



## FONKSİYONEL KAKAO VE KAKAO ÜRÜNLERİ

**Gamze Gül Yiğit, İnci Cerit, Omca Demirkol\***

Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

Geliş / *Received*: 02.04.2017; Kabul / *Accepted*: 06.07.2018; Online baskı / *Published online*: 21.08.2018

Yiğit, G.G., Cerit, İ., Demirkol, O. (2018). Fonksiyonel kakao ve kakao ürünleri. *GIDA* (2018) 43 (4): 702-715 doi: 10.15237/gida.GD18045

Yiğit, G.G., Cerit, İ., Demirkol, O. (2018). *Functional cocoa and cocoa products*. *GIDA* (2018) 43 (4): 702-715 doi: 10.15237/gida.GD18045

### ÖZ

Kakao ve kakaolu gıdalar, lezzetlerine ek olarak yüksek polifenol, protein, mineral ve karbonhidrat içeriğine sahip oldukları için çok değerli endüstri ürünleridir. Özellikle fenollerden kaynaklanan antioksidan içerikleri, kakao ve ürünlerini fonksiyonel gıdalar kategorisine taşımıştır. Bu nedenle kakao ürünlerinin, özellikle çikolatanın, raf ömrünün uzatılması, zararlı bileşenlerin uzaklaştırılması veya azaltılması, besin değerlerinin ve antioksidan aktivitesinin daha da artırılması tüketici sağlığına kattığı olumlu etkilerin yanında ticari ve ekonomik olarak da önem taşımaktadır. Bu derlemede, biyolojik aktif bileşenler kullanılarak fonksiyonel özellikleri artırılmış kakao ürünleri hakkında yapılan araştırma ve sonuçları bir araya getirilmiştir. Yapılan çalışmalar, kakao ürünlerinin biyoyararlılıklarının artırılmasının sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı gelişmeye açık bir alan olduğunu göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Fonksiyonel gıdalar, kakao, çikolata

## FUNCTIONAL COCOA AND COCOA PRODUCTS

### ABSTRACT

Cocoa and cocoa products are very valuable industrial food because they have high amount of polyphenols, protein, mineral and carbohydrate in addition to their taste. Antioxidant contents especially provided by phenols have moved cocoa and its products to category of functional foods. Therefore, prolonging the shelf life, removing or reducing harmful components, increasing the nutritional value and antioxidant activity of cocoa products, especially chocolate, have commercial and economical importance beside positive effects on consumer health. Researchers and their results about functionally enriched cocoa products using biologically active ingredients were combined in this review. Studies were shown that enhancement of the bioavailability of cocoa products are an open area for improvement because of the positive effects on human health.

**Keywords:** Functional foods, cocoa, chocolate

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ omcad@sakarya.edu.tr,

☎ (+90) 264 295 5921

☎ (+90) 264 295 5601

## GİRİŞ

Gıdaların besleyici, duyuşsal ve fizyolojik olmak üzere başlıca üç fonksiyonu mevcuttur. Bu özelliklerden besleyici ve duyuşsal olanlar birçok gıdada mevcut iken, bazı ürünler sadece fizyolojik fonksiyonlara sahiptir. Ancak son zamanlarda gerçekleştirilen çeşitli teknolojik uygulamalar sayesinde gıdalara fizyolojik fonksiyon özellik kazandırılmaktadır (Ekşi, 2005). Fonksiyonel gıdalar, Türk Gıda Kodeksinde de tanımlandığı üzere, besleyici etkilerinin yanı sıra bir ya da daha fazla etkili bileşene bağlı olarak sağlığı koruyucu, düzeltici ve/veya hastalık riskini azaltıcı etkiye sahip olup, bu etkileri bilimsel ve klinik olarak ispatlanmış gıdalardır (Anonim, 2004). Diğer bir deyişle fonksiyonel gıdalar, üretim aşamasında besin bileşenleri değiştirilerek, üretiminin gerçekleştirilmesinin ardından yapısında bulunan zararlı etkili bileşenler uzaklaştırılarak veya düzeyi sınırlandırılarak elde edilebilmektedir (Nebesny vd., 2004; Şanes, 2006; Melo vd., 2010). Ayrıca, ürün içerisinde sağlık üzerine olumlu etkilere sahip bileşenler doğal olarak mevcutsa miktarı artırılarak veya bulunmuyorsa ilave edilerek üretilebilmektedir (Cervellati vd., 2008; Botelho vd., 2013; Jiménez -Colmenero vd., 2001).

