



Gamların Prebiyotik Özellikleri

The Prebiotic Properties of Gums

Mervenur KANDİL¹, Lütfiye YILMAZ-ERSAN², Tülay ÖZCAN³, Arzu AKPINAR-BAYİZİT⁴

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Böl.

² Doç. Dr. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Böl.

³ Doç. Dr. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Böl.

⁴ Doç. Dr. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Böl.

Özet

Gamlar, bitkisel ve hayvansal kaynaklardan, polisakkaritlerin kimyasal modifikasyonlarından ya da mikrobiyal fermentasyon ile elde edilen kompleks polisakkaritler olarak tanımlanmaktadır. Yüksek nem tutma özelliklerinden dolayı hidrofilik kolloidler ya da hidrokolloidler olarak da bilinen gamlar, gıda endüstrisinde kıvam arttırıcı, emülgatör, su bağlayıcı ve jelleştirme ajanı olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Gıdaların fonksiyonel ve yapısal özelliklerine katkıda bulunmanın yanı sıra, kardiyovasküler hastalık ve diyabet riskini azaltmak gibi sağlık üzerinde yararlı etkilere de sahiptir. Son yıllarda, insanlarda sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilmediğinden ve kolonda probiyotik bakteriler gibi bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edildiğinden gamlar üzerine yapılan birçok çalışma prebiyotik etkileri üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu derlemenin amacı gıda endüstrisinde kullanılan gamların prebiyotik etkilerini özetlemektir.

Anahtar Kelime: Gam, Prebiyotik Özellikler, Probiyotik Bakteri

Abstract

Gums are defined as complex polysaccharides obtained from plant and animal sources, chemical modifications of polysaccharides or microbial fermentation. Because of their high moisture retention also known as hydrophilic colloids or hydrocolloids. Gums are widely used as thickeners, emulsifiers, water-binders and jelling agents in the food industry. In addition to contributing to the functional and textural properties of foods, they have beneficial effects on health such as lowering the risk of cardiovascular disease and diabetes. In recently, as they are non-hydrolyzed by intestinal enzymes in humans and fermented by gut microbiota like probiotic bacteria in colon, many studies on gums have focused on their prebiotic effect. The objective of this review is to summarize the prebiotic effects of gums used in the food industry.

Keywords: Gums, Prebiotic Properties, Probiotic Bacteria

1.Giriş

Gamlar, “bitki tohumlarının endospermi, deniz yosunları, bakteriler, tohum ve ağaç sızıntıları gibi bitkisel ve hayvansal kaynaklardan, polisakkaritlerin kimyasal modifikasyonlarıyla ya da mikrobiyal fermentasyonla elde edilen kompleks polisakkaritler” olarak tanımlanmakta olup, kıvam arttırıcı ve/veya jelleştirici bir etki vermek için suda dağılabilen veya çözünebilen polimerik maddelerdir. Gamlar, kimyasal olarak karbonhidratlarla ilişkili olmakla beraber selüloz, nişasta, şeker, asit, karbon, hidrojen ve oksijen tuzlarından oluşmakta, ayrıca kalsiyum, magnezyum, potasyum ve bazen azot da içermektedirler (Phillips ve Williams 2000, Imeson 2010, Wüstenberg 2014).

Kolloid yapıda olan gamlar, nem tutucu ve hidrofilik özellikleri yüksek olduğundan hidrofilik kolloidler veya hidrokolloidler olarak da bilinmektedirler. Hidrokolloid terimi; bitkilerden, deniz yosunundan ya da mikrobiyal kaynaklardan ekstrakte edilmiş, bitki eksüdatlarından alınmış ve selüloz ya da nişastadan, kimyasal veya enzimatik uygulamalar ile elde edilen modifiye biyopolimerler gibi çoğu polisakkariti kapsamaktadır.

Gamlar ekstrakte edildiği kaynak, kimyasal yapısı ve fiziksel karakteristiklerine bağlı olarak; a)deniz yosunu ekstraktları, b)bitki ekstraktları (ağaç sızıntıları), c)çekirdek ekstraktları ve d)mikrobiyal fermentasyon gamları şeklinde sınıflandırılmaktadır (Şekil 1.) (Özcan-Yılsay ve ark. 2001, Ward ve Andon 1993, Dickinson 2003, Wüsten berg 2014).

