değerleri dikkate alınmaktadır [5, 14]. Genel olarak YSN ve DN oranı yüksek fakat HSN oranı düşük gıdalar insanların kan

glikoz düzeylerini daha kontrollü bir şekilde yükselttiği (düşük GI) için sağlıklı beslenmede tercih edilmektedir [7, 8, 10, 14, 16, 30].

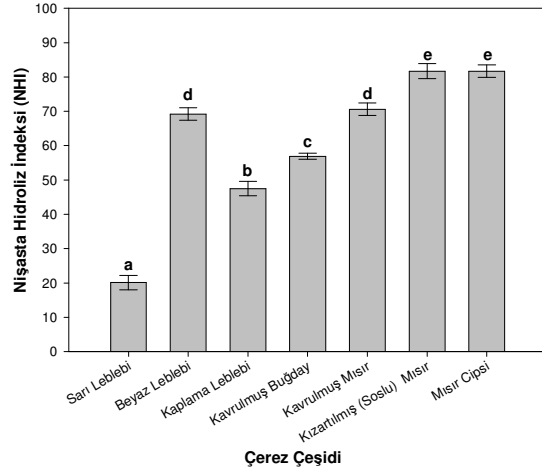
Çerezler HSN, YSN ve DN içerikleri bakımından değerlendirildiğinde (Tablo 3) önemli farklılıklar görülmektedir ($P<0.05$). Çerezlerin HSN içeriklerinin %9.8-49.3 arasında değiştiği ve nohut çerezlerinin HSN içeriklerinin mısır ve buğday çerezlerinin HSN içeriklerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Kızartılmış mısır ve mısır cipsi (%1.6-2.4) hariç diğer çerezlerin DN içerikleri (%4.0-19.6) oldukça yüksektir. Baklagil kaynaklı ürünlerdeki nişasta yüksek amiloz-amilopektin oranı, C-tipi kristal deseni ve kotilodon hücre duvarlarının daha kalın ve kuvvetli olması gibi nedenlerle tahıl esaslı ürünlerdeki nişastaya göre daha yavaş sindirilmekte ve sindirilemeyen DN fraksiyonu da artmaktadır [43]. Pakistan veya Hindistan orijinli olduğu sanılan kavrulmuş nohudun toplam DN içeriği araştırılmış [44] ve yaklaşık %25 bulunmuştur. Bu çalışmada ise sarı leblebinin DN içeriği %19.6, beyaz leblebinin DN içeriği %4 bulunmuştur (Tablo 3). Kavrulmuş çerez gıdaların HSN ve YSN içerikleri konusunda ise literatür bulunmamaktadır.

Sarı leblebi ile karşılaştırıldığında beyaz leblebinin HSN içeriğinin yüksek ($P<0.05$), buna karşılık DN içeriğinin düşük ($P<0.05$) olduğu görülmektedir (Tablo 3). Diğer bir ifadeyle, beyaz leblebideki nişastanın sindirim hızı ve oranı sarı leblebideki nişastadan oldukça yüksektir. Bu farklılık büyük olasılıkla sarı ve beyaz leblebi üretim tekniklerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Sarı leblebi üretiminde kavurma işlemi öncesinde nohut özel bir ısı işleme tabi tutulmaktadır. Nohut genellikle %12-18 nem içeriğinde, 60-90°C sıcaklıkta 10-30 dakika arasında değişen sürelerde 2-3 kez ısıtılmakta ve her ısı işlem sonrası 3-30 gün süreyle oda sıcaklığında dinlendirilerek kabuğun kolay ayrılabilir forma dönüşümü sağlanmaktadır [36]. Bu tipik bir ısı-nem (heat-moisture) uygulaması olup; yüksek sıcaklık (70-100°C) ve düşük nemde (%15-30) gerçekleştirilen ısı-nem muamelelerinin nişastanın kristal yapısını mükemmelleştirerek nişasta granülünü güçlendirdiği ve enzimatik hidrolizini yavaşlattığı bilinmektedir [43, 45]. Beyaz leblebi üretiminde ise nohut kavurma işlemi öncesinde özel ısı-nem uygulaması yerine, tuz ve karbonat içeren kaynar su içinde yaklaşık 1 dakika süreyle haşlanmaktadır [36]. Bu işlem şartlarında nohudun nem içeriğinde önemli bir artış olacağı gibi yüzeye yakın bölgelerdeki nişastanın çirşlenme olasılığı da artacaktır. Nem içeriği yüksek ve kısmen çirşlenmiş nişasta içeren nohut kavrulduktan sonra daha fazla çirşlenmiş nişasta içerecek ve bu durum beyaz leblebideki nişastanın sindirim hızı ve oranını sarı leblebiye göre yükseltecektir. Sarı leblebideki nişastanın çok az bir kısmının çirşlendiği daha önce belirlenmiş [37], ancak beyaz leblebideki nişastanın çirşlenme oranı henüz araştırılmamıştır.

