

## SELÜLOZ ve SELÜLOZ TÜREVİ DİYET LİFLERİN ÖZELLİKLERİ ve FIRIN ÜRÜNLERİNDE KULLANIM İMKANLARI

Sultan Arslan\*, Mustafa Erbaş

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya

Geliş tarihi / *Received*: 18.12.2013

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 03.02.2014

Kabul tarihi / *Accepted*: 06.03.2014

### Özet

Diyet lifler iyi hali geliştirici ve hastalık oluşma riskini azaltıcı etkilerinden dolayı yaygın olarak gıdalara katılanmaktadır. Selüloz ve selüloz türevleri insan sindirim sisteminde sindirilmeden kalın bağırsağa geçerek yararlı etki gösterdiklerinden dolayı diyet lif olarak kabul edilmektedir. Selüloz ve selüloz türevi bileşikler, sağlığı iyileştirici etkilerinin yanında fırın ürünlerinde teknolojik yönleri ile de yaygın kullanım imkanı bulmaktadır. Selüloz ve selüloz türevleri, fırın ürünlerinin işlenmesi sırasında yapıdaki diğer makro moleküllerle interaksyona girerek hamurun su tutma kapasitesini, hacmini ve stabilizasyonunu arttırmaktadır. Böylece bu polimerler, bir taraftan son ürünün tektürünü geliştirirken diğer bir taraftan ise ürünün raf ömrünü uzatmaktadır. Ayrıca diyet lif özelliği taşıyan selüloz ve selüloz türevleri enerji değerini düşürerek toplum sağlığının korunması amacıyla da fırın ürünlerine katılanmaktadır. Bu makalede selüloz ve selüloz türevi bileşiklerin diyet lif özellikleri, sağlığı geliştirici etkileri ve fırın ürünlerine kullanım imkanları derlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Karboksimetilselüloz, hidroksipropilmetilselüloz, mikrokristalselüloz, selüloz, selüloz türevi, diyet lif

## THE PROPERTIES of CELLULOSE and DERIVATIVES DIETARY FIBERS and USEABILITY in BAKERY PRODUCTS

### Abstract

Dietary fibers are commonly added in foods due to its decreasing effect of health risks. Cellulose and cellulose derivatives are accepted as dietary fiber because they resist in food process and are not digested in human gastrointestinal system. Cellulose and cellulose derivatives are prevalently used in bakery products with technological properties besides their health beneficial effects. These compounds interact with other macromolecules, which is in structure, during process of bakery product and they increase water absorption, volume and stability of dough by this way. So this polymers improve textural properties of final product thereby they extend the shelf life. Additionally, they are added in bakery products with aim of decreasing calorific value and protection of community health care. It was reviewed in this paper that dietary fiber properties, health improve effects and using possibilities of cellulose and cellulose derivatives in bakery products.

**Keywords:** Carboxymethyl cellulose, hydroxypropylmethyl cellulose, microcrystalline cellulose, Cellulose, cellulose derivatives, dietary fiber

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ sultanarslan04@akdeniz.edu.tr,

© (+90) 242 227 4333,

☎ (+90) 242 2274564

## GİRİŞ

Günümüzde artan sağlık bilinci ile birlikte toplum, tüketilen gıdaların besleyici özelliklerinin yanında yaşam kalitesini arttırıcı özelliklere de sahip olmasına dikkat etmektedir. Bu nedenle gıda endüstrisi, sağlığa faydalı yeni fonksiyonel gıdaların üretimini desteklemektedir (1). Günlük diyet ile gıda formunda tüketilen, sentetik bileşen içermeyen, besleyici etkisinin yanında sağlığı ve iyi hali geliştirici özelliklere sahip gıdalar, fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır (2-6). Bu grup gıdaların içerisinde önemli bir yere sahip olan diyet lifler ise, vücuda alındıklarında büyük bir çoğunluğu sindirilmeden kalın bağırsağa geçen, probiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilen bileşikler olarak tanımlanmaktadır (3, 7-11). Diyet lif bileşenleri içerisinde en önemli grubu, selüloz ve selüloz türevleri oluşturmaktadır. Selüloz,  $\beta$ -D-glukopiranozil yapılarının, glikozidik bağlarla bağlanmasıyla oluşan ve bitki hücre duvarlarının temelini oluşturan bir tür polisakarittir. Selüloz polimerlerinin çeşitli kimyasallarla muamele edilerek yapısında bulunan hidroksil ve hidrojenlerin metil, etil, karboksimetil ve asetil grupları ile yer değiştirmesi ile modifiye selüloz olarak da bilinen türev selülozlar elde edilmektedir. Selüloz, suda çözünmeyen bir formda iken türevleri ise yapılarına eklenen elektronegatif gruplar nedeniyle suda çözünür özellik kazanmaktadır (12). Bu bileşikler sağlığa faydalı diyet lif özelliklerinin yanı sıra tekstür ve lezzet geliştirme, şeker ve yağ ikamesi, ısıl işleme direnç kazandırma, viskozite arttırma, su bağlama, donma noktasını düşürme, kristal oluşumunu engelleme, yağ absorpsiyonunu azaltma gibi fizikokimyasal ve organoleptik özellikleri ile de gıda sanayinde kullanılmaktadırlar. Birçok ülkede kullanımları, katkı maddesi sayılmayıp gıda ve gıda bileşeni olarak kabul edilmektedir (7, 9, 10, 13). Selüloz ve selüloz türevlerinin, bu tür diyet lif ve yapı geliştirici özellikleri yaygın olarak fırın ürünlerine katkılanmalarını da sağlamaktadır.