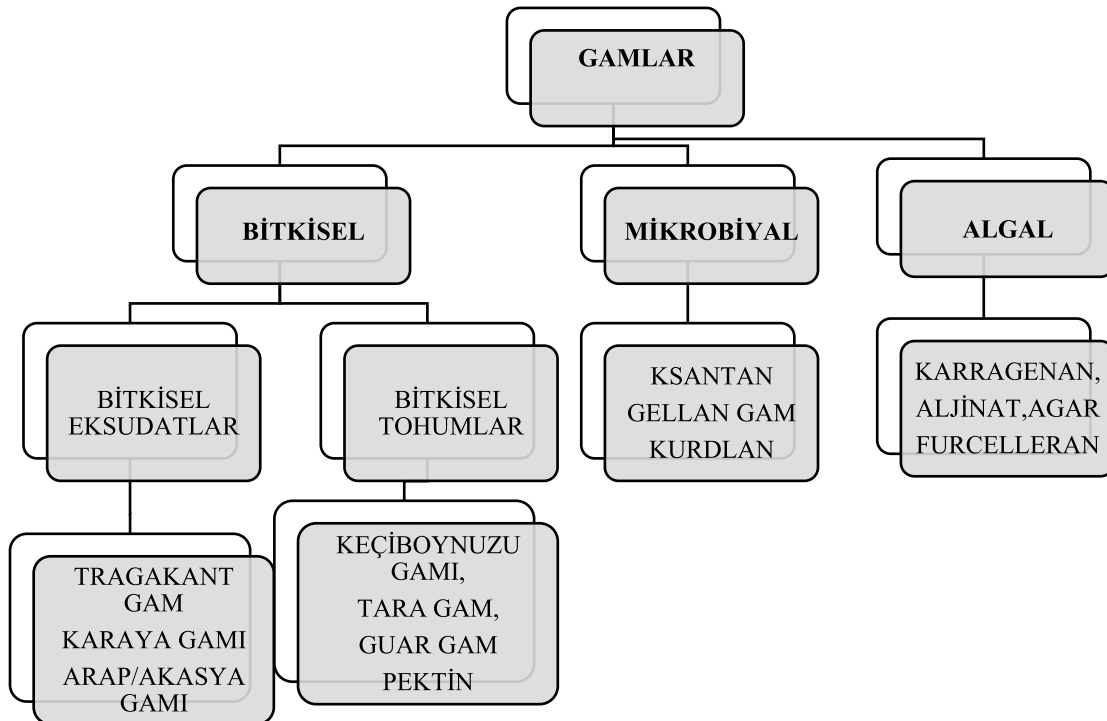
2.Gamların fonksiyonel özellikleri

Gamlar suda hem dağılılabilmek (dispersiyon) hem de çözünme özelliğine sahip, düşük konsantrasyonlarda bile yüksek viskoziteli solüsyonlar veren polimerik maddelerdir. Gamlar, genellikle gıda yapısını iyileştirmek, nişasta retrogradasyonunu yavaşlatmak, nem kaybını azaltmak, ürünün kalitesini geliştirmek amacıyla kıvam arttırıcı, emülsifiye edici, kayganlaştırıcı ve stabilizatör olarak gıda endüstrisinde güvenilir kabul edilen GRAS (Generally Regarded As Safe) statüsünde yer almakta ve Kodeks Alimentarius Komisyonu tarafından verilen E-kodları ile sınıflandırılmaktadır (Çizelge 1) (Burey ve ark. 2008, Milani ve Melaki 2012, Anonim 2013).

Gamlar gıdaların fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine katkıda bulunmanın yanı sıra i) LDL-kolesterol, toplam kolesterol ve glikoz oranını azaltarak kardiyovasküler hastalık ve diyabet riskini düşürme (Knopp ve ark. 1999, Moosa 2006, Al-Ghazzewi ve ark. 2007, Masood ve ark. 2007, Shahzadi ve ark. 2007, Kaur ve ark. 2009, Phillips ve Phillips 2011, Roberts 2011), ii) serumdaki üre azotunu önemli derecede azaltma (Bliss ve ark. 1996) gibi sağlık üzerine olumlu etkiler de göstermektedir.

Gamlar, diyet lifinin sindirilemez kısmı olarak kabul edilmekle birlikte, gamlarda bulunan polisakaritlerin çoğu mikroorganizmalarla parçalanabilmekte, fakat insan bağırsağında uygun enzimlerin bulunmaması nedeniyle insan bağırsağı tarafından sindirilememektedir. Son yıllarda sindirime uğramadan kalınbağırsağa kadar ulaşabilen gamların prebiyotik potansiyeli üzerine yapılan çalışmalarda artış gözlenmekte olup, modern terapötik-mikrobiyal flora odaklı stratejiler, tehlikeli ya da patojenik bakteri türlerinin miktarını azaltmak ve konakçı üzerinde olumlu etki yapan mikroorganizmaların büyümesini teşvik etmek için yöntemler geliştirmeyi hedeflemektedir. Bu yöntemlerden birisi de organizmadaki biyolojik kontrolü gerçekleştiren, normal floranın iyileşmesini desteklemek için düzenleyici ve destekleyici özelliklere sahip intestinal temelli mikroorganizmalar olan prebiyotik mikroorganizmaların kullanılmasıdır.

Konakçının doğal bağırsak florasını olumlu yönde değiştirerek insan sağlığı üzerinde yararlı etkileri olan canlı mikrobiyal gıda kaynakları olarak tanımlanan prebiyotik mikroorganizmalar Çizelge 2’de gösterilmektedir. Ancak bu yararlı bakteriler, öncelikle midedeki asidik ve ince bağırsaktaki alkali ortam nedeniyle ve sonrasında kalın bağırsaktaki flora ile rekabet edemediklerinden kalın bağırsağa kadar ulaşım burada kolonize olamamaktadırlar. Bu nedenle, bağırsakta prebiyotikler tarafından sağlanan olumlu mikrobiyal denge, bakterilerin dışarıdan girişini belirli ölçüde sınırlayan geçici bir özellik sağlamakta ve prebiyotikler belirli koşullar altında istenmeyen etkilere neden olabilmektedir. Söz konusu olumsuzlukların giderilmesi ve olumlu etkinin artırılması, kalın bağırsakta bir ya da sınırlı sayıda yerleşik flora türünün büyümesini ve aktivitesini seçici olarak uyaran prebiyotiklerin kullanılması gereğini ön plana çıkarmaktadır (Jan 2002, Salminen 2002, Parvez 2006, Yılmaz-Ersan ve ark. 2016a).



Şekil 1. Gamların elde edildiği kaynaklara göre sınıflandırılması (Hollingworth 2010, Imeson 2010, Wüstenberg 2014).