Pankreatik amilaz enzimleri tarafından ince bağırsakta sindirilmeden kalın bağırsağa geçen ve insanlarda diyet lifine benzer fizyolojik yararlar sağlayan DN, sindirime dirençli olma nedenlerine göre DN-1, DN-2, DN-3 ve

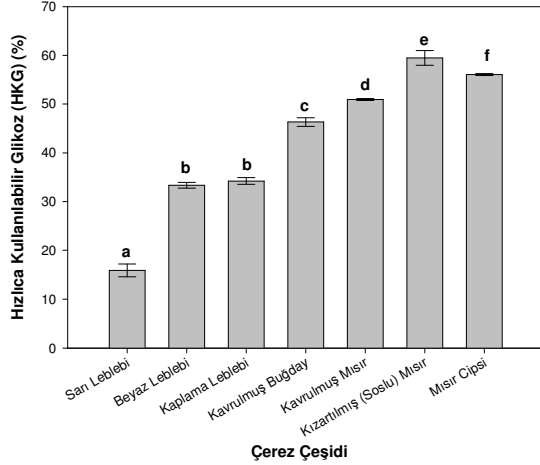
DN-4 olarak gruplandırılmaktadır [26, 42, 46, 47]. DN-1, tahıllar ve baklagillerde işleme sırasında dokusal bütünlüğün korunmasına bağlı olarak sindirime direnç gösteren nişasta; DN-2 ise işleme sırasında tam çirşlenmeyen ya da kuru baklagillerde olduğu gibi C-tipi kristal yapı nedeniyle sindirime direnç gösteren nişastadır. Bu veriler doğrultusunda kavruklararak üretilen tüm tane nohut, mısır ve buğday çerezlerinin çoğunlukla DN-1 ve DN-2 tipi dirençli nişasta içerdikleri iddia edilebilir. DN-3, pişirildikten sonra soğutulmuş tüketilen gıdalarda çirşlenmiş nişastanın geri kristallenmesine (retrogradasyon) bağlı olarak sindirime direnç gösteren nişasta olduğu için kavrulmuş çerezlerde bulunma ihtimali düşüktür. DN-4 tipi nişasta ise nişastanın kimyasal modifikasyonu ile elde edilen nişasta olduğundan çerezlerde bulunma ihtimali yoktur.

Nişastalı gıdalarda bulunan HSN'nin TN'ya oranı NHI olarak adlandırılmakta ve *in vivo* olarak belirlenen GI değerinde olduğu gibi gıdalardaki nişastanın *in vitro* sindirim hızı ve oranını göreceli olarak yansıtmaktadır [5, 14, 16, 17]. Şekil 1'de çerez gıdaların NHI değerleri verilmiştir. Sarı leblebi en düşük NHI değerine sahipken, kızartılmış mısır çerezleri en yüksek NHI değerlerine sahiptir.



Şekil 1. Çerez gıdaların nişasta hidroliz indeksi (NHI)

Gıdalarda bulunan SG ve HSN'nin toplamından oluşan HKG, gıdaların *in vivo* olarak belirlenen GI değerlerinin *in vitro* olarak tahmin edilmesinde kullanılan bir yaklaşımdır [5, 14, 48]. Çerezlerin HKG değerleri Şekil 2'de görülmektedir. Çerezlerin HKG değerleri NHI değerlerine benzer bir eğilim göstermekte ve aralarında kuvvetli bir korelasyon ($r=0.90$, $P<0.01$) bulunmaktadır (Şekil 3). Bunun en önemli nedeni, çerezlerin nişasta içeriklerinin yüksek fakat serbest glikoz içeriklerinin düşük olması (Tablo 3); buna bağlı olarak da HKG değerlerinin büyük oranda HSN tarafından tayin edilmesidir. Nişasta bakımından zengin tahıl ve baklagil ürünlerinde yapılan çalışmalarda da benzer korelasyonlar belirlenmiştir [5, 14, 17, 32].