## SELÜLOZ POLİMERİNİN ÖZELLİKLERİ

Selüloz, D-glikopiranoz birimlerinin  $\beta$ -1-4 bağları ile bağlanması ile oluşan düz zincir şeklinde suda çözünmeyen bir polimerdir. Bitkilerin hücre duvarını oluşturan selüloz, yıllık  $10^{10}$ - $10^{11}$  ton sentez

miktarı ile doğada en çok bulunan karbonhidrat özelliğindedir. Selülozun bitkilerde doğal olarak bulunan ve sentez yoluyla üretilen dört formu bulunmaktadır (12, 14-17). Selülozun yapısında bulunan hidroksil grupları kendi aralarında zincir içi hidrojen bağları yaparak yapıyı daha kararlı bir hale getirmekte ve biyolojik degradasyona, asit hidrolizine ve mekanik zedelenmeye karşı stabil bir özellik kazanmasını sağlamaktadır. Odunsu dokularda selüloz polimeri ligninle birlikte kristal mikrofibriler formda bulunurken, bitkisel dokularda ise pektin ve proteinlerle birlikte bulunarak daha az lifli bir yapı oluşturmaktadır. Yüksek molekül ağırlığa sahip olan selüloz, insanlarda selülaz enzimi üretilmediğinden sindirilememekte ve bu nedenle diyet lif özelliği göstermektedir. Selülozun absorpsiyon yeteneği yüksek olduğundan kendi ağırlığının birkaç katı kadar su tutabilmektedir. Selüloz bu tür fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle gıda sanayinde kıvam verici, topaklanmayı engelleyici ve viskozite arttırıcı özellikleri ile yaygın kullanım imkanı bulmaktadır (16-19).

## SELÜLOZ TÜREVLERİ

Selüloz polimerinin çeşitli kimyasal ajanlarla muamele edilmesi ve yapısındaki hidroksil gruplarının reaksiyona girmesiyle selüloz eterleri veya selüloz esterleri üretilebilmektedir. Gıda sanayinde en çok kullanılan selüloz türevleri ise eter grubudur. Türevlendirme işleminde ilk aşamada, selüloz kaynağı amaca yönelik olarak asit veya alkali çözeltiler ile muamele edilir. Eterleştirici ajan olarak ise genellikle etilen oksit ve propilen oksit kullanılmaktadır (20). Kimyasal olarak modifiye edilmiş selüloz türevleri, proses aşamasında güvenilir ve fonksiyonel olmaları açısından farmakoloji ve gıda alanında kaplama ve membran materyali olarak, emülsifiyer, stabilizatör ve viskozite arttırıcı ajan olarak yaygın kullanılmaktadır. Ayrıca diyet lif özelliklerinden dolayı düşük kalorili diyet gıdaların üretiminde de katkı maddesi olarak kullanılabilir (21, 22).

## Karboksimetilselüloz ve Metilselüloz

Karboksimetilselüloz (CMC), alkali selüloz polimerinin monokloroasetik asit sodyum tuzu ile muamele edilmesi sonucu üretilmektedir.

Selüloz gamı olarak da adlandırılan ve ticari olarak önemli bir stabilizatör olan karboksimetilselüloz, suda çözünür özelliğinden dolayı her alanda farklı amaçlarla kullanılmaktadır. CMC; dondurulmuş ürünlerde küçük buz kristalleri oluşturma, krema, puding ve hazır çorba gibi gıdalarda serum ayrılmasını engelleme, fırın ürünlerinde hacim artışı sağlama ve bayatlamayı geciktirme ve dondurmada stabilizatör özellikleri ile kullanılmaktadır (15, 23, 24). Metilselüloz (MC) ise selüloz polimerlerinin metil klorür ile muamele edilmesi ile üretilen suda çözünebilir, renksiz, kokusuz ve stabil bir selüloz türevidir. Gıda sanayinde CMC gibi benzer özellikleri nedeniyle katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (18).