Çizelge 1. Gıda endüstrisinde kullanılan gamların özellikleri

GAMIN ADI	E KODU	KAYNAĞI	KİMYASAL BİLEŞİMİ	FONKSİYONEL ÖZELLİKLER	KULLANILDIĞI GIDALAR
ALJİNAT	E 400	Kahverengi Yosun özütü / aljinik asit türevleri	Mannuronik ve gluronik asit zincirleri	Stabilize edici, emülsifiye edici, film oluşturuç, jelleştirici, yağ ikame edici	*Fırıncılık ürünleri, *Süt ürünleri, *Jöle ve puding üretimi, *Dondurulmuş gıdalar, *Yağı azaltılmış margarin benzeri ürünler *Reçel, marmelat, jöle *Krema ve toz krema *Aromalandırılmamış pastörize krema (yağı azaltılmış kremalar hariç)
AGAR	E 406	Kırmızı alglerin hücre duvarı (<i>Rhodophyceae</i>) <i>Gelidium</i> , <i>Gracilaria</i> ve <i>Pterocladia</i> türleri	Galaktoz ve anhidrogalaktoz, düşük sülfat içeriği	Doku stabilizörü, inceltici madde	*Şekerlemeler ve tatlılar *Aromalandırılmamış, fermantasyonu devam eden krema ürünleri ve % 20'den az yağ içeren ikame ürünler *Reçel, marmelat, jöle
KARRAGENAN	E 407	<i>Rhodophyceae</i> sınıfına dahil <i>Gigartinales</i> ve <i>Solieriales</i> gibi kırmızı deniz yosunları	Anhidrogalaktoz birimleri ve değişen oranlarda sülfat grupları	Jelleştirici, kalınlaştırıcı ve sinerezisi kontrol edici, emülsiyonu stabilize edici	*Süt ürünleri, *Fırıncılık ürünleri, *Et ve balık ürünleri, *Jöle, tatlı ve meyveli ürünler, *Salata sosları *Krema ve toz krema *Aromalandırılmamış pastörize krema (yağı azaltılmış kremalar hariç) *Aromalandırılmamış, fermantasyonu devam eden krema ürünleri ve % 20'den az yağ içeren ikame ürünler *Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, *Reçel, marmelat, jöle *Bebek devam formülleri Sıvı formdaki sofralık tatlandırıcılar
KEÇİBOYNUZU GAMI	E 410	Tohum endosperminin ekstraktları (<i>Leguminosae</i>)	Mannoz ve galaktoz	Kıvam arttırıcı, jelleştirici ve su bağlayıcı	*Sosis, salam ve süt ürünleri *Aromalandırılmamış, fermantasyonu devam eden krema ürünleri ve %20'den az yağ içeren ikame ürünler *Reçel, marmelat, jöle *Sıvı formdaki sofralık tatlandırıcılar *Bebek devam formülleri
GUAR GAM	E 412	Guar bitkisinin (<i>Cyamopsis tetragonolobus</i> , <i>Leguminosae</i> familyası) tohumları	Mannoz ve galaktoz	Kalınlaştırıcı, stabilizatör	*Süt ürünleri, sos ve çeşni *Aromalandırılmamış, fermantasyonu devam eden krema ürünleri ve % 20'den az yağ içeren ikame ürünler *Reçel,marmelat,jöle *Sıvı formdaki sofralık tatlandırıcılar *Bebek devam formülleri
TRAGAKANT GAM	E 413	<i>Astragalus</i> cinsi baklagilden elde edilen bir eksuda	Galaktoz, ksiloz, früktoz ve arabinoz	Koyulaştırıcı, stabilizatör, su bağlayıcı	*Şekerlemeler, Dondurma, Krema *Sıvı formdaki sofralık tatlandırıcılar
ARAP GAMI AKASYA GAMI	E 414	<i>Acacia Senegal</i> ağacının bitki özsuyu	Galaktoz, arabinoz, glukuronik asit ve ramnoz	Emülsifiye edici stabilizör, kalınlaştırıcı, tatlandırıcı, parlaticı	*Şekerlemeler, Fırıncılık ürünleri *Çikolata ürünleri *Sıvı formdaki sofralık tatlandırıcılar *Şarap,üzüm şırası
KSANTAN GAM	E 415	<i>Xanthomonas campestris</i> mikroorganizmalarından üretilen selüloz derivatı	Glukoz, mannoz ve glukuronik asit	Emülsiyon edici, kalınlaştırıcı ajan	*Fırıncılık, pasta ürünleri *Aromalandırılmamış, fermantasyonu devam eden krema ürünleri ve %20'den az yağ içeren ikame ürünler *Reçel,marmelat,jöle *Sıvı formdaki sofralık tatlandırıcılar
TARA GAM	E 417	<i>Caesalpinia spinosa</i> tohumlarının endospermi	Mannapiranoz ve galaktopiranoz	Stabilizör	*Dondurulmuş tatlılar, *Krem peynir ve fermente süt ürünleri
GELLAN GAM	E 418	<i>Pseudomonas elodea</i> mikrobunun saf kültürü	Gulukuronik asit, ramnoz glukoz	Jelleştirici ajan	*Şekerleme, *Soslar, tart ve pudingler, *Ekmek dolguları ve süt ürünleri
CURDLAN GAM	E 424	<i>Agrobacterium radiobacter</i> 'in patojenik ve toksijenik olmayan suşu	Glukoz birimleri	Jelleştirme ajanı, kalınlaştırıcı ve bağlayıcı	*Tatlı ve şekerlemeler
KONJAC	E 425	<i>Amorphophalus konjac</i> ' in yumruları	Mannan galaktoz oranı 6:1 olan lukoil ve mannoz	Kalınlaştırıcı	*Erişte, * Jöle üretiminde
PEKTİN	E 440	Meyve özü	Galakturonik asit ve ramnoz molekülleri	Jelleştirme, kıvam verme, emülsifiye etme ve stabilite sağlama	*Aromalandırılmamış, fermantasyonu devam eden krema ürünleri ve %20'den az yağ içeren ikame ürünler *Sadece elma kompostosu dışındaki meyve kompostoları *Reçel, marmelat, jöle *Sıvı formdaki sofralık tatlandırıcılar *Bebek devam formülleri *Ek gıda *Meyve sebze suyu ve nektarları