Şekil 2. Çerez gıdaların hızlıca kullanılabilir glikoz (HKG) içerikleri

Çerezlerin nişasta içerikleri farklı olduğu için doğrudan HSN, YSN ve DN içeriklerine (Tablo 3) göre karşılaştırma yapmak yanıltıcı olabilir. Ancak çerezlerin NHI ve HKG değerleri çerezlerdeki nişastanın sindirim hızları ve oranlarının göreceli bir ifadesi olduğu için karşılaştırma amaçlı kullanımları daha uygundur. Çerezler NHI ve HKG değerlerine göre karşılaştırıldığında, baklagil esaslı kavrulmuş çerezlerin sindirim hızları ve oranlarının düşük, kavrulmuş mısır ve buğday çerezlerinin orta, kızartılarak üretilen mısır çerezlerinin ise yüksek olduğu söylenebilir.

Çerez gıdaların beslenme açısından önemli karbonhidrat fraksiyonları arasındaki korelasyonlar

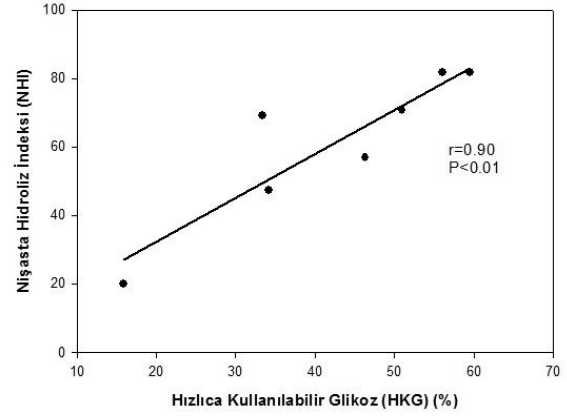
Tablo 4. Çerez gıdaların farklı karbonhidrat fraksiyonları arasındaki korelasyonlar (Pearson korelasyon katsayıları - r)

Fraksiyon	Çözünür Diyet Lifi (ÇRD L)	Hızlıca Kullanılabilir Glikoz (HKG)	Hızlı Sindirilebilir Nişasta (HSN)	Yavaş Sindirilebilir Nişasta (YSN)	Dirençli Nişasta (DN)	Nişasta Hidroliz İndeksi (NHI)
Çözünür Diyet Lifi (ÇRD L)	---	-0.74**	-0.72**	0.76**	0.82**	-0.82**
Hızlıca Kullanılabilir Glikoz (HKG)		---	0.99**	-0.63*	-0.80**	0.90**
Hızlı Sindirilebilir Nişasta (HSN)			---	-0.64*	-0.81**	0.91**
Yavaş Sindirilebilir Nişasta (YSN)				---	0.89**	-0.88**
Dirençli Nişasta (DN)					---	-0.97**

*: P<0.05; **: P<0.01

SONUÇLAR

Kavrulmuş veya kızartılmış mısır, buğday ve nohut çerezleri Türkiye'de yaygın olarak tüketilen geleneksel gıdalardır. Geleneksel yöntemlerle üretilen tüm tane çerezlerin nişasta bakımından zengin düşük yağ içerikli gıdalar olduğu bu çalışmayla teyit edilmiştir. Çerezlerin toplam, çözünmez ve çözünür diyet lifi içerikleri bakımından oldukça zengin oldukları ortaya konmuştur. Çerezlerin nişasta sindirim hızları ve oranlarının hammadde ve işleme yöntemine göre değiştiği; genel olarak nohut çerezlerindeki nişastanın sindirim hızı ve oranının mısır ve buğday çerezlerindekiinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Mısır cipsiyle



Şekil 3. Çerez gıdaların hızlıca kullanılabilir glikoz (HKG) içerikleri ile nişasta hidroliz indeksi (NHI) arasındaki korelasyon

Tablo 4'te verilmiştir. Çerezlerin ÇRD L içerikleri ile HKG, HSN ve NHI değerleri arasında negatif bir korelasyon, YSN ve DN içerikleri arasında ise pozitif bir korelasyon mevcuttur. Diğer bir ifadeyle, çerezlerin çözünür lif içerikleri yükseldikçe nişastalarının sindirim hızları ve oranları düşmektedir. Gıdalardaki çözünür liflerin sindirim sisteminin vizkozitesini artırarak enzimatik hidrolizi yavaşlattığı bilinmektedir [7, 9]. Genel olarak HSN ile YSN ve DN arasında negatif korelasyonlar görülürken, HSN ile HKG ve NHI değerleri arasında oldukça kuvvetli pozitif korelasyonlar görülmektedir. Farklı nişastalı gıdalarda benzer korelasyonlar başka araştırmacılar [14, 17, 32] tarafından da tespit edilmiştir.

karşılaştırıldığında, tüm tane çerezlerin düşük yağlı, yüksek lifli ve düşük glisemik etkili gıdalar olduğu açıktır. Sağlıklı beslenme açısından yüksek karbonhidrat içerikli, özellikle de diyet lifi içeriği yüksek, ancak nişasta sindirim hızı ve oranı düşük gıdaların tespiti ve tüketimi önemlidir. Bu sonuçlar geleneksel olarak üretilen ve minimum işlem görmüş olan tahıl ve baklagil esaslı tüm tane çerez gıdaların sağlıklı beslenmede önemli olduklarını göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2005/49).