Kakao ürünlerinin hammaddesi olan kakao çekirdekleri *Theobroma cacao* ağacının meyvelerinden elde edilir. Theobroma Yunanca Tanrıların meyvesi anlamına gelir. Kullanımı 1500 yıl öncesine dayanan kakao çekirdeklerinin üretiminin %70' den fazlası Batı Afrika'da gerçekleşmektedir. Astekler ve İnkalar öğüttükleri kakao çekirdeklerini sıcak suyla karıştırdıktan sonra vanilya, baharat ve bal ile tatlandırarak tüketiyordu. 1520'li yıllarda bu içecek İspanyollarla tanışmasına rağmen ancak 17. yüzyılda Avrupa'da yaygın olarak tüketilmeye başlandı. Sanayileşmenin artışıyla kakao likörüne (kavrulmuş, kabuğu ayrılmış ve öğütülmüş kakao çekirdeği) uygulanan presleme işlemi kakao tozu ve kakao yağının ayrılmasını sağlarken çikolata tekstürü ve tadının gelişimine büyük katkı sağlamıştır. 1800'lerde üretim prosesine konçlamanın (yoğurma) dahil edilmesi ile çikolatanın tadında çok olumlu gelişmeler ortaya çıkmıştır. Çikolata üretim teknolojisindeki bu gelişmeler günümüzde birçok Avrupa ülkesinde

ortalama yıllık çikolata tüketiminin kişi başına 8 kg'a ulaşmasını sağlamıştır (Afoakwa, 2008).

Kakao ve ürünleri tüketiminin insan beslenmesindeki yeri, içerdiği antioksidanlar sayesinde ön plana çıkarken, kabuğu ayrılmış kakao çekirdeği granülü olarak tanımlanan kakao nibinin protein (%11.5), karbonhidrat (%7), selüloz (%9) ve yağ (%54) bakımından da zengin içeriği dikkati çekmektedir (Hii vd., 2009; Belitz vd., 2009). Bunun yanında kakao nibinin mineral madde içeriği kakao ve ürünlerini besleyici gıdalar grubuna taşıyan bir başka özelliğidir (Çizelge 1) (Belitz vd., 2009; Afoakwa vd., 2011). Son yıllarda yapılan çalışmalar kakao ve kakao ürünlerinin tüketimiyle kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve diğer yaşa bağlı sağlık sorunları gibi kronik rahatsızlıkların azaldığı yönünde sonuçları içermektedir (Afoakwa, 2008; Adamson vd., 1999; Hammerstone vd., 2000; Cooper vd., 2008). Bu nedenle kakao ve kakao ürünlerinin besleyici değerinin yükseltilmesi ve antioksidan aktivitesinin artırılması, kristalizasyonunun ve reolojik özelliklerinin iyileştirmesi, raf ömrünün uzatılması, zararlı bileşenlerinin uzaklaştırılması veya azaltılması, ticari ve ekonomik olarak da önem taşımaktadır. Bu derlemede fonksiyonel özellikleri artırılmış kakao ve çikolata ürünleri hakkında yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Çizelge 1. Kakao nibinin mineral madde içeriği (Belitz vd., 2009; Afoakwa vd., 2011)