Çizelge 2. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar

<p><i>Lactobacillus</i> Türleri</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Lactobacillus bulgaricus</i> •<i>Lactobacillus delbrueckii</i> •<i>Lactobacillus lactis</i> •<i>Lactobacillus acidophilus</i> •<i>Lactobacillus reuteri</i> •<i>Lactobacillus brevis</i> •<i>Lactobacillus casei</i> •<i>Lactobacillus curvatus</i> •<i>Lactobacillus fermentum</i> •<i>Lactobacillus plantarum</i> •<i>Lactobacillus rhamnosus</i> •<i>Lactobacillus helveticus</i> •<i>Lactobacillus salivarius</i> 	<p><i>Bifidobacterium</i> Türleri</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Bifidobacterium adolescentis</i> •<i>Bifidobacterium bifidum</i> •<i>Bifidobacterium breve</i> •<i>Bifidobacterium infantis</i> •<i>Bifidobacterium longum</i> •<i>Bifidobacterium thermophilum</i> 	<p><i>Bacillus</i> Türleri</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Bacillus subtilis</i> •<i>Bacillus pumilus</i> •<i>Bacillus lentus</i> •<i>Bacillus licheniformis</i> •<i>Bacillus coagulans</i>
<p><i>Streptococcus</i> Türleri</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Streptococcus cremoris</i> •<i>Streptococcus thermophilus</i> •<i>Streptococcus intermedius</i> •<i>Streptococcus lactis</i> •<i>Streptococcus diacetilactis</i> 	<p><i>Bacteriodes</i> Türleri</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Bacteriodes capillus</i> •<i>Bacteriodes suis</i> •<i>Bacteriodes ruminicola</i> •<i>Bacteriodes amylophilus</i> 	<p><i>Enterococcus</i> Türleri</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Enterococcus faecalis</i> •<i>Enterococcus faecium</i>
<p><i>Propionibacterium</i> Türleri</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Propionibacterium shermanii</i> •<i>Propionibacterium freudenreichii</i> 	<p>Küfler</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Aspergillus niger</i> •<i>Aspergillus oryzae</i> 	<p>Mayalar</p> <ul style="list-style-type: none"> •<i>Saccharomyces cerevisiae</i> •<i>Saccharomyces boulardii</i> •<i>Candida torulopsis</i>

Probiyotikler, mikroorganizmaların saf kültürlerini geliştirmek ve fonksiyonel gıdalar üretmek için gıda endüstrisinde, genç hayvanların canlılığını ve üretkenliğini arttırmak için veteriner uygulamalarında, birçok hastalığın tedavisinde düzensiz bağırsak florasını olumlu yönde iyileştirmek ve bir organizmanın adaptasyon potansiyelini artırmak için metabolik ajan olarak kullanılmaktadır. Fruktooligosakkaritler ve galaktooligosakkaritler sağlık üzerine olumlu etkisi olana ticari probiyotikler olarak kullanılmakla birlikte probiyotik maddelerin spektrumu, bunlarla sınırlı değildir, çünkü monosakkaritler, alkoller, enzimler, peptidler, doymamış yağ asitleri, amino asitler, organik asitler, bitki ve mikrobiyal ekstraktlar ve polisakkaritler gibi kimyasal yapıları içeren birçok bileşiğin probiyotik özelliklere sahip olduğu in vitro ve in vivo çalışmalarla doğrulanmaktadır. Gamlar yüksek miktarda su tutma yeteneğine sahip olduklarından probiyotiklerin stabilitesini ve aktivitesini arttırabilmektedirler. Gamların çoğu parçalanmadığı ve sindirilemediği için bakteriyel gelişmeyi destekleyici özellik göstermekte bu nedenle de probiyotik etkiye sahip olabileceği bildirilmektedir (Gibson ve Roberfroid 2008, O'Sullivan ve ark. 2010, Patel ve Goyal 2012).

Okubo ve ark. (1994), hidrolize edilmiş guar gamının insanların intestinal mikroflorasındaki yararlı bakterilerin gelişmesini desteklediğini belirtmiştir.

Crociani ve ark. (1994), akasya gamının *Bifidobacterium longum* ve *B. adolescentis*'in gelişmesini desteklediğini saptamışlardır.

Michel ve ark. (1998), farklı botanik orijine ve biyokimyasal özelliklere sahip iki akasya gamının, intestinal flora tarafından fermentasyon yeteneklerini araştırdıkları çalışmada, her iki gamın da kalın bağırsak mikroflorasını değiştirerek ve kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumunu sağlayarak konakçı sağlığını olumlu yönde etkilediklerini belirlemişlerdir.

Cherbut ve ark. (2003), akasya gamının prebiyotik bir lif olup olmadığını belirlemek ve sağlıklı bireylerde bağırsak toleransını değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, sağlıklı bireylerde 10 gün süresince günde 10 ya da 15 g tüketilmesi sonucu toplam anaerob ve aerob mikroorganizma sayılarının etkilenmemesine rağmen laktik asit üreten bakteri ve bifidobakteri sayılarında artış olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, akasya gamının bağırsak sağlığına fayda sağladığı düşünülen bifidojenik özelliklere sahip, oldukça iyi tolere edilmiş diyet lifi olduğunu belirtmektedirler. Sonuç olarak, bu çalışma gam'ın prebiyotik bir lif olduğunu ve sağlıklı bireylerde laktik asit bakterilerinin ve bifidobakterilerin oranlarını seçici olarak yükseltebildiğini ileri sürmektedir.

Vulevic ve ark. (2004), guar gum, kısmi hidrolize edilmiş guar gum, isomaltooligosakkarit, soyaoligosakkaritleri, fruktooligosakkaritler ve transgalaktoligosakkaritlerin prebiyotik etkilerini incelemiştir. Guar gamın bakterilerin çoğunun gelişmesini desteklediği için kısmi hidrolize olmuş guar gama göre daha yüksek prebiyotik indekse sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca guar gam ve sakkarozun benzer prebiyotik indekse sahip olduğunu saptamışlardır.