### **Hidroksipropilselüloz ve Hidroksipropilmetilselüloz**

Hidroksipropilselüloz (HPC) ve hidroksipropilmetilselüloz (HPMC), sodyum hidroksit ile muamele edilen alkali selüloza metil klorit ve propilen oksit ilave edilerek yapısında bulunan hidroksil gruplarının metil ve hidroksipropil grupları ile yer değiştirmesi sonucu elde edilmektedir. HPC ve HPMC tatsız, kokusuz, fibröz veya granüler yapıya sahip bir selüloz türevidir (25). HPC ve HPMC suda çözünebilme ve sıcaklık artışı ile jel yapma kapasitesi kazanmaktadır. Yapı içerisinde bulunan metil ve propil grupları selüloz zincirinin kendi arasında interaksiyona girmesini engellemekte olup eter grupları ise yüzey aktif özellikte özellik kazandırmaktadır. Bu durum emülsiyon ve köpük yapıdaki fazların yapısının stabilizasyonunu sağlamaktadır (18). HPMC gıda endüstrisinde emülsifiyer, film tabakası, koruyucu kolloid, stabilizatör ve kalınlaştırıcı ajan olarak kullanılabilir. Gıda katkı maddesi olarak kullanımı ise FDA (Food and Drug Administration) ve JECFA (The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) tarafından onaylanmıştır (25).

### **Mikrokristalselüloz**

Mikrokristalselüloz (MCC), gıdalara diyet lif içeriğinin zenginleştirilmesi için ilave edilen bir selüloz türevi katkı maddesidir. MCC, selülozun yüksek sıcaklık altında mineral tuzlarla muamele edilmesiyle elde edilmektedir. MCC'nin kristal yapı özellikleri, uygulanan depolimerizasyon

aşamalarıyla doğrudan ilişkilidir (18, 24). Mikrokristalselülozun toz formu tat ve koku tutucu olarak kullanılırken, koloidal formu ise köpük ve emülsiyonları stabilize etmek, pektin ve nişasta jellerini ısıya dayanıklı hale getirmek, meyve suyu ve düşük yağ içerikli gıda üretiminde tekstür ve viskozite özelliklerini geliştirmek ve buz kristallerinin büyümesini kontrol altına almak amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca MCC, yüksek basınç altında stabil fiziksel özellikleri nedeniyle günümüzde basınç gerektiren proseslerde de yaygın kullanım imkanı bulmaktadır (18, 24, 26).

### **SELÜLOZ ve SELÜLOZ TÜREVİ DİYET LİFLERİN PREBİYOTİK ÖZELLİKLERİ**

Prebiyotik bileşenler, vücuda alındıklarında büyük bir çoğunluğu sindirilmeden kalın bağırsağa geçen, sindirim sisteminde gelişip konukçusunun sağlığına faydalı etkileri olan, prebiyotik mikroorganizmalar tarafından fermente edilebilen ve seçici olarak bu mikroorganizmaların gelişimini destekleyen bileşikler olarak tanımlanmaktadır (3, 7-11). Yapılan araştırmalar sonucunda bir bileşiğin prebiyotik olarak kabul edilebilmesi için bazı kriterler belirlenmiştir. Buna göre prebiyotik bileşenler; gıda işleme prosesinde yüksek sıcaklık ve basınç gibi koşullarda kimyasal özelliklerini koruyabilme, mide asitliğine ve ince bağırsaktan emilime direnç gösterebilme, sindirim sistemi florası tarafından fermente edilebilme ve bu prebiyotik mikroorganizmaların gelişimini patojenlere göre daha seçici olarak teşvik edebilme gibi özelliklere sahip olmalıdır (3, 7, 9, 11, 27). Selüloz ve bazı selüloz türevleri, insan gastrointestinal sisteminde sindirilemedikleri, ekstrem ortam koşullarında stabil kalabildikleri ve bazı selüloz türevlerinin suda çözünerek prebiyotik mikroorganizmalarca fermente edilebilmesinden dolayı prebiyotik bileşen grubunda değerlendirilebilmektedir (22). Bu bileşikler, yüksek su tutma kapasitesi, çözünebilirlik, viskozite gibi fiziksel ve düşük glikemik indeks değeri ve gastrointestinal sistemin düzenlenmesini sağlama gibi fonksiyonel özellikleri ile günlük diyet gereklilikleri olan bileşiklerdir (28). Günümüzde glikemik indeks değeri 55'den düşük olan diyet lifçe zengin gıdalar tavsiye edilmektedir (29). Ancak gıdalarda doğal olarak bulunan diyet lif miktarı ileri rafinasyon ve işleme aşamalarında giderek azalmaktadır. Diyet lifçe