Mineral	mg/100g
Fe	2.2
Cu	8.8
Mg	364.2
Zn	10.6
Na	2.5
Ca	170.8
P	195.8
K	2557.9

## FONKSİYONEL GIDALAR

Günümüze kadar birçok araştırmacı tarafından fonksiyonel gıdaların tanımı yapılmıştır. Bazı araştırmacılar, fonksiyonel gıdalar terimi yerine sağlıklı gıdalar, nutrasötikler, tıbbi gıdalar, düzenleyici gıdalar, özel besleme amaçlı gıdalar ve farmakolojik gıdalar gibi ifadeleri de kullanmaktadır (Aghajpour vd., 2017; Arvanitoyannis ve Houweligen-Koukaliaroglou, 2005). Marriott (2000), fonksiyonel gıdaları, geleneksel besin bileşenlerini barındırmanın yanında sağlığı olumlu yönde etkileyebilen gıda ve gıda bileşenleri olarak ifade etmektedir. Uluslararası Gıda Bilgi Konseyi (IFIC-The International Food Information Council) fonksiyonel gıdaları, temel beslenmenin ötesinde sağlığa ilişkin yararlar sağlayabilen gıdalar olarak tanımlamaktadır. Uluslararası Yaşam Bilimleri Enstitüsü'ne (ILSI- International Life Science Institute) göre ise fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin yanı sıra biyolojik aktif gıda bileşenleriyle sağlık için olumlu etkiler sağlayan gıdalardır (Hasler vd., 2004).

Biyolojik aktif bileşenler, gıdalara fonksiyonel özellikler kazandırmaktadır ve bu bileşenler bitkilerden elde ediliyor ise fitokimyasallar, hayvanlardan elde ediliyor ise zookimyasallar adını alır (Jiménez -Kalmenero vd., 2001; Efraim vd., 2011).

“Fonksiyonel gıdalar” teriminin ilk 1984’te kullanılmaya başlanmasına rağmen, sağlıklı gıda katkıları kavramı ilk olarak 1970’lerde Japonya’dan tüm dünyaya yayılmıştır. Nitekim gıdanın bu değişen yüzü, gıda biliminin yeni bir alanının gelişmesine neden olmuştur (Kaur ve Singh, 2017; Hasler, 2000). Japonya da 1991 yılından beri uygulanan ve etiketinde özel sağlık kullanımına yönelik gıda anlamına gelen FOSHU (Foods for Specified Health Use) lisansı bulunan 1000 den fazla ürün bulunmaktadır. Pazarda sahip oldukları pay ise 63 milyar Amerikan dolarının üzerindedir (Farr, 1997; Ono ve Ono, 2015). Bugün fonksiyonel gıdalar yüksek bir ilgiyle karşılanmakta, dünya gıda endüstrisinde hızla büyüyen iş alanlarından biri olarak gösterilmekte ve fonksiyonel gıda ve içecek küresel pazar potansiyelinin 2020 yılı itibarı ile 192 milyar dolar

değerine ulaşacağı tahmin edilmektedir (Kaur ve Singh, 2017; Siro vd., 2008; Reilly, 1998).