KAYNAKLAR

- [1] Sayaslan, A., 2005. Sağlıklı beslenme açısından gıdaların glisemik indeksi. *Dünya Gıda* 10: 84-91.
- [2] Anonim, 1989. Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk. National Academy Press, Washington DC.
- [3] Nantel, G., 1999. Carbohydrates in human nutrition. *Food Nutrition and Agriculture* 24: 6-10.
- [4] Akarçay, E., Oğuz, A., Telaşeli, Ö., Sayaslan, A., 2006. Gıdalardaki nişastanın sindirim hızı ve oranının sağlıklı beslenmedeki yeri ve önemi. *Hububat 2006 - Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi*, 7-8 Eylül, 2006, Gaziantep, Bildiri Kitapçığı, p210-219.
- [5] Englyst, H.N., Kingman, S.M., Cummings, J.H., 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal of Clinical Nutrition* 46: 33-50.
- [6] Bjorck, I., Granfeldt, Y., Liljeberg, H., Tovar, J., Asp, N.G., 1994. Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates. *American Journal of Clinical Nutrition* 59: S699-S705.
- [7] Asp, N.G., 1996. Dietary carbohydrates: Classification by chemistry and physiology. *Food Chemistry* 57: 9-14.
- [8] Venn, B.J., Mann, J.I., 2004. Cereal grains, legumes and diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition* 58: 1443-1461.
- [9] Vosloo, M.C., 2005. Some factors affecting the digestion of glycemic carbohydrates and the blood glucose response. *Journal of Family Ecology and Consumer Sciences* 33: 1-9.
- [10] Englyst, H.N., Cummings, J.H., 1985. Digestion of polysaccharides of some cereal foods in human small intestine. *American Journal of Clinical Nutrition* 42: 778-787.
- [11] Colonna, P., Leloup, V., Buleon, A., 1992. Limiting factors of starch hydrolysis. *European Journal of Clinical Nutrition* 46: S17-S32.
- [12] Jenkins, D.J.A., Wolever, T.M.S., Taylor, R.H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J.M., Bowling, A.C., Newman, H.C., Jenkins, A.L., Goff, D.V., 1981. Glycemic index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. *American Journal of Clinical Nutrition* 34: 362-366.
- [13] Miller, C.J., 2002. Contradictions and Challenges: A look at the Glycemic Index. Wheat Foods Council, Parker, CO, 12p.
- [14] Englyst, K.N., Vinoy, S., Englyst, H.N., Lang, V., 2003. Glycemic index of cereal products explained by their content of rapidly and slowly available glucose. *British Journal of Nutrition* 89: 329-339.
- [15] Goni, I., Garcia-Alonso, A., Saura-Calixto, S., 1997. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research* 17: 427-437.
- [16] Bravo, L., Englyst, H.N., Hudson, G.J., 1998. Nutritional evaluation of carbohydrates in the Spanish diet: Non-starch polysaccharides and in vitro starch digestibility of breads and breakfast products. *Food Research International* 31: 129-135.
- [17] Aarathi, A., Urooj, A., Puttaraj, S., 2003. In vitro starch digestibility and nutritionally important starch fractions in cereals and their mixtures. *Starch/Stärke* 55: 94-99.
- [18] Jenkins, D.J.A., Wolever, T.M.S., Kalmusky, J., 1985. Low glycemic index foods in the management of the hyperlipidemia. *American Journal of Clinical Nutrition* 42: 604-617.
- [19] Wolever, T.M.S., Jenkins, D.J.A., Vuksan, V., Jenkins, A.L., Wong, G.S., Josse, R.G., 1992. Beneficial effect of low-glycemic index diet in overweight NIDDM subjects. *Diabetes Care* 15: 562-564.
- [20] Englyst, K.N., Englyst, H.N., Hudson, G.J., Cole, T.J., Cummings, J.H., 1999. Rapidly available glucose in foods: An in vitro measurement that reflects the glycemic response. *American Journal of Clinical Nutrition* 69: 448-454.
- [21] Delcour, J.A., Eerlingen, R.C., 1996. Analytical implications of the classification of resistant starch as dietary fiber. *Cereal Foods World* 41: 85-86.
- [22] Thebaudin, J.Y., Lefebvre, A.C., Harrington, M., Bourgeois, C.M., 1997. Dietary fibers: Nutritional and technological interest. *Trends in Food Science and Technology* 8: 41-48.
- [23] Thompson, D.B., 2000. Strategies for the manufacture of resistant starch. *Trends in Food Science and Technology* 11: 245-253.
- [24] Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchinsky, D., Prosky, L., Roberfroid, M., 2001. Inulin and oligofructose as dietary fiber: A review of the evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 41: 353-362.
- [25] Tunngland, B.C., Meyer, D., 2002. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): Their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 3: 73-92.
- [26] Nugent, A.P., 2005. Review: Health properties of resistant starch. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin* 30: 27-54.
- [27] El, S.N., 1999. Determination of glycemic index for some breads. *Food Chemistry* 67: 67-69.
- [28] Taş, A.A., El, S.N., 2000. Determination of nutritionally important starch fractions of some Turkish breads. *Food Chemistry* 70: 493-497.
- [29] Hosney, R.C., 1994. Principles of Cereal Science and Technology (2nd ed). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [30] Gray, J., 2003. Carbohydrates: Nutritional and Health Aspects. International Life Sciences Institute, Brussels.
- [31] Azizah, A.H., Zainon, H., 1997. Effect of processing on dietary fiber contents of selected legumes and cereals. *Malaysian Journal of Nutrition* 3: 31-136.
- [32] Rashmi, S., Urooj, A., 2003. Effect of processing on nutritionally important starch fractions in rice