Düşük molekül ağırlıklı aljinatların, kolonda bakteriyel toksinlerin miktarını azalttıkları ve Bifidobacterium türlerinin sayısını artırarak kolon mikroflorasını olumlu yönde etkiledikleri saptanmıştır. Polimannuronik asit içeriği yüksek olan aljinatların gastrointestinal sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu ve fonksiyonel gıda katkı maddesi olarak kullanılabilceği belirtilmektedir (Brownlee ve ark. 2005).

Calame ve ark. (2008), arap sakızı (gum arabic)'nin prebiyotik etkinliğini saptamak amacıyla sağlıklı insanların dört hafta süresince günde 5, 10, 20, 40 g miktarlarda bu gamı tüketmelerini sağlamışlardır. Negatif kontrol ile karşılaştırıldığında, tüketimden 4 hafta sonra Bifidobacterium ve laktobasillerin sayıları arap sakızı için belirgin derecede daha yüksek bulunmuş ve optimal dozun da yaklaşık 10 g olduğu saptanmıştır. Araştırmanın sonucunda, arap sakızının inülin kadar iyi prebiyotik etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Amadio ve ark. (2009), gum arabic ve fruktooligosakkaritin birlikte kullanımının fonksiyonel kabızlık tedavisinde olumlu etkisi olduğunu ifade etmektedir.

Alglerden (*Ascophyllum nodosum* ve *Laminaria* spp; kahverengi alg) elde edilen laminaran ve fukoidan gibi polisakkaritlerin domuz yavrularının mikroflorasını ve bağışıklık sisteminin probiyotik özelliğini artırıcı etkiye buldukları saptanmıştır. *Laminaria hyperborea*'dan elde edilen ekstratların kalın bağırsakta laktik asit bakterileri ve Bifidobacterium türlerinin gelişmesini olumlu etkilediğini belirlemişlerdir (Reilly ve ark. 2008, O'Doherty ve ark. 2010, Smith ve ark. 2011).

Maltodekstrin ve pektinle zenginleştirilmiş soya sütünde *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei* ve *B. longum* sayısının 7 log₁₀ CFU/mL düzeyinde olduğu saptanmıştır (Yeo and Liong 2010).

Aureobasidium pullulans tarafından üretilen mikrobiyal kaynaklı hidrokolloid olan pullulan, Bifidobacterium türleri tarafından seçici olarak kullanıldığı için, insanların intestinal sistemini olumlu yönde etkileyerek prebiyotik etki göstermektedir (Chaen 2010).

Zedo gum kullanılarak üretilen prebiyotik yoğurttaki probiyotik bakteri sayısının yararlı etki gösterecek miktarda (106-107 CFU/ml) kaldığı saptanmıştır (Ghasempour ve ark. 2012).

Ramnani ve ark. (2012), agar ve aljinattan elde edilen düşük molekül ağırlıklı polisakkaritlerin in vitro fermentasyonu ve prebiyotik potansiyelini incelemiştir. Gelidium CC2253 deniz yosunundan elde edilen molekül ağırlığı 64.64 olan polisakkarit, Bifidobacterium sayısında önemli bir artış göstermiştir. Elde edilen polisakkaritlerin toplam kısa zincirli yağ asitleri ve özellikle asetik asit ve propiyonik asit miktarında artışa neden olması bağırsak bakterileri tarafından fermente edilebildiğini göstermektedir. Bu nedenle polisakkaritlerin, prebiyotikler için potansiyel bir kaynak olabileceği vurgulanmıştır.

Kahverengi alg olan *Fucus evanescens*'den elde edilen polisakkaritlerin (fukoidan ve aljinik asit) prebiyotik potansiyelinin araştırıldığı bir çalışmada probiyotik olarak ticari *B. longum* B379M ve *B. bifidum* 791B kültürleri kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları, fukoidan, aljinat veya bunların kombinasyonu ile zenginleştirilmiş bir besi ortamında ve bu polisakkaritlerin laktoz yerine kullanıldığı ortamda bifidobakterilerin biyokütle birikimi ve gelişmesinin teşvik edildiği saptanmıştır (Kuznetsova ve ark. 2012).

Raves (2013), arap sakızı (gum arabic) ve *B. animalis* subsp. *lactis* (Bb12)'nin (5 g GA + Bb12) birlikte kullanımının farelerde bakteriyel enfeksiyonların iyileştirilmesinde olumlu sinerjik etkileri olduğunu saptamıştır.

Gavlighi ve ark. (2013a), tragakant gamın enzimatik olarak elde edilen düşük molekül ağırlıklı fraksiyonlarının *B. longum subsp. longum* (DGCC 232), *B. longum subsp. infantis* (DGCC 233), *B. longum subsp. infantis* (DGCC 1497), *B. longum subsp. infantis* (DGCC 2238), *B. lactis* (HN019, DGCC 2013), *B. longum subsp. longum* (BI-05, DGCC 9917) gelişmesini desteklediği saptanmıştır. Bununla birlikte, ksiloz ve fruktoz içeren yüksek molekül ağırlıklı fraksiyonunun *Clostridium perfringens* (ATCC 13124)'in gelişmesini inhibe ettiği belirlenmiştir. Tragakant gamın prebiyotik özellikteki fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesinde yeni bir kaynak olabileceği saptanmıştır.

Astragalus gossypinus'tan elde edilen tragakant gam, *Aspergillus niger* pektinazları (Pectinex BE Color) kullanılarak enzimatik olarak depolimerleştirilmiştir. Enzimatik olarak üretilen üç farklı tragakant gam fraksiyonlarının *B. longum subsp. longum*, *B. longum subsp. infantis*, *Lb. acidophilus*, *B. lactis*, ve bir patojenik tür olan *Cl. perfringens*'in gelişmesi üzerine etkisi incelenmiştir. Arabinoz, galaktoz ve galakturonik asitçe zengin iki fraksiyonun özellikle *B. longum subsp. infantis* türlerinin gelişmesini daha yüksek oranda desteklediği, yüksek oranda ksiloz, fukoze ve 1,4 bağlı galakturonik asit, düşük oranda arabinoz ve galaktoz içeren üçüncü fraksiyonun *Cl. perfringens*'in gelişmesini tamamen inhibe ettiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda tragakant gam'ın, viskozite etkisi yaratmayacak ve doğal fonksiyonel gıda maddeleri olarak kullanılabilecek potansiyel bir prebiyotik karbonhidrat kaynağı olduğu belirtilmiştir (Gavlighi ve ark. 2013b).

Karlton-Senaye ve Ibrahim (2013), bazı gamların *Lb. reuteri*'nin gelişmesi üzerine etkisini inceledikleri bir çalışmada; pektin ve karragenan-maltodekstrin'in mikrobiyal gelişmeyi desteklediği ve fonksiyonel gıdaların terapötik özelliklerini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

Bitkilerden elde edilen ve birçok gıda formülasyonunda yer alan pektinin kalın bağırsak ve kolonda mikroorganizmalar tarafından fermente edilebildiği ve fermantasyon sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitleri ile sağlık üzerine olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir. Aynı zamanda, pektinin mineral absorpsiyonunu geliştirdiği, gastrik boşalma zamanını azalttığı ve anti-diyare etkisi gösterdiği ifade edilmektedir (Wüstenberg 2014).

Akasya gamı, mide ve ince bağırsakta sindirime dirençli olup, gastrointestinal sistemde kolonize olan mikroflora tarafından yavaşça fermente edilmektedir. Yararlı bakterilerin gelişmesini desteklemesi ve fermantasyon sonucu oluşan kısa zincirli yağ asitleri ile prebiyotik etki de göstermektedir (Wüstenberg 2014).

Gamların *Lactobacillus* türlerinin gelişmesi üzerine etkisinin besi ortamında ve süt içerisinde incelendiği bir çalışmada; ksantan gam içeren süt örneklerinde en yüksek sayıda *Lb. rhamnosus* GGB101 ($8.81 \pm 0.01 \log$ CFU/mL) ve *Lb. rhamnosus* GGB103 ($8.32 \pm 0.01 \log$ CFU/mL) içerdiği saptanmıştır. Besi ortamında karragenan ve maltodekstrin karışımının en yüksek sayıda *Lb. reuteri* DSM 20016 ($8.30 \pm 0.23 \log$ CFU/mL) içerdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar, karragenan-maltodekstrin karışımı, ksantan ve karragenanın *Lactobacillus* türlerini destekleyen fonksiyonel katkı maddeleri olabileceğini saptamışlardır (Karlton-Senaye ve ark. 2015a).

Buzdolabında depolama süresince sütteki *Lactobacillus* türlerinin (*Lb. reuteri* DSM20016, *Lb. reuteri* SD2112, *Lb. rhamnosus* GG B101 ve *Lb. rhamnosus* GG B103) canlılığı ve β -galaktozidaz aktivitesi üzerine gamların (karragenan, maltodekstrin, pektin, guar gam, lokust bean gam) etkisinin incelendiği bir çalışmada; en yüksek *Lb. rhamnosus* GGB103 sayısının karragenan-maltodekstrin içeren örnekte, en yüksek β -galaktosidaz aktivitesinin guar-lokust bean-karragenan içeren örnekteki *Lb. rhamnosus* GGB101'e ait olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, süte gamların ilavesinin *Lactobacillus* türlerinin canlılığı ve β -galaktozidaz aktivitesini geliştirdiğini belirtmişlerdir (Karlton-Senaye ve ark. 2015b).

Niamah ve ark. (2016), gum arabik ilaveli yoğurtların depolanması süresince fiziksel, kimyasal özelliklerini ve probiyotik bakterilerin (*Lb. acidophilus*, *B. bifidum* ve *Streptococcus thermophilus*) canlılığını incelemişlerdir. Gum arabik ilavesinin, üretimden sonra yoğurtların içerdiği probiyotik bakteri sayısını arttırdığını saptamışlardır.

Glukoz yerine karragenan, keçiyoynuzu gamı ve ksantan gam içeren besi ortamında *B. longum subsp. longum*'un gelişmesinin incelendiği bir çalışmada, 48 saatlik inkübasyon süresince kullanılan gamların bu bakterinin gelişmesi ve asitlik oluşturma aktivitesi üzerine olumlu etkide bulunduğu saptanmıştır (Yılmaz-Ersan ve ark. 2016b).

Guar gam, gum arabik ve tara gam'ın, hem besi ortamında (Trypton pepton maya ekstrakt) hem de rekonstitüe sütte *B. animalis subsp. lactis*'in gelişmesi ve asitlik aktivitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (Yılmaz-Ersan ve ark. 2016c), 24 saatlik inkübasyonun başlangıcında ve sonunda yapılan mikrobiyoloji analiz sonuçlarına göre, bakterinin belirtilen gamları, glukoz ve inulin kadar iyi fermente edebildiği belirlenmiştir.

3. Sonuç

Günümüzde, gamlar gıda endüstrisinde kıvam arttırıcı, jelleştirici, stabilizatör gibi fonksiyonel özellikleri nedeni ile çok fazla kullanılmaktadır. Gamların sağlık üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalar, bu bileşenlerin terapötik gıda formülasyonlarında da kullanılabilceğini göstermektedir. Terapötik gıda katkıları içerisinde yer alan probiyotik mikroorganizmalar ve bu mikroorganizmaların gelişmesini teşvik eden prebiyotik bileşenler, birçok hastalığın önlenmesi ve tedavisinde olumlu sonuç vermektedir. Son yıllarda, gamlar üzerine yapılan çalışmalar biyoaktivite gösterebilen fonksiyonel bir prebiyotik kaynağı olabileceği konusunda olumlu sonuçlar sağlamaktadır. Bu nedenle, gamların prebiyotik etkisinin saptanacağı in vitro ve in vivo çalışmaların yapılması, bu gıda katkı maddelerinin kullanım yelpazesini genişleteceği ve hali hazırda kullanılan ürünlerin fonksiyonel değerini arttıracacağı düşünülmektedir.

4. Kaynaklar

- Al-Ghazzewi, F.H., Khanna, S., Tester, R.F. ve Piggott, J., 2007. The potential use of hydrolysed konjac glucomannan as a prebiotic. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(9), 1758-1766.
- Amadio, L., Stocco, E. ve Dodi, G., 2009. The prebiotic effects of a new mixture of soluble fermentable fibres in the treatment of chronic constipation. *Pelviperrineology*, 28: 55-58.
- Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi: 30.06.2013.
- Bliss, D.Z., Stein, T.P., Schleifer, C.R. ve Settle, R.G., 1996. Supplementation with gum arabic fiber increases fecal nitrogen excretion and lowers serum urea nitrogen concentration in chronic renal failure patients consuming a lowprotein diet. *American Journal of Clinical Nutrition*, 63: 392-398.
- Brownlee, I.A., Allen, A., Pearson, J. P., Dettmar, P.W., Havler, M.E., Atherton, M.R. ve Onsoyen, E., 2005. Alginate as a source of dietary fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45: 497-510.
- Burey, P., Bhandari, B.R., Howes, T. ve Gidley, M.J., 2008. Hydrocolloid gel particles: formation, characterization, and application. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48: 361-377.
- Calame, W., Weseler, A.R., Viebke, C., Flynn, C. ve Siemensma, A.D., 2008. Gum arabic establishes prebiotic functionality in healthy human volunteers in a dose-dependent manner. *British Journal of Nutrition*, 100: 1269-1275.
- Chaen, H., 2010. Pullulan. In: *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*, Blackwell Publishing Ltd. Ed: Imeson, A, pp. 266-273.
- Cherbut, C., Michel, C., Raison, V., Kravtchenko, T. ve Severine, M., 2003. Acacia Gum is a Bifidogenic Dietary Fibre with High Digestive Tolerance in Healthy Humans. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 15: 43-50.
- Crociani, F., Alessandrini, A., Mucci, M.M. ve Biavati, B., 1994. Degradation of complex carbohydrates by *Bifidobacterium* spp. *International Journal of Food Microbiology*, 24: 199-210.
- Dickinson, E., 2003. Hydrocolloids as interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food hydrocolloids*, 17(1): 25-39.
- Gavligi, H.A., Michalak, M., Meyer, A.S. ve Mikkelsen, J.D., 2013a. Enzymatic DE polymerization of gum tragacanth: bifidogenic potential of low molecular weight oligosaccharides. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 61: 1272-1278.
- Gavligi, H.A., Meyer, A.S. ve Mikkelsen, J.D., 2013b. Tragacanth gum: functionality and prebiotic potential. *Agro FOOD Industry Hi Technology*, 24 (2): 46-48.
- Ghasempour, Z., Alizadeh, M. ve Bari, M.R., 2012. Optimization of probiotic yoghurt production containing zedo gum. *International Journal of Dairy Technology*, 65(1): 118-125.
- Gibson, G.R. ve Roberfroid, M.B., 2008. *Handbook of Prebiotics*, Boca Raton: Taylor and Francis Group.
- Hollingworth, C.S., 2010. *Food Hydrocolloids: Characteristics, Properties and Structures*. Nova Science Publishers, New York.
- Imeson, A., 2010. *Food Stabilizers, Thickeners and Gelling Agents*, Wiley-Blackwell, Oxford.
- Jan, G., Leverrier, P., Proudly, I. ve Roland, N., 2002. Survival and beneficial effects of propionic bacteria in the human gut: in vivo and in vitro investigations. *Lait*, 82: 131-144.
- Karlton-Senaye, B.D. ve Ibrahim, S.A., 2013. Impact of gums on the growth of probiotic microorganisms. *Proceedings of the 2013 National Conference on Advances in Environmental Science and Technology*, Springer International Publishing, Switzerland.

Karlton-Senaye, B.D., Williams, L. ve Ibrahim, S.A., 2015a. Comparing the effect of gums on the growth of lactobacillus species in laboratory medium and fluid milk. *Journal of Nutritional Health & Food Engineering*, 2(3): 00054.

Karlton-Senaye, B.D., Tahergorabi, R., Giddings, V.L. ve Ibrahim, S.A., 2015b. Effect of gums on viability and b-galactosidase activity of *Lactobacillus* spp. in milk drink during refrigerated storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 50: 32-40.

Kaur, L., Singh, J. ve Singh, H., 2009. Characterization of gum ghatti (*Anogeissus latifolia*): a structural and rheological approach. *Journal of Food Science*, 74(6): 328-332.

Knopp, R.H., Superko, H.R., Davidson, M., Insull, W., Dujovne, C.A., Kwiterovich, P.O. ve Edelman, D.A., 1999. Long-term blood cholesterol-lowering effects of a dietary fiber supplement. *American Journal of Preventive Medicine*, 17(1): 18-23.

Kuznetsova, T.A., Zaporozhets, T.S. ve Makarenkova, I.D., 2012. The prebiotic potential of polysaccharides from the brown alga *Fucus evanescens* and significance for the clinical use. *Tikhookeanskii Medical Journal*, 1: 37-40.

Masood Sadiq, B., Naureen, S., Mian Kamran, S. ve Muhammad, N., 2007. Guar Gum: a miracle therapy for hypercholesterolemia, hyperglycemia and obesity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(4): 389.

Michel, C., Kravtchenko, T.P., David, A., Gueneau, S., Kozlowski, F. ve Cherbut, C., 1998. In vitro prebiotic effects of acacia gums onto the human intestinal microbiota depends on both botanical origin and environmental pH. *Anaerobe*, 4: 257-266.

Milani, J. ve Maleki, G., 2012. Hydrocolloids in Food Industry. In: *Food Industrial Processes –Methods and Equipment*, Valdez, B., Intech, pp. 17-38.

Moosa, A.S.M., Rashid, M.U., Asadi, A.Z.S., Ara, N., Uddin, M.M. ve Ferdaus, A., 2006. Hypolipidemic effects of fenugreek seed powder. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 1: 64-67.

Niamah, A.K., Al-Sahlany, G.S.T. ve Al-Manhel, A.J., 2016. Gum arabic uses as prebiotic in yogurt production and study effects on physical, chemical properties and survivability of probiotic bacteria during cold storage. *World Applied Sciences Journal*, 34(9): 1190-1196.

O'Doherty, J.V., Dillon, S. ve Figat, S., 2010. The effects of lactose inclusion and seaweed extract derived from *Laminaria* spp. on performance, digestibility of diet components and microbial populations in newly weaned pigs. *Animal Feed Science & Technology*, 157: 173-180.

Okubo, T., Ishihara, N., Takahashi, H., Fujisawa, T., Kim, M.J. ve Mitsuoka, T., 1994. Effects of partially hydrolyzed guar gum intake on human intestinal microflora and its metabolism. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 58: 1364-1369.

O'Sullivan, L., Murphy, B. ve McLoughlin, P., 2010. Prebiotics from marine macroalgae for human and animal health applications. *Marine Drugs*, 8, 2038-2064

Özcan-Yılsay, T., Akpınar-Bayizit, A. ve Yılmaz, L., 2001. Alglerden elde edilen ve gıda sanayiinde kullanılan stabilize edici maddeler ve fonksiyonları. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1): 233-240.

Parvez, S., Malik, K.A., Ah Kang, S. ve Kim, H.Y., 2006. Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of Applied Microbiology*, 100: 1171-1185.

Patel, S. ve Goyal, A., 2012. The current trends and future perspectives of prebiotics research: A review, *Biotechnology*, 2(2): 115-125.

Phillips, G.O. ve Williams, P.A., 2000. *Handbook of Hydrocolloids*. CRC Press, ISBN-978 1 84569 414 2, Boca Raton, Florida.

Phillips, A.O. ve Phillips, G.O., 2011. Biofunctional behaviour and health benefits of a specific gum arabic. *Food Hydrocolloids*, 25(2): 165-169.

Ramnani, P., Chitarrari, R., Tuohy, K., Grant, J., Hotchkiss, S., Philp, K., Campbell, R., Gill, C. ve Rowland, I., 2012. In vitro fermentation and prebiotic potential of novel low molecular weight polysaccharides derived from agar and alginate seaweeds. *Anaerobe*, 18: 1-6.

Rayes, A.A.H., 2013. Comparative studies between gum arabic recognized as a natural prebiotic and *Bifidobacterium* as probiotic as potential cure for experimental bacterial infection in mice. *World Rural Observation*, 5(4): 128-135.

- Reilly, P., O'Doherty, J.V. ve Pierce, K.M., 2008. The effects of seaweed extract inclusion on gut morphology, selected intestinal microbiota, nutrient digestibility, volatile fatty acid concentrations and the immune status of the weaned pig. *Animal*, 2: 1465-1473.
- Roberts, K.T., 2011. The physiological and rheological effects of foods supplemented with guar gum. *Food Research International*, 44(5): 1109-1114.
- Salminen, S., Ouwehve, A.C. ve Isolauri, E., 2002. Probiotics: an overview of beneficial effects. *Antonie van Leeuwenhoek*, 82: 279-289.
- Shahzadi, N., Butt, M.S., Sharif, M.K. ve Nasir, M., 2007. Effect of guar gum on the serum lipid profile of sprague dawley rats. *LWT - Food Science and Technology*, 40(7): 1198-1205.
- Smith, A.G., O'Doherty, J.V. ve Reilly, P., 2011. The effects of laminarin derived from *Laminaria digitata* on measurements of gut health: selected bacterial populations, intestinal fermentation, mucin gene expression and cytokine gene expression in the pigs. *British Journal Nutrition*, 105: 669-677.
- Vulevic, J., Rastall, R.A. ve Gibson, G.R., 2004. Developing a quantitative approach for determining the in vitro prebiotic potential of dietary oligosaccharides. *FEMS Microbiology Letters*, 236: 153-159.
- Ward, F.M. ve Andon, S.A., 1993. Water-soluble gums used in snack foods and cereal products. *Cereal Foods World*, 38: 748-752.
- Wüstenberg, T., 2014. General Overview of Food Hydrocolloids. In: *Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry: Fundamentals and Applications*, Ed: Wüstenberg, T., Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, pp. 1-68.
- Yeo, S.K. ve Liong, M.T., 2010. Effect of prebiotics on viability and growth characteristics of probiotics in soymilk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(2): 267-275.
- Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A. ve Delikanlı, B., 2016a. Bifidojenik faktör olarak laktoz türevlerinin önemi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(2): 79-90.
- Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A. ve Usta, B. 2016b. In vitro fermentation of carrageenan, locust bean and xanthan gums by *Bifidobacterium longum*. 27th International Scientific-Expert Congress of Agriculture and Food Industry, 26-28 September, Bursa, Turkey, s 85.
- Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A. ve Omak, G. 2016c. Impact of some gums on the growth and activity of *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis*. 3rd International Conference on Food Sciences and Health (ICFSH 2016), 26-28 November, Sydney, Australia, s 127-131.