## KAKAO VE ÜRÜNLERİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Kakao ve çikolata ürünleri tedavi amacıyla ilk olarak Yeni Dünya’da kullanılmıştır ve 1500’lü yılların ortalarında hızla Avrupa’ya yayılmıştır. On altıncı yüzyıldan 20. yüzyılın başlarına kadar kakao ve çikolatanın; yorgun hisseden insanların sinir sistemlerinin uyarılması, mental yorgunluk, böbrek taşları, iştahsızlık ve anemi tedavisi gibi birçok amaçla kullanıldığı bilinmektedir (Dillinger vd., 2000). Kakao, başta flavanol’ler olmak üzere polifenollerce çok zengindir. Fenolik bileşikler kakao nibinin %12-18 ini oluşturur ve toplam polifenol miktarının yaklaşık %35’i epikateşindir. Yeşil ve siyah çay, kırmızı şarap gibi flavonoid açısından zengin diğer kaynaklarla karşılaştırıldığında kakao ürünlerindeki flavonoidlerin kalp damar hastalıkları risk faktörlerini azaltmada daha etkin rol aldıkları görülmüştür (Hooper vd., 2008). Tokuşoğlu ve Ünal (2002) tarafından yapılan çalışmada ülkemizde farklı firmalar tarafından üretilen sütlü ve bitter çikolataların toplam kateşin miktarlarının 2.00-14.89 arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Waterhouse (1996) tarafından kakaonun LDL oksidasyonunu önleyebileceği rapor edildiğinden beri, kakao fenollerini ile insan sağlığı arasındaki ilişkiyi irdeleyen birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Diyetisyenler ve beslenme bilimciler siyah (bitter) kakao ve ürünlerini folifenollerce zengin gıdalar sınıfına sokarak, tüketimini şiddetle önermektedirler. Kronik çalışmalar kakao ve kakao ürünlerinin damarda artan kan hızı akışı sonucunda yükselen kan basıncını, damar genişlemesine etki ederek (flow-mediated dilatation-FMD) düşürdüğünü ortaya koymuştur (Hooper vd., 2008; Khan vd., 2012).

Wang vd. (2000) tarafından yapılan bir araştırmada, yüksek prosiyanidin ve epikateşin içeren kakao tozu veya çikolata tüketiminin insan plazmasının antioksidan kapasitesini arttırdığını rapor edilmiştir. Djoussé vd. (2011), çikolata ürünlerinin tüketiminin kalp damar hastalıkları sıklığı ile ters yönde ilişkili olduğunu, Ding vd.

(2006) ise, kakao ve çikolatanın kan basıncını düşürerek antienflamatuar ve antitrombosit özellik gösterdiğini, LDL kolesterol oksidasyonunun azalmasına yardımcı olurken HDL kolesterol düzeyini arttırarak kalp damar hastalıkları için olumlu etkiler barındırdığını tespit etmişlerdir. Üç hafta boyunca 50 gram bitter çikolata tüketiminin bireyler üzerindeki etkisinin incelendiği başka bir araştırmada, sağlıklı bireylerde kilo artışı meydana gelmeden HDL kolesterol düzeyinde anlamlı artışlar olduğu, trigliserid konsantrasyonlarında ise önemli düzeyde azalma sağlayarak lipoprotein profillerini iyileştirebileceğini ve bu etkinin kalp damar sistemi için koruyucu olabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca bitter çikolatanın bu koruyucu etkisinin kadınlarda, erkeklere göre daha fazla olduğu bildirilmiştir (Nanetti vd., 2012).

Baba vd. (2000) yaptıkları bir araştırmada, farelerin kakao tozu tüketimleriyle birlikte kan plazmalarının antioksidan kapasitelerinin ve oksidan ajanların sebep olduğu eritrosit hemoliz dirençlerinin arttığını bildirmişlerdir. Tomaru vd. (2007) diyabetik obez farelerde kakao likörü prosiyanidinlerinin doza bağlı olarak hiperglisemi oluşumunu engellediğini ve kakao çekirdeği gibi polifenol bakımından zengin yiyeceklerin diyetle alınmasının tip 2 şeker hastalığının başlamasını önlemede yardımcı olabileceğini rapor etmişlerdir. Benzer biçimde yapılan bir diğer çalışmada, obez farelere 10 hafta boyunca %8 kakao tozu içeren yem verilmesinin sonucunda insülin direncinde ve karaciğer yağlanmasında azalmanın görüldüğü bildirilmiştir (Gu vd., 2014).