- varieties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54: 27-36.
- [33] Riaz, M.N., 2004. Snack foods - processing. In *Encyclopedia of Grain Science* (Vol. III), Edited by H. Corke and C.E. Walker, Elsevier Ltd., Amsterdam, 98-108p.
- [34] Guy, R.C.E., 2004. Extrusion technologies. In *Encyclopedia of Grain Science* (Vol. I), Edited by H. Corke and C.E. Walker, Elsevier Ltd., Amsterdam, 366-371p.
- [35] Englyst, H.N., Kingman, S.M., 1990. Dietary fiber and resistant starch: A nutritional classification of plant polysaccharides. In *Dietary Fiber*, Edited by D. Kritchevsky, C. Bonfield and J.W. Anderson, Plenum Press, New York, 498p.
- [36] Coşkun, Y., Karababa, E., 2004. Leblebi: A roasted chickpea product as a traditional Turkish snack food. *Food Reviews International* 20: 257-274.
- [37] Köksel, H., Sivri, D., Scanlon, M.G., Bushuk, W., 1998. Comparison of physical properties of raw and roasted chickpeas (leblebi). *Food Research International* 31: 659-665.
- [38] AACC, 2000. *Approved Methods* (10th ed). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- [39] AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis* (17th ed). Association of Official Analytical Chemists International, Gaithersburg, MA.
- [40] Bilgir, B., 1976. Türk Leblebilerinin Yapılışı ve Bileşimi Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.
- [41] Sağlam, H., 2006. Farklı Kavurma Sıcaklık ve Sürelerinin Leblebilerin Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- [42] Topping, D.L., Fukushima, M., Bird, A.R., 2003. Resistant starch as a prebiotic and symbiotic: State of the art. *Proceedings of the Nutrition Society* 62: 171-176.
- [43] Hoover, R., Zhou, Y., 2003. In vitro and in vivo hydrolysis of legume starches by α -amylase and resistant starch formation in legumes - A review. *Carbohydrate Polymers* 54: 401-417.
- [44] Muir, J.G., O'Dea, K., 1992. Measurement of resistant starch: Factors affecting the amount of starch escaping digestion in vitro. *American Journal of Clinical Nutrition* 56: 123-127.
- [45] Jacobs, H., Delcour, J.A., 1998. Hydrothermal modifications of granular starch with retention of the granular structure: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 2895-2905.
- [46] Alsaffar, A.A., 2011. Effect of food processing on the resistant starch content of cereal and cereal products – a review. *International Journal of Food Science and Technology* 46: 455-462.
- [47] Perera, A., Meda, V., Tyler, R.T., 2010. Resistant starch: A review of analytical protocols for determining resistant starch and of factors affecting the resistant starch contents of foods. *Food Research International* 43: 1959-1974.
- [48] Englyst, H.N., Veenstra, J., Hudson, G.J., 1996. Measurement of rapidly available glucose (RAG) in plant foods: A potential in vitro predictor of the glycemic response. *British Journal of Nutrition* 75: 327-337.
-