fakir hazır gıdalarla beslenen gelişmiş toplumlarda medeniyet hastalıkları olarak sınıflandırılan şeker, koroner hastalıklar, kolon kanseri ve obezite gibi rahatsızlıklar sıkça görülmektedir. Dünyada her yıl 8-14 milyon kişinin diyabet, kanser ve kalp-damar ve kronik solunum yolu rahatsızlıkları gibi hastalıklar nedeniyle kaybedildiği bildirilmektedir. Yapılan tahminlere göre 2009 yılı verilerine göre 285 milyon olan diyabetli hasta sayısının 2030 yılında 438 milyona ve 2005 yılında 12 milyon olan kanserli hasta sayısının ise 2030 yılında 24 milyona ulaşacağı bildirilmektedir. Yine önümüzdeki yirmi yıl içerisinde dünya nüfusunun %23-45'inin obezite sorunuyla karşı karşıya kalabileceği bildirilmektedir. Yapılan çalışmalar bu tür hastalıkların oluşum riskinin yalnızca sağlıklı yaşam tarzı değişiklikleri ile %44-58 oranında azaltılabileceğini ortaya koymaktadır (30, 31). Elde edilen bu veriler dikkate alınacak olursa diyet lif açısından zenginleştirilmiş yeni gıdaların üretimi, toplum beslenmesi ve sağlığı açısından önemli bir yer tutmaktadır.

#### **DİYET LİFLERİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ**

Diyet liflerin sağlık üzerine faydalı etkileri birçok kuramsal ve deneysel çalışma ile ortaya konulmuştur. Diyet liflerin sağlığa faydalı etkileri genellikle kalın bağırsakta laksatif etki, seyreltme ve absorpsiyon mekanizmaları ile gerçekleşmektedir. Bu mekanizmalar; intestinal mikrofloranın gelişimini destekleme, besinleri seyreltme, su tutma, fekal atık hacimini artırarak bağırsak aktivitesini sağlama, yavaş absorpsiyon ile kanda monosakkarit ve trigliserit dalgalanmalarını önleme, kalsiyum absorpsiyonunu artırma, safra tuzlarının kolonda kalma süresini azaltma, kolesterolü ve kolon kanseri oluşum riskini düşürme gibi etkiler göstermektedir (16, 25, 28, 29, 32-37). Beslenme ile alınan diyet liflerin fermentasyonu ile ortaya çıkan asetat, propiyonat ve bütirat gibi kısa zincirli yağ asitleri de kanser hücrelerini inhibe edici etki göstermektedirler. Kolonda üretilen bu tür kısa zincirli yağ asitleri kolon mukozasının temel enerji kaynağını oluşturmakta ve hücre çoğalmasını destekleyerek mukus üretimini ve mukoza kan akışını sağlamaktadır. Yapılan bir çalışmada deney fareleri %0, 10 ve 20 oranında selüloz içeren diyet ile beslenmiş ve 4 hafta sonunda selüloz içerikli diyet ile beslenen

deneklerin mukus miktarının kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir (38). HPMC tüketiminin artırılması ile yıpranmış sindirim sistemi hücrelerinin kendini yenileme oranlarının arttığı bildirilmiştir (25). Ayrıca diyet liflerin kalın bağırsakta laksatif etki yaratmasından dolayı karsinogenik ve mutajenik toksinlerin metabolizmada kalma süreleri de azalmakta ve yüksek su tutma kapasitesi ile bu zararlı bileşiklerin seyrelmesini sağlayarak kolon kanserine karşı koruyucu bir etki göstermektedir. Ayrıca FDA'da, diyet liflerin kanser oluşum riskini azalttığını onaylamıştır (9, 28, 36, 37, 39, 40). Diyet liflerin yavaş absorpsiyon sağlama özellikleri de kanda trigliserit ve glikoz oranını azaltma gibi fizyolojik etkilere sahiptir. Yapılan bir model çalışmada CMC varlığının yüzeyde biriken çok tabakalı kolesterol moleküllerini azaltmada kısmen başarılı olduğu tespit edilmiştir (42). Bir başka çalışmada 29 hafta süresince %4-14 oranında lif içeren diyet ile beslenen deney hayvanlarının vücut ağırlıklarında artış gözlenmemiş olup deney hayvanlarının kan örneklerindeki kolesterol ve yüksek yoğunluklu lipoproteinlerde önemli bir azalma tespit edilmiştir (41). Yapılan başka bir çalışmada ise günlük 10g HPMC tüketiminin kolondan glikoz emilimini geciktirebileceği ve böylece glisemik indeks değerini dengeleyerek diyabeti önleyebileceği de bildirilmektedir (25). Diyet liflerin bir başka sağlığa faydalı etkileri ise vücut kitle indeksini azaltmalarıdır. Bu etkilerini, kolon içerisinde hacim artışı nedeniyle lipaz-lipit interaksiyonunu engelleme yoluyla gerçekleştirmekte olup karbonhidrat ve lipit metabolizmasında yer alan, triaçilgliserol lipaz, asetil-CoA karboksilaz gibi hormon ve enzimleri etkileyerek de bu bileşiklerin emilimini ve sentezini azaltmaktadır. Yapılan bir çalışmada günlük 5g diyet lif alımının lipit sentezinde rol olan ve sentez hızını düzenleyen Asetil-CoA karboksilaz enziminin aktivatörü olan AMP-kinazın fosforilasyonunu sağlayarak inhibisyonu arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca 74 bin kadın üzerinde 12 yıl boyunca yapılan bir çalışmada diyet lif alımının obezite sorununu %49 oranında azalttığı da bildirilmiştir (36). Diyet liflerin tüm bu olumlu etkilerini yanında fazla alınması halinde karında şişkinlik ve ağrı, fitik asit konsantrasyonunun artmasından dolayı mineral absorpsiyonunda güçlük, esansiyel amino asit ve yağ asitlerinin emiliminde azalma gibi olumsuz yönleri de göz ardı edilmemelidir.

### SELÜLOZ ve SELÜLOZ TÜREVİ DİYET LİFLERİNİN FIRIN ÜRÜNLERİNDE KULLANIM İMKANLARI

Dünyada ekilebilir alanlarının %73'ünde tarımı yapılan tahıllar, tek başına günlük gıda ihtiyacının %60'ını ve diyet lif ihtiyacının ise %50'sini karşılamaktadır. Günümüzde selüloz ve selüloz türevleri ile zenginleştirilmiş birçok gıda bulunmakla birlikte bunların arasında fırın ürünleri en çok tercih edilenlerini oluşturmaktadır. Diyet lif miktarı kızartma ve pişirme gibi işlem proseslerinde degradasyona uğrayarak azalmakta olup eksikliğinin giderilmesi için de fırın ürünlerine ilave edilmektedir (16, 23, 32, 33, 35). Farklı kaynaklardan elde edilen diyet lifler, enerji değerini düşürerek toplum sağlığının korunması ve tekstürel özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla fırın ürünlerine katılmaktadır. Yüksek lif içerikli olarak sınıflandırılan (>6g/100g) gıdalar, katkısız gıdalara oranla %8-20 daha az enerji sağlamaktadır. Yapılan bir çalışmada CMC ve fruktooligosakkaritin birlikte kullanımı ile üretilen ekmeklerin nişasta emiliminin, kontrol örneğine göre daha az olduğu ve %20 oranında daha az enerji sağladığı tespit edilmiştir (29). Birçok çalışmada selüloz ve selüloz türevlerince yapılan katkımanın fırın ürünlerinin su tutma kapasitesini artırarak pişme ve tekstür özelliklerini iyileştirdiği bildirilmektedir. Fırın ürünlerine eklenen bu polimerler protein ve nişasta gibi makromoleküllerle interaksiyonlara girerek hamurun reolojik ve viskozimetrik özellikleriyle karışma ve yoğurma kalitesini arttırmaktadır (33, 40). Yapılan bir çalışmada erişte hamuruna %, 5, 10, 15 ve 20 artan oranlarında buğday ve yulaf kepeği ilave edilmiş ve hamurun fiziksel özellikleri takip edilmiştir. Artan oranlarda ilave edilen kepek ilavesinin hamurun farinografıta su tutma değerlerini yükselttiği ve yağ absorpsiyonu değerlerini azalttığı tespit edilmiştir (43). Başka bir çalışmada ise ekmeklik una %10-40 arasında diyet lifçe zengin olan arpa ununun artan ilave oranlarında örneklerin penetrometre değerini yükselttiği, renk değeri ve lif içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir (44). Mckee ve Lanter (2000) tarafından yapılan bir çalışmada ekmek hamuruna artan oranlarda mısır kepeği ilavesinin su tutma kapasitesini arttırdığı ve ekmeklerin organoleptik ve raf ömrü özelliklerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada ise dondurulmuş hamur üretiminde

yapılan CMC ilavesinin, unun su tutma kapasitesini arttırdığı ve farinografik ve miksoğrafik özelliklerini iyileştirerek raf ömrünü arttırdığı tespit edilmiştir (23, 25). Sindirilemeyen ve diyet lif olarak kabul edilen HPC, HPMC ve MC hamur yoğurma aşamasında viskozite ve pişirme sırasında jel oluşumunu artırıcı etkilerinden dolayı fırın ürünlerine katılmaktadır. Yapılan bir çalışmada HPMC ilavesinin ekmek hacmini arttırdığı, hamur stabilizasyonunu sağladığı ve uzun proses sürecinde kullanımının hamurun yapısal özelliklerini koruduğu için faydalı olacağı bildirilmiştir (45, 46). Selüloz türevi bileşikler glutensiz ekmek üretiminde viskoelastik yapının sağlanması amacıyla da yaygın olarak kullanılmaktadır (47- 49). Yapılan bir glutensiz ekmek üretimi çalışmasında, una ilave edilen metilselülozun tekstürü iyileştirdiği ve hamurda oluşan dağılmayı engellediği tespit edilmiştir (50). Ayrıca CMC, MC ve HPMC kullanımının kızartma yöntemiyle üretilen fırın ürünlerinin yağ absorpsiyonunu azalttığı da tespit edilmiştir (13, 51, 52). Fırın ürünlerini selüloz ve selüloz türevleri diyet liflerce zenginleştirmenin tüm bu olumlu etkilerinin yanında, bir takım olumsuz etkilerinin bulunduğu da bildirilmektedir. Selüloz türevi bileşiklerin yüksek su tutuma özelliği, gevrek fırın ürünlerinin üretiminde yumuşak bir tekstür sağladığı için genellikle tercih edilmemektedir (13). Ayrıca artan diyet lif miktarı hamurun uzama kabiliyetini azaltırken parlak son ürün renginin de kaybolmasına neden olmaktadır (53-56). Aynı zamanda kepekte zengin olarak bulunan ve mineral emilimini azaltıcı etki gösteren fitik asitte diyet lifçe zenginleştirme sonucu son ürünün yapısında fazla miktarda bulunmaktadır.

### SONUÇ

Günümüzde aşırı işlenmiş gıda tüketiminin artmasıyla birlikte kalp damar rahatsızlıkları ve obezite gibi medeniyet hastalıklarının görülme oranı da artmıştır. Bu tür hastalıkların önlenmesinde önemli bir yere sahip olan ve doğal halde gıdalarda bulunan selüloz gibi diyet lif özellikli bileşenler, gıdaların işlenmesi sırasında hammaddeden başlayarak azalmakta ve son üründe oldukça az miktarda kalmaktadır. Bu nedenle bu tür diyet liflerce gıdaların katılması önem kazanmaktadır. Tahıl ve tahıl ürünleri ekonomik, kolay bulunabilir

ve çok miktarda tüketilen bir hammadde olarak diyet liflerce zenginleştirilebilecek en elverişli kaynaktır. Yapılan çalışmalarda selüloz ve selüloz türevlerince katkılama işleminin, fırın ürünlerinin kalite ve teknolojik özelliklerini arttırdığı bildirilmiştir. Ayrıca bu bileşenlerce katkılama fırın ürünlerinin kalori değerini düşürmesi ve doygunluk hissini arttırması nedenleriyle de toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesinde son derece önemlidir.

### KAYNAKLAR

1. Perez CD, Denobili MD, Rizzo SA, Gerschenson LN, Descalzo AM, Rojas AM. 2012. High methoxyl pectin-methyl cellulose films with antioxidant activity at a functional food interface. *J Food Eng*, 116(1), 162-169
2. Hardy G. 2000. Nutraceuticals and functional foods: Introduction and meaning. *Func Foods*, 16, 688-697.
3. Roberfroid M. 2007. Prebiotics: The concept revisited. *J Nutr*, 137, 830-837.
4. Anon 2004. Position of The American Dietetic Association: Functional Foods *J Am Diet Assoc* 104: 814-822.
5. Noonan WP, Noonan C. 2004. Legal requirements for functional food claims. *Toxicol Letter*, 150, 19-24.
6. Stanson C, Ross RP, Fitzgerald GF, Sinderen D. 2005. Fermented functional foods based on probiotics and their biogenic metabolites. *Curr Opinions Biotechnol*, 16, 1-6.
7. Wang YC, Yu RC, Chou CC. 2002. Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. *Food Microbiol*, 19, 501-508.
8. Cashman K. 2003. Prebiotics and calcium bioavailability. *Curr Isr Intest Microbiol*, 4, 21-32.
9. Venter CS. 2006. Prebiotics for the improvement of human health. *Hum Ecol*, 14, 1-6.
10. Lee, YK, Salminen, S. 2009. *Handbook of Probiotics and Prebiotics*. 2<sup>nd</sup> Edition, A John Wiley and Sons Inc. Publication, Canada, 115 p.
11. Laparra JM, Sanz Y. 2010. Interactions of gut microbiota with functional food components and nutraceuticals. *Pharm Res*, 61(3), 219-225.
12. Chauvelon G, Buleon A, Thibault JF, Saulnier L. 2003. Preparation of sulfoacetate derivatives of cellulose by direct esterification. *Carbohydr Res*, 338, 743-750.
13. Primo-Martin C, Sanz T, Steringa DW, Salvador A, Fiszman SM, Van Vliet T. 2010. Performance of cellulose derivatives in deep-fried battered snacks oil barrier and crispy properties. *Food Hydrocoll*, 24(8), 702-708.
14. Akoğlu A, Karahan AG, Çakmakçı ML, Çakır İ. 2010. Bakteriyel Selülozun Özellikleri Ve Gıda Sanayisinde Kullanımı *GIDA* 35:127-134.
15. Ibrahim AA, Adel AM, Abd El-Wahab ZH, Al-Shemy MT. 2011. Utilization of carboxymethyl cellulose based on bean hulls as chelating agent: synthesis, characterization and biological activity. *Carbohydr Polym*, 83, 94-115.
16. Dhingra D, Michael M, Rajput H, Patil RT. 2012. Dietary fibre in foods: a Review. *J Food Sci Technol*, 49, 255-66.
17. Lavoine N, Desloges I, Dufresne A, Bras J. 2012. Microfibrillated cellulose its barrier properties and applications in celulosic materials: a review. *Carbonhydr Polym*, 90, 735-764.
18. Saldamlı İ. 2005. *Gıda Kimyası*. Hacettepe üniversitesi Yayınları, Ankara, 106 p.
19. Chen X, Jie Y, Zhang Z, Lu C. 2011. Study on structure and thermal stability properties of cellulose fibers from rice. *Starch Carbohydr Polym*, 85, 245-50.
20. Kırıcı H, Ateş S, Akgül M. 2001. Selüloz Türevleri ve Kullanım Yerleri. *Fen Mühendislik Dergisi* 4: 119-30.
21. Nilsson S, Sundelof LO, Porsch B. 1995. On the characterization principles of some technically important water soluble non-ionic cellulose derivatives. *Carbohydr Polym*, 28, 265-75.
22. Espinoza-Herrera N, Pedroza-Islas R, San Martin-Martinez E, Cruz-Orea A, Tomas SA. 2011. Thermal, mechanical and microstructures properties of cellulose derivatives films: a comparative study. *Food Biophys*, 6(1), 106-114.

23. Asghar A, Anjum FM, Butt MS, Tariq MW, Hussain S. 2007. Rheological and storage effect of hydrophillic gums on the quality of frozen dough pizza. *Food Sci Technol Res*, 13, 96-102.
24. Schuh V, Allard K, Herrmann K, Gibis M, Kohlus R, Weiss J. 2013. Impact of carboxymethyl cellulose (CMC) and microcrystalline cellulose (MCC) on functional characteristics of emulsified sausages. *Meat Sci*, 93(2), 240-247.
25. Burdock GA. 2007. Safety assessment of hydroxypropyl methylcellulose as a food ingredient. *Food Chem Toxicol*, 45, 2341-51.
26. Rojas J, Kumar V. 2012. Effect of polymorphic form on the functional properties of cellulose: a comparative study. *Carbohydr Polym*, 87, 2223-30.
27. Manning TS, Gibson GR. 2004. Prebiotics. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, 18, 287-298.
28. Meier RF. 2009. Basics in clinical nutrition: fibre and short chain fatty acids. *Eur J Clin Nutr Metab*, 4, 69-71.
29. Angioloni A, Collar C. 2011. Physicochemical and nutritional properties of reduced-caloric density high-fibre breads. *Lwt-Food Sci Technol*, 44(3), 747-758.
30. Anon 2009. Türkiye'de Kanser Kontrolü. Sağlık Bakanlığı Kanserle Savaş Dairesi Başkanlığı, Ankara.
31. Anon 2011. Türkiye Diyabet Önleme ve Kontrol Programı. Eylem Planı (2011-2014). Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
32. Mckee LH, Latner TA. 2000. Underutilized sources of dietary fiber: a review. *Plant Foods Hum Nutr*, 55, 285-304.
33. Rosell CM, Santos E, Collar C. 2009. Physico-chemical properties of commercial fibres from different sources: a comparative approach. *Food Res Int*, 42, 176-84.
34. Mann JI, Cummings JH. 2009. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 19, 226-29.
35. Gupta S, Abu-Ghannam N. 2012. Probiotic fermentation of plant based products: possibilities and opportunities. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 52, 183-99.
36. Kaczmarczyk mm, miller mj, freund gg. 2012. The health benefits of dietary fiber: beyond the usual suspects of type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease and colon cancer. *Metab Clin Exp*, 61, 1058-66.
37. Paturi G, Butts CA, Monro JA, Hedderley D, Stoklosinski H, Roy NC, Ansell J. 2012. Evaluation of gastrointestinal transit in rats fed dietary fibres differing in their susceptibility to large intestine fermentation. *J Funct Foods*, 4, 107-15.
38. Satchithanandam S, Klurfeld DM, Calvert RJ, Cassidy MM. 1996. Effects of dietary fibers on gastrointestinal mucin in rats. *Nutr Res*, 16, 1163-77.
39. Alm L. 2009. Probiotics and Human Health *Akademik Gıda* 7 (5): 6-25.
40. Elleuch, M., Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: a review. *Food Chem*, 124(2), 411-421.
41. Mongeau R, Brassard R, Malcolm S, Shah BG. 1991. Effect of dietary cereal brans on body-weight and blood-lipids in a long-term rat experiment. *Cereal Chem*, 68, 448-53.
42. Uskokovic V. 2008. Composites comprising cholesterol and carboxymethyl cellulose. *Colloid Surface Biointerface*, 61, 250-61.
43. Sudha ML, Rajeswari G, Rao GV. 2012. Effect of wheat and oat brans on the dough rheological and quality characteristics of instant vermicelli. *J Texture Stud*, 43, 195-202.
44. Basman A, Koksel H. 1999. Properties And Composition Of Turkish Flat Bread (Bazlama) Supplemented With Barley Flour and Wheat Bran. *Cereal Chem*, 76, 506-11.
45. Majzoobi M, Farahnaky A, Ostovan R. 2007. Effects of microcrystalline cellulose and hydroxypropylmethyl cellulose on the properties of dough and flat bread. *Iran Agric Res*, 25(1), 87-98.
46. Turowski M, Deshmukh B, Harfmann R, Conklin J, Lynch S. 2007. A method for determination of soluble dietary fiber in methylcellulose and hydroxypropyl methylcellulose food gums. *J Food Compos Anal*, 20(5), 420-429.

47. Onyango C, Unbehend G, Lindhauer MG. 2009. Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep-recovery and crumb properties of gluten-free bread prepared from sorghum and gelatinised cassava starch. *Food Res Int*, 42(8), 949-955.
48. Mohammadi M, Sadeghnia N, Azizi MH, Neyestani TR, Mortazavian AM. 2013. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC. *J Ind Eng Chem*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiec.2013.08.035>
49. Mariotti M, Pagani MA, Lucisano M. 2013. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. *Food Hydrocoll*, 30(1), 393-400.
50. Toufeili I, Dagher S, Shadarevian S, Noureddine A, Sarakbi M, Farran MT. 1994. Formulation of gluten-free pocket-type flat breads - optimization of methylcellulose, gum-arabic, and egg-albumin levels by response-surface methodology. *Cereal Chem*, 6, 594-601.
51. Rimac-Brncic S, Lelas V, Rade D, Simundic B. 2004. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. *J Food Eng*, 64(2), 237-241.
52. Salvador A, Hough G, Fiszman SM. 2005. Acceptability of batter-coated squid rings prepared without industrial pre-frying. *Eur Food Res Technol*, 221(1-2), 36-40.
53. Sudha ML, Vetrmani R, Leelavathi K. 2007. Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chem*, 100(4), 1365-1370.
54. Chillo S, Laverse J, Falcone PM, Protopapa A, Del Nobile MA. 2008. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *J Cereal Sci*, 47(2), 144-152.
55. Barros F, Alviola JN, Rooney LW. 2010. Comparison of quality of refined and whole wheat tortillas. *J Cereal Sci*, 51(1), 50-56.
56. Foschia M, Peressini D, Sensidoni A, Brennan CS. 2013. The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *J Cereal Sci*, 58(2), 216-227.