Sies vd. (2005) farklı miktarlarda flavanol içeren kakao içeceklerinin tüketilmesinin bireyler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Elde edilen verilere göre endotelial fonksiyonu azalmış bireylerin flavanol içeriği zengin kakao tüketmelerinden 2 saat sonra plazma nitrik asit konsantrasyonlarında sağlıklı kontrol grubunun ortalama plazma nitrik asit konsantrasyonuna yakın bir değere erişebilecek kadar artış olduğu belirlenmiştir. Benzer biçimde West vd. (2014), bireylerin 4 hafta boyunca 37 gram bitter çikolata ve şekeriz kakao içeceği tüketmeleri ile nitrik asit sentezinde artış olduğunu saptamışlardır. Yapılan

bir diğer çalışmada ise 2 hafta boyunca bitter çikolata tüketen sağlıklı erkek bireyler, 2 hafta boyunca beyaz çikolata tüketen kontrol bireyleri ile karşılaştırılmış ve bitter çikolata tüketen grubun kontrol grubuna göre koroner dolaşımında önemli gelişmeler meydana geldiği bildirilmiştir (Shiina vd., 2009).

## FONKSİYONEL KAKAO VE ÜRÜNLERİ ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

### Probiyotik ve prebiyotik özellik kazandırılmış kakao ürünleri

Fonksiyonel gıdaların gelişimi ile birlikte bağırsak florası üzerinde olumlu etkilere sahip olan ve çoğunlukla da probiyotikleri kapsayan mikroorganizmaların/biyoaktif bileşenlerin gıdaya ilave edilmesi birçok çalışmaya konu olmuştur. Probiyotikler, enterik mikroflorayı değiştirerek sağlığa yararlı hale getiren, insan bağırsak sisteminde doğal olarak yaşayan, vücuda alındığında konakçının gastrointestinal mikroflorasını dengeleyen ve sağlık üzerine olumlu etkileri olan canlı mikroorganizma olarak tanımlanabilir (Tunail, 2009). Bu organizmaların başlıca kaynakları fermente edilmiş süt ürünleri olmasına rağmen (German vd., 1999), çikolatanın fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla da probiyotikler kullanılabilir (Nightingale vd., 2011; Tournier vd., 2007). Maillard ve Landuyt (2008), çikolatayı probiyotikler için ideal bir taşıyıcı olarak tanımlamışlardır ve ayrıca yoğurttan daha fazla probiyotik absorbe ettiğini tespit etmişlerdir.

Probiyotik grup içerisinde yer alan laktobasiller, bifidobakteriler ve enterokoklar gibi mikroorganizma türleri insan sindirim sisteminde doğal olarak yaşamaktadır (Gibson, 2002; Guslandi, 2003). Fonksiyonel gıda bileşeni olarak değerlendirilen probiyotik bakteriler insan beslenmesi ve sağlığı açısından oldukça önemli diyetetik özelliklere sahiptir (Gürsoy ve Kınık, 2004). Ancak probiyotik mikroorganizma içeren/eklenen bir gıdanın probiyotik fonksiyonları yerine getirebilmesi için gramında en az  $10^6$ – $10^7$  adet canlı hücre bulundurması gerekir (Nebesny vd., 2007). Peki bu fonksiyonlar nelerdir? Sindirim sisteminde yeterli düzeyde bulunmaları yararlı ve zararlı mikroorganizmalar

arasındaki dengenin korunmasını sağlar. Bağırsakta B vitaminlerini,  $\beta$  Galaktozidazı, antimikrobiyal bileşikler salgılar, kolesterol düzeyini düşürür, bağırsak enfeksiyonlarını ve diyareyi önler, bağırsaktaki emilimi artırır, bağırsaklık sistemini güçlendirir, karsinojen maddeleri parçalayarak tümör oluşumunu önler. Probiyotik mikroorganizmalarla yapılan çalışmaların birçoğunda prebiyotiklerin kullanımı da söz konusudur. Prebiyotik kısaca bağırsaklara ulaşmaya kadar hidrolize olmayan, bağırsakta probiyotik bakterilerin substratı olan izomalt, inülin, soya fasüyesi oligosakkaritleri gibi bileşenlerdir (Tunail, 2009; Nebesny vd., 2007). Bu bileşenler bağırsağa ulaştığında hala canlılığını sürdüren probiyotik mikroorganizmaların enerji ve besin kaynağını oluşturur.

Chetana vd. (2013), yapmış oldukları bir çalışmada, sütlü çikolatayı probiyotik hale getirmek amacıyla yağsız süt tozu yerine, laktobasil içeren yoğurt tozu kullanarak ürettikleri çikolatalarda probiyotik bakteri sayısını 3.58 log.kob/g tespit etmişlerdir. Probiyotik çikolatalarla yoğurt tozu eklenmeden üretilen çikolatalar arasındaki duyuşal farklılıkların ise önemsiz olduğu rapor edilmiştir. Benzer bir başka çalışmada, şekersiz yoğurt tozu ile üretilmiş çikolatalarda 6 aylık 4 ve 18 °C lik depolama sonucunda *Streptococcus thermophilus* in  $10^7$  kob/g bakteri sayısını koruduğu, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının ise  $10^2$ – $10^3$  kob/g a düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca yoğurt içeren çikolatalar duyuşal özellikleri açısından paneistler tarafında tatmin edici olarak değerlendirilmiştir (Nebesny vd., 2004).

Probiyotik çikolata üretimi ve raf ömrü üzerine yapılmış bir başka önemli araştırma Nebesny vd. (2007) tarafından rapor edilmiştir. Çalışmada isomalt ve aspartam ile tatlandırılmış ve geleneksel olarak üretilmiş bitter çikolata örneklerine besi yerinde üretildikten sonra liyoflize edilmiş, *Lactobacillus casei* ve *Lactobacillus paracasei* hücreleri eklenmiştir. On iki aylık depolama süresince yapılan analiz sonucunda canlı bakteri sayısının  $10^6$ – $10^7$  kob/g olduğu ve *L. casei* ve *L. paracasei* liyofilizatları ile takviye edilmiş çikolataların toplam asit miktarında ve duyuşal özelliklerinde

değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Erdem vd. (2011), probiyotik bitter çikolata üretimi için *Bacillus indicus* HU36 bakterisinin kullanılabilir olduğunu göstermişlerdir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda, *B. indicus* HU36 suşunun bitter çikolata içerisinde yüksek oranda yaşadığını kanıtlamışlar ve bütün aşılınmış örneklerin istenilen probiyotik bakteri yüküne sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Tüm bu çalışmaların içinde Laličić-Petronijević vd. (2014) yaptığı çalışma dikkate değerdir. Sözü edilen çalışmada *Lactobacillus acidophilus* NCFM® ve *Bifidobacterium lactis* HN019 probiyotik suşları eklenen sütlü ve bitter çikolatalar 4 ve 20 °C de 180 gün boyunca depolanmıştır. Her 30 günde bir örnek alınarak canlı bakteri sayımı, duyuşal ve reolojik parametre testleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre örneklerin *L. acidophilus* canlı hücre sayısının, her iki depolama sıcaklığında da probiyotik özelliğe sahip olacak miktarda olduğu tespit edilmiştir. *B. lactis* eklenmiş çikolatalar ise 90 günden sonra canlı hücre sayısındaki düşüş ile probiyotik olma özelliğini kaybetmiştir. Çikolatalardaki probiyotik bakteri suşlarının, çikolataların duyuşal özelliklerinde önemli bir değişime sebep olmadığı ve kalitesindeki mükemmelliğin devam ettiği rapor edilmiştir. Çikolataya probiyotik kültür eklenmesi çikolataların reolojik özelliklerini etkilemiştir. Ancak Laličić-Petronijević vd. (2014) bu sorunun bakteri hücrelerinin dağılımını daha etkin kılacak gelişmiş tekniklerin kullanımıyla çözülebileceğine dikkat çekmiştir.

Silva vd. (2017) ürettikleri yarı tatlı bitter çikolataya, liyoflize ettikleri *Lactobacillus acidophilus* LA3 ve *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BLC1 suşlarını  $10^{10}$  kob/100g çikolatala içerecek şekilde ilave ettikten sonra 20°C de 120 gün depolamış ve her 30 günde bir canlılıklarını test etmişlerdir. Bunun dışında *in vitro* stimule edilmiş sindirim sistemi koşullarındaki canlılıkları da araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre 120 günün sonunda bile canlı probiyotik sayısında azalma her iki suş için önemsiz tespit edilmiştir. Sindirim sistemi ile ilgili veriler ise oldukça ilgi çekicidir. Dizayn edilen sindirim sistemi koşullarında çikolata örneklerinin içine eklenmiş her iki bakterinin sayısındaki

azalma 300 dakikanın sonunda dahi başlangıca göre önemsiz tespit edilirken, tek başına sindirim koşullarına tabii tutulan bakterilerin canlı sayılarında belli bir zaman sonra önemli derecede azalma olduğu rapor edilmiştir.

Yüksek (%80) kakao içeren bitter çikolatadaki fenollerin probiyotiklerin canlılıkları üzerine etkisinin araştırıldığı bir başka çalışma yüksek fenol konsantrasyonunun probiyotik çikolatada canlı bakteri üzerine etkisinin olmadığını ortaya koyarken stimüle sindirim sisteminde dört cins laktik asit bakterisi eklenmiş çikolatanın canlı bakteri sayısının probiyotik özellik gösterecek değerde sistemi tamamladığı rapor edilmiştir. Çalışmada çikolatanın, probiyotikleri sindirim sistemi pH'sına ve enzimlerine karşı çok iyi koruduğuna dikkat çekilmiştir (Succi vd., 2017). Çikolataya prebiyotik, özellik kazandırmak amacıyla yapılan çalışmalar da mevcuttur. Beards vd. (2010), çikolataya polidekstroz ve maltitol karışımı, maltitol ve dirençli nişasta karışımı ve maltitol ilave edilmesinin etkilerini test etmişlerdir. Kırk gönüllü, altı haftalık periyot boyunca yeniden formüle edilmiş çikolata örneklerini tüketmişlerdir. Polidekstroz ve maltitol karışımını içeren çikolataları tüketen gönüllülerin, 6 hafta sonunda dışkı örneklerindeki *Lactobacilli* ve *Bifidobacteria* seviyelerinde artış olduğu rapor edilmiştir. Kısa zincirli yağ asitleri yani propiyonat ve bütirat düzeylerinde artış gözlemişlerdir. Enerji değerlerindeki azalmanın yanı sıra çikolatanın geliştirilen formülünün tüketicilerde probiyotik etki sağladığı sonucuna varılmıştır.

#### **Bitkiler ile zenginleştirilmiş kakao ürünleri**

Bitkilerden elde edilmiş maddeler yapılarında doğal olarak bulunan başta antioksidanlar olmak üzere mineral, vitamin gibi biyoyararlılığı yüksek bileşenleri içermektedir. Örneğin, meyve ve sebzelerdeki tokoferoller, C vitamini, karotenoidler ve fenoller onları çeşitli fonksiyonel gıdaların üretiminde kullanılması açısından ön plana çıkarmaktadır. Kakao ürünlerinin fonksiyonelliğini arttırmak adına yapılan çalışmalarda çeşitli meyve, sebze ve baharatların ekstraktlarının, posalarının, çekirdeklerinin kullanıldığını görmekteyiz. Sözü edilen

çalışmaların hemen hemen tamamında amaç; meyve, sebze ve baharat bazı ürünlerin eklendiği çikolataların antioksidan içeriğinin ve aktivitesinin artırılması yönündedir (Demirci, 2018; Muhammad vd., 2018; Wang vd., 1996; Gür ve Altuğ, 2009; Cerit vd., 2016). Organizmada çeşitli olumsuz nedenlerden dolayı artan serbest radikaller ve onların sebep olduğu oksidasyonlar, ancak antioksidanlarla önