

BAZI EKMEK ÇEŞİTLERİNİN BESLENME AÇISINDAN ÖNEMLİ OLAN NIŞASTA FRAKSİYONLARININ SAPTANMASI

Araş. Gör. Ayten Aylin TAŞ*, Doç. Dr. Sedef Nehir EL*

ÖZET

Bu çalışmada nişastanın sindirilebilirlik hızı ve derecesinin saptandığı *in vitro* bir yöntem kullanılarak çavdar, kepek ve mısır ekmeklerinin beslenme açısından önem taşıyan nişasta fraksiyonları (çabuk sindirilen nişasta (ÇSN), yavaş sindirilen nişasta (YSN), dirençli nişasta (DN)) ve toplam nişasta (TN) içeriği araştırılmıştır. Aynı zamanda örneklerde serbest glikoz (SG) ve nem tayini yapılmıştır. Nişasta sindirimi ile ilgili olarak ekmeklerin çabuk kullanılan glikoz (ÇKG) ve nişasta sindirilebilirlik derecesi indeksi (NSDİ) değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda çavdar, kepek ve mısır ekmeklerinin ÇSN içeriklerinin YSN içeriklerinden oldukça yüksek olduğu saptanmış ve ekmeklerin (çavdar, kepek ve mısır) DN içerikleri sırasıyla %2.69, %6.56 ve %2.20 olarak bulunmuştur. Kepek ekmeğinin DN içeriğinin (%6.56; kuru madde üzerinden) diğer ekmeklerin DN içeriğinden istatistiksel açıdan önemli olacak şekilde ($p < 0.05$) farklı olduğu saptanmıştır. Ekmeklerin DN içeriği ile NSDİ değerleri arasında önemli bir negatif korelasyon ($r = -0.95$, $p < 0.05$) olduğu saptanmıştır. Ekmeklerin DN içeriği düştükçe NSDİ yükselmektedir.

Anahtar Sözcükler: Beslenme açısından önemli olan nişasta fraksiyonları, dirençli nişasta, ekmek

ABSTRACT

Determination of Nutritionally Important Starch Fractions of Some Turkish Breads

In this study, by using an *in vitro* method that measures the rate and extent of starch digestion, nutritionally important starch fractions (rapidly digestible starch (RDS), slowly digestible starch (SDS) and resistant starch (RS)) and total starch (TS) content of the rye bread, wheat bran bread and corn flour bread were determined. Also free glucose (FG) and moisture analysis were done. At the same time rapidly available glucose (RAG) and starch digestibility rate index (SDRI) were calculated as nutritional parameters of starch digesti-

on. RDS content of the breads containing rye flour, wheat bran and corn flour were found to be greater than SDS content and RS content of the breads were found as 2.69%, 6.56% and 2.20%, respectively. The bread containing wheat bran was found to have significant amount of RS (6.56%; on dry matter basis) when compared to the other breads ($p < 0.05$). There was a negative correlation between the RS content and SDRI value of the breads ($r = -0.95$, $p < 0.05$).

Key Words: Nutritionally important starch fractions, resistant starch, bread

GİRİŞ

Son yıllarda yapılan epidemiyolojik çalışmalar insan metabolizmasında nişastanın tamamen sindirilemediğini, bir kısım nişastanın ince bağırsakta sindirime direnç gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu epidemiyolojik çalışmaların verilerine dayanarak geliştirilen *in vitro* koşullarda, nişastanın enzimlerle parçalanma hızları ve dereceleri farklı olan fraksiyonları saptanmış ve nişasta beslenme açısından yeniden sınıflandırılmıştır. Yeni sınıflandırmaya göre nişasta; çabuk sindirilen nişasta (ÇSN), yavaş sindirilen nişasta (YSN) ve dirençli nişasta (DN) olmak üzere üç fraksiyona ayrılmaktadır (1). Dirençli nişasta ise kendi içinde; fiziksel olarak parçalanamayan nişasta (DN1), dirençli nişasta granülleri (DN2) ve retrograde nişasta (DN3) olmak üzere üç alt gruba ayrılarak incelenmektedir (2-4) (Tablo 1).

Dirençli nişasta sağlıklı insanların ince bağırsaklarında enzimler ile parçalanamayan nişasta olarak tanımlanır (1,5). İnce bağırsakta emilemeyen ve kalın bağırsağa geçen bu nişasta fraksiyonunun önemli fizyolojik etkilere sahip olduğu saptanmıştır. Bu etkiler, kalın bağırsakta kısa zincirli yağ asitlerinin sentezi, bakteriyel aktivitenin, epitel hücre fonksiyonunun ve nitrojen metabolizmasının düzenlenmesi ile ilgilidir (6-8). Dirençli nişasta diyet lifi gibi kalın bağırsakta bulunan bakteriler tarafından substrat olarak kullanılır ve bunun sonucu olarak hidrojen, karbondioksit,

* Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Tablo 1. Nişastanın Beslenme Açısından Sınıflandırılması (2-4)

Nişasta Tipi	Örnek Besinler	İnce Bağırsaktaki Sindirim
Çabuk sindirilen nişasta (ÇSN)	Yeni pişirilmiş nişastalı gıdalar: ekmek, patates	Hızlı
Yavaş sindirilen nişasta (YSN)	Pişmemiş tahılların çoğu	Yavaş fakat tamamen
Dirençli nişasta (DN)		
Fiziksel olarak parçalanamayan nişasta (DN1)	Öğütülmemiş yada kısmen öğütülmüş tahıl ve tohumlar	Dirençli
Dirençli nişasta granülleri (DN2)	Çiğ patates ve muz	Dirençli
Retrograde nişasta (DN3)	Soğutulduktan sonra tekrar ısıtılan gıdalar: patates, ekmek, kahvaltı gevreği	Dirençli

metan ve kısa zincirli yağ asitleri üretilir (8-12). Kısa zincirli yağ asitlerinin genel olarak suyun ve elektrolitlerin emilimini arttırmak, kolonik epitel dokular için enerji sağlamak ve kalın bağırsak epitel hücrelerinin proliferasyonunu düzenlemek gibi fizyolojik etkileri vardır (8).

Dirençli nişasta formu gıdanın doğal yapısında bulunabileceği gibi evde ve/veya fabrikada hazırlama ve işleme sırasında da oluşabilir (13). Gıda işleme tekniklerinin etkisiyle ya da gıdaların evde hazırlanması sırasında oluşan nişasta retrograde olmuş nişastadır. Bu formun oluşması ve miktarı nişastanın tipine (amiloz-amilopektin oranı, kristal yapı), fiziksel yapısına (partikül büyüklüğü, su çekme kapasitesi), jelatinizasyon derecesine, nişasta-protein etkileşimine, amiloz-lipid komplekslerine ve uygulanan ısıl işlemlere (ısıtma, haşlama, pişirme, soğutma, dondurma, otoklavlama) bağlı olarak değişir (13-17). Gıdanın bileşimi, nem içeriği ve pH'sı, ısıl işlemin süre ve sıcaklığı, ve uygulanan ısıtma-soğutma işlemlerinin sayısı da işlenmiş bir gıdada dirençli nişasta oluşumuna etki eden diğer faktörler arasında yer alır (18-23). Nişastanın amiloz içeriği ile otoklavlama soğutma işlemleri sonucunda oluşan dirençli nişasta miktarı arasında pozitif bir korelasyon olduğu saptanmıştır (14). Isıl işlemin genellikle DN1 ve DN2 fraksiyonlarında azalmaya, DN3 miktarında ise artışa neden olduğu rapor edilmiştir (23).

Ekmek, kolaylıkla bulunabilmesi, ucuz ve besleyici olması nedeniyle günlük öğünlerimizin vazgeçilmez bir gıdasıdır. Türkiye'de kişi başına düşen yıllık ekmek tüketimi 180-210 kg arasında değişmektedir (24). Kişi başına düşen yıllık ekmek tüketiminin 46 ila 100 kg arasında değiştiği rapor edilen Avrupa ülkelerinde ekmek tüketimi sonucunda günlük alınan dirençli nişasta miktarının 2.5-5.0 g olduğu tahmin

edilmektedir (25-26). Bu konuda, yurt dışında çeşitli ekmeklerin dirençli nişasta içeriklerini saptamaya yönelik çalışmaların yanı sıra ekmeğe bazı nişasta fraksiyonları veya çeşitli katkı maddelerinin eklenmesinin dirençli nişasta miktarı üzerine etkilerini araştıran çalışmalar da vardır (25). Günlük enerji alımının %55-60'ının karbonhidratlardan sağlandığı ülkemizde (27) ekmeğin dirençli nişasta alımı açısından önemli olabileceği düşünülmektedir. Ekmek, nişasta içeren diğer gıdalara göre Türk halkı tarafından fazla tüketilen bir gıda olması nedeniyle materyal olarak seçilmiştir.

Çalışmanın amacı Türkiye'de buğday ekmeğinden sonra en fazla tüketilen çavdar, kepek ve mısır ekmeklerinin beslenme açısından önemli olan fraksiyonlarının (çabuk sindirilen nişasta (ÇSN), yavaş sindirilen nişasta (YSN) ve dirençli nişasta (DN)) Englyst ve arkadaşlarının (5) geliştirdiği in vitro bir yöntemle saptanması ve ekmeklerin çabuk kullanılan glikoz (ÇKG) ve nişasta sindirilebilirlik derecesi indeksi (NSDI) değerlerinin hesaplanmasıdır.

ARAŞTIRMA YÖNTEMİ ve ARAÇLARI

Materyal: Çalışmada, İzmir'de bir hipermarketten alınan ve aynı üretici firmaya ait çavdar, kepek ve mısır ekmekleri kullanılmıştır. Ekmekleri üreten firmadan alınan ekmeklerin içeriği ile ilgili bilgiler aşağıda sunulmuştur.

Üretici firma üç ekmeğin de işleme koşullarını karışım hamuru elde edildikten sonra 27°C'de 20-23 dakika dinlendirme, şekil verme ve 230°C'de 30 dakika pişirme şeklinde belirtmiştir.

Yöntem: Beslenme açısından önemli olan nişasta fraksiyonlarının analizi ve serbest glikoz analizi Englyst ve arkadaşlarının yöntemine göre gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Çavdar, Kepek ve Mısır Ekmeklerinin İçeriklerine Ait Bilgiler

Ekmek Çeşidi	İçindekiler	Miktar (%)
Çavdar ekmeği	%72 randımanlı buğday unu	67
	%60-65 randımanlı çavdar unu	26
	Emülgatör, enzim, koruyucu madde, buğday ruşeymi	7
Kepek ekmeği	%72 randımanlı buğday unu	85
	Buğday kaba kepeği	8
	Emülgatör, enzim, koruyucu madde, buğday ruşeymi	7
Mısır ekmeği	%72 randımanlı buğday unu	71
	%35 randımanlı mısır unu	23
	Emülgatör, enzim, koruyucu madde, buğday ruşeymi	6

tirilmiştir (5). Yöntem nişastanın kontrollü hidrolizi sonucunda açığa çıkan glikozun ölçülmesi prensibi-ne dayanmaktadır. İnsan sindirim sisteminin deney şartlarında oluşturulabilmesi için, enzimatik hidroliz sırasında örnek tüplerinin içinde bulunduğu çalkalamalı su banyosunun doğru vuruş hızı sağlanana kadar analiz tekrar edilmiştir. Sindirim sisteminin peristaltik hareketlerinin deneye uyarlanabilmesi için örnek tüplerinin içine cam bilyeler konmuştur. Doğru vuruş hızı, referans örnek patates nişastası için yöntemde belirlenen değerlerin elde edilmesiyle bulunmuş ve diğer referans örneklerle (buğday nişastası ve kahvaltı gevreği) belirtilen değerler elde edildikten sonra örneklerin analizine geçilmiştir. Serbest glikoz (SG) tayini Englyst ve arkadaşlarının yöntemine göre yapılmıştır (2). Ekmeklerde nem analizi Türk Standartlar Enstitüsü'nün 5000 nolu standardında belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir (28).

Ekmekler piştikten 10 saat sonra analize alınmıştır. Ekmekler mutfak robotunda parçalandıktan sonra 1000-2000 mg örnek 0.1 mg duyarlılıkla tartılmıştır. Polipropilen tüp içine alınan örneklere pepsin içeren HCl çözeltisi eklenmiş ve tüpler 37°C'de 30 dakika tutularak proteinin ortamdaki uzaklaştırılması sağlanmıştır. Daha sonra tüplere 0.1 M sodyum asetat tamponu (pH 5.2) eklenmiş ve her bir tüpe 5'er adet cam bilye konmuştur. Nişastanın enzimatik hidrolizi için pankreatin, amiloglikosidaz ve invertaz içeren enzim karışım çözeltisi eklenmiş ve tüpler çalkalamalı su banyosunda yatay duracak şekilde 37°C'de inkübas-yona bırakılmıştır. Enzimatik hidrolizin 20. ve 120. dakikasında belirli miktarda hidrolizat %66'lık etil alkol çözeltisi içine alınmıştır. Enzimatik hidrolizin 20. ve 120. dakikasında elde edilen bu fraksiyonlarda (sırasıyla G₂₀ ve G₁₂₀) glikoz oksidaz peroksidaz kiti kullanılarak glikoz tayini yapılmıştır. Kalan kısımdaki dirençli nişasta granüllerinin jelatinizasyo-

nunu sağlamak amacıyla tüpler kaynayan su banyosunda 30 dakika ve daha sonra buzlu su banyosunda soğuyana kadar tutulmuştur. Retrograde olan nişastayı disperse etmek amacıyla 7 M KOH kullanılmış ve tüpler buzlu su banyosunda 30 dakika sürekli çalkalanarak tutulmuştur. 0.5 M asetik asit içine alınan bu fraksiyona amiloglikosidaz eklendikten sonra 70°C'de 30 dakika tutularak nişastanın glikoza hidrolizlenmesi sağlanmıştır. Tüpler, kaynayan su banyosunda 10 dakika tutularak enzimin inaktive olması sağlanmıştır. Elde edilen bu fraksiyonda da glikoz tayini aynı yöntemle yapılmıştır. Serbest glikoz(SG) tayini için örnekteki nişasta jelatinize edilene kadar aynı işlemler gerçekleştirilmiş, jelatinizasyon sonrası invertaz eklenen tüpler 37°C'de 30 dakika tutulmuştur. Daha sonra etil alkol içine alınan bu fraksiyonda da glikoz tayini yine aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Tüm bu fraksiyonlardan elde edilen glikoz değerleri toplam nişasta, çabuk sindirilen nişasta, yavaş sindirilen nişasta ve dirençli nişasta fraksiyonları miktarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

Hesaplama

$$TN = 0.9 \times (TG-SG)$$

$$ÇSN = 0.9 \times (G_{20}-SG)$$

$$YSN = 0.9 \times (G_{120}-G_{20})$$

$$DN = 0.9 \times (TG-G_{120}) \text{ veya } DN = TN-(ÇSN + YSN)$$

$$ÇKG = G_{20}$$

$$NSDİ = (ÇSN/TN) \times 100$$

0.9 sayısı deneysel bir sabittir.

İstatistiksel Analiz: Analiz sonuçları ortalama \pm standart sapma olarak sunulmuştur. Çalışma verilerine tek yönlü varyans analizi ve istatistiksel farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çavdar, kepek ve mısır ekmeklerinin beslenme açısından önemli olan nişasta fraksiyonlarının değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Mısır ekmeğinin toplam nişastasası (TN) çavdar ve kepek ekmeklerinin toplam nişasta içeriklerinden daha düşük bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çavdar ekmeğinin çabuk sindirilen nişasta içeriği, (ÇSN) içeriği, kepek ve mısır ekmeklerinin ÇSN içeriğinden yüksek saptanmıştır ($p < 0.05$). Engyst ve ark. (29), buğday unu ve tam buğday unundan üretilen ekmeklerin önemli miktarda ÇSN (kuru madde üzerinden %50-69) içerdiğini rapor etmişlerdir. Çalışmada kullanılan ekmeklerin ÇSN içeriği %66-73 arasında değişmektedir. Toplam nişastanın çavdar ekmeğinde %94.18'i, kepek ekmeğinde %88.79'u ve mısır ekmeğinde %93.39'u çabuk sindirilir formdadır. Periago ve Englyst, çabuk sindirilen nişasta fraksiyonunun enzimatik parçalanma sırasında hemen açığa çıkan ve serbest halde bulunan glikoz miktarlarının toplamını yansıttığını ve bu nedenle bu fraksiyonun karbonhidratların sindiriminden sonra vücutta oluşan insülin cevabı ile ilgili olduğunu rapor etmişler ve gıdaların çabuk sindirilen nişasta içerikleri ile glisemik indekslerine yaklaşım yapılabileceğini de belirtmişlerdir (30).

Ekmeklerin yavaş sindirilen nişasta (YSN) içerikleri arasında önemli bir fark saptanmamıştır ($p < 0.05$). Muir ve O'Dea, nişastanın kolaylıkla sindirildiği (ÇSN içeriği yüksek olan) ekmek ve kahvaltılık gevreği gibi gıdalarda YSN değerinin yüksek olduğunu belirtmişlerdir (31).

Kepek ekmeğinin dirençli nişasta (DN) içeriği çavdar ve mısır ekmeklerinin DN içeriklerinden daha yüksek bulunmuştur. Dirençli nişasta içeriği çavdar, kepek ve mısır ekmekleri için sırasıyla %2.69, %6.56 ve %2.20 olarak bulunmuştur ve bu değerler sırasıyla ekmeklerin toplam nişasta içeriklerinin %3.38, %8.54 ve % 3.11'ini oluşturmaktadır. Goni ve arka-

daşları, çeşitli gıdaları DN içeriklerine göre gruplandırmışlar ve ekmeklerin düşük dirençli nişasta içerikli (kuru madde üzerinden %1.0-2.5 oranında dirençli nişasta içeren) gıdalar arasında yer aldığını belirtmişlerdir (32). Holm ve Björck ise buğday ekmeğinin DN içeriğini kuru madde üzerinden %0.8 olarak saptamışlardır (26). Englyst ve Hudson, buğday ekmeğinin DN içeriğini kuru madde üzerinden %0.6 ve tam buğday unundan elde edilen ekmeğin DN içeriğini ise %1.5 olarak bulmuşlardır (3). Aynı çalışmada tam çavdar unundan elde edilen ekmeğin DN içeriği %3.2 olarak saptanmıştır. Liljeberg ve arkadaşları ise 70:30 oranında tam çavdar unu ve buğday unu içeren ve 200°C' de 40 dakika pişirilen ekmeğin DN içeriğini %3.0 olarak rapor etmişlerdir (25). Çalışmamızda kullanılan 26:67 oranında çavdar unu ve buğday unu içeren ve 230°C' de 30 dakika pişirilen çavdar ekmeğinin DN içeriği ise %2.69 olarak bulunmuştur.

Ekmeklerin içerdiği dirençli nişastanın önemli bir kısmını retrograde amilozun oluşturduğu rapor edilmiştir (29). Çeşitli ekmeklerin DN içeriklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada 20:80 oranında buğday unu ve buğday tanesi içeren ekmeğin DN içeriğinin diğer ekmeklerin DN içeriğinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum buğday tanesinin haşlandıktan sonra hamura ilave edilmesi sonucu ekmek hamurunun nem içeriğinin artması ve haşlama ve daha sonra fırında pişirme işlemleri sonucunda buğday nişastasının retrograde amiloz içeriğinde artış olması ile açıklanmıştır (26). Çalışmamızda ekmeklerin bileşimi dışında pişirme şekli, süresi ve sıcaklığı değişmemektedir. Ancak 100 birim kuru bileşen için ilave edilen su miktarı çavdar ekmeğinde 38 birim, kepek ekmeğinde 42 birim ve mısır ekmeğinde 39 birimdir (Tablo 2). Bu durumda kepek ekmeğinin hazırlanmasında daha fazla su kullanılması amilozun jelatinizasyon derecesini artırıcı etki göstererek dirençli nişasta içeriğini etkileyebilir. Kepek ekmeğinde kullanılan buğday kaba kepeğinin fiziksel olarak parçalanmayan nişasta (DN1) içerebileceği ve bunun DN içeriğinin daha yüksek bulunmasına neden olabileceği de düşünülmektedir.

Tablo 3. Çavdar, Kepek ve Mısır Ekmeklerinin Nişasta Fraksiyonlarının Değerleri (g/100 g Kuru Madde)^a

Ekmek Çeşidi	ÇSN	YSN	DN	TN
Çavdar ekmeği	73.36 ± 0.87 ^b	1.91 ± 0.05 ^b	2.69 ± 2.27 ^b	77.42 ± 3.83 ^b
Kepek ekmeği	67.96 ± 1.30 ^c	2.04 ± 0.45 ^b	6.56 ± 1.46 ^c	76.56 ± 2.58 ^b
Mısır ekmeği	65.89 ± 1.04 ^c	2.36 ± 0.03 ^b	2.20 ± 0.70 ^b	70.53 ± 1.57 ^c

^a Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir (n= 6)

^{b,c} Bir sütunda farklı harfler ile işaretlenmiş değerler istatistiksel açıdan önemli olacak şekilde birbirinden farklıdır ($p < 0.05$)

TN: Toplam nişasta, ÇSN: Çabuk sindirilen nişasta, YSN: Yavaş sindirilen nişasta, DN: Dirençli nişasta

Tablo 4. Çavdar, Kepek ve Mısır Ekmeklerinin Nişasta Sindirilebilirlik Derecesi İndeksi (NSDİ) ve Çabuk Kullanılan Glikoz (ÇKG) Değerleri^a

Ekmek Çeşidi	NSDİ	ÇKG (g/100 g Kuru Madde)
Çavdar ekmeği	94.18 ± 1.57 ^b	81.74 ± 1.08 ^b
Kepek ekmeği	88.79 ± 0.85 ^c	76.24 ± 1.51 ^c
Mısır ekmeği	93.39 ± 0.42 ^b	73.52 ± 0.94 ^d

^a Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir (n=6)

^{b,c,d} Bir sütunda farklı harfler ile işaretlenmiş değerler istatistiksel açıdan önemli olacak şekilde birbirinden farklıdır (p<0.05)

NSDİ: Nişasta sindirilebilirlik derecesi indeksi, ÇKG: Çabuk kullanılan glikoz

Tablo 4'te üç ekmek çeşidi için hesaplanan nişasta sindirilebilirlik derecesi indeksi (NSDİ) ve çabuk kullanılan glikoz (ÇKG) değerleri verilmiştir. Nişasta sindirilebilirlik indeksinde çabuk sindirilen nişasta miktarı toplam nişastanın yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Bu değer gıdadaki nişastanın(karbonhidratın) sindirilme derecesini yansıtan bir değerdir. Çabuk kullanılan glikoz ise beslenme açısından önemli olan nişasta fraksiyonlarının analizi sırasında elde edilen bir fraksiyondur ve gıda tüketildikten sonra kısa sürede emilen glikoz olarak tanımlanmaktadır (2,22).

Çalışmamızda kullanılan ekmeklerin NSDİ değerleri 88-94 arasında değişmektedir. Englyst ve arkadaşları, yaptıkları bir çalışmada NSDİ değerini buğday ekmeği için 90 ve tam çavdar unundan hazırlanan ekmeğin içinse 92 olarak bulmuşlardır (29). Çalışmamızda çavdar ve mısır ekmeklerinin NSDİ değerleri arasında önemli bir fark gözlenmemiş, kepek ekmeğinin NSDİ değerinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir (p<0.05). Ekmeklerin DN içerikleri ve NSDİ değerleri arasında önemli bir negatif korelasyon (r= -0.95, p<0.05) saptanmıştır. Çavdar, kepek ve mısır ekmeklerinin çabuk kullanılan glikoz (ÇKG) içerikleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Englyst ve arkadaşları, buğday ekmeğinin ÇKG içeriğini 77 g/100 g kuru madde ve tam çavdar unu ile hazırlanan ekmeğin ÇKG değerini 62 g/100 g kuru madde olarak saptamışlardır. Çalışmamızda kullanılan ekmeklerin ÇKG içerikleri 74-82 g/100 g kuru madde arasında değişmektedir.

SONUÇ

Çalışmada kullanılan çavdar, kepek ve mısır ekmeklerinin pişirme şekli, süresi ve sıcaklığı değişmediğinden elde edilen sonuçlardaki farklılıkların ekmeklerin bileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Gıdaların dirençli nişasta içeriğinin farklı hammadde, bileşim ve işleme tekniklerinin kullanımı ile değiştirilebilmesi ve saptanan olumlu fizyolojik etkileri nedeniyle dirençli nişasta fraksiyonu beslenme açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Çalışma sonuçları

kepek ekmeğinin daha fazla miktarda tüketilmesinin günlük alınan dirençli nişasta miktarında artışa neden olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Englyst HN, Cummings, JH. Nutritional classification of starch and its validation studies in man. Schlemmer, U (ed), Congress of Bioavailability, Karlsruhe, 142, 1993.
2. Englyst HN, Veenstra J, Hudson GJ. Measurement of rapidly available glucose(RAG) in plant foods: A potential in vitro predictor of the glycaemic response. Bri J Nutr, 75:326-337, 1996.
3. Englyst HN, Hudson GJ. The classification and measurement of dietary carbohydrates. Food Chem, 57:15-21, 1996.
4. Asp NG. Dietary carbohydrates:Classification by chemistry and physiology. Food Chem, 57(1):9-14, 1996.
5. Englyst HN, Kingman SM, Hudson GJ, Cummings, JH. Measurement of starch in vitro and in vivo. Bri J Nutr, 76:749-755, 1996.
6. Berggren AM, Björck IME, Margareta E, Nyman GL, Eggum BO. Short chain fatty acid content and pH in caecum of rats fed various sources of starch. J Sci Food Agric, 68:241-248, 1995.
7. Cummings JH, Beatty ER, Kingman SM, et al. Digestion and physiological properties of resistant starch in human large bowel. Bri J Nutr, 76:733-742, 1996.
8. Edwards CA, Gibson G, Champ M, et al. In vitro method for quantification of fermentation of starch by human faecal bacteria. J Sci Food Agric, 71:209-217, 1996.
9. Cummings, JH, Englyst, HN. Gastrointestinal effects of food carbohydrate. Am J Clin Nutr, 61(Suppl.): 938-945, 1995.
10. Gordon TG, Topp K, Shi YC, et al. Resistant starch:Physical and physiological properties. In:Yalpani, M (ed), New Technologies for Healthy Foods and Nutraceuticals. ATL Press, USA, 157, 1997.

11. Kritchevsky, D. Dietary Fiber. *Annual Rev Nutr*, 8:301-308, 1988.
12. Martin LJM, Duman HJW, Champ MMJ. Production of short chain fatty acids from resistant starch in a pig model. *J Sci Food Agric*, 77:71-80, 1998.
13. Annison G, Topping DL. Nutritional role of resistant starch: Chemical structure vs. physiological function. *Annual Rev Nutr*, 14:287-320, 1994.
14. Garcia-Alonso A, Saura-Calixto F, Delcour JA. Influence on botanical source and processing on formation of resistant starch Type III. *Cereal Chem* 75(6):802-804, 1998.
15. Mangala SL, Udayasankar K, Tharanathan RN. Resistant starch from processed cereals: the influence of amylopectin and non-carbohydrate constituents in its formation. *Food Chem* 64:391-396, 1999.
16. Szczodrak J, Pomeranz J. Starch-lipid interaction and formation of resistant starch in high amylose barley. *Cereal Chem*, 69(6):625-632, 1992.
17. Würsch P, Vedovo SD, Koellreutter B. Cell structure and starch nature as key determinants of the digestion rate of starch in legume. *Am J Clin Nutr*, 43:23-28, 1986.
18. Sievert D, Pomeranz Y. Enzyme resistant starch I. Characterization and evaluation by enzymatic, thermo-analytical and microscopic methods. *Cereal Chem*, 66(4):342-347, 1989.
19. Sievert D, Czuchajowska Z, Pomeranz Y. Enzyme resistant starch III. X-Ray diffraction of autoclaved amylopectin VII starch and enzyme resistant starch residues. *Cereal Chem*, 68(1):86-91, 1991.
20. Marsono Y, Topping DL. Complex carbohydrates in Australian rice products-influence on microwave cooking and food processing. *Lebensm Wiss u Tech*, 25:364-370, 1993.
21. Heaton MD, Marcus SN, Emmett PM, et al. Particle size of wheat, maize and oat test meals: Effects on plasma glucose and insulin responses on the starch digestion in vitro. *Am J Clin Nutr*, 47:675-682, 1988.
22. Kingman SM, Englyst HN. The influence of food preparation methods on the in vitro digestibility of starch in potatoes. *Food Chem*, 49:181-186, 1994.
23. Skrabanja V, Kreft, I. Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats. An in vitro study. *J Agric Food Chem*, 46:2020-2023, 1998.
24. Ünal SS. *Hububat Teknolojisi*, 3. Baskı, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çoğaltma Yayını, Yayın no:28, Bornova, İzmir, 1991.
25. Liljeberg H, Akerberg A, Björck L. Resistant starch formation in bread as influenced by choice of ingredients or baking conditions. *Food Chem*, 56(4):389-194, 1996.
26. Holm, J, Björck, L. Bioavailability of starch in various wheat-based bread products: Evaluation of metabolic responses in healthy subjects and rate and extent of in vitro starch digestion, *Am J Clin Nutr*, 55:420-428, 1992.
27. Baysal, A. *Beslenme*, 4. Baskı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A/1, 1983.
28. Türk Standartları Enstitüsü. *Ekmek Standardı*, 1987.
29. Englyst HN, Kingman SM, Cummings JH. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *Eur J Clin Nutr*, 46 (Suppl.2): 533-550, 1992.
30. Periago MJ, Englyst, HN. The influence of thermal processing on the non-starch polysaccharide content and in vitro digestibility of starch in peas. *Lebensm Wiss u Tech*, 29:33-41, 1996.
31. Muir J, O'Dea, K. Measurement of resistant starch: Factors affecting the amount of starch escaping digestion in vitro. *Am J Clin Nutr*, 56:123-127, 1992.
32. Goni I, Garcia-Diz L, Manas E, et al. Analysis of resistant starch: A method for foods and food products. *Food Chem*, 56(4):445-449, 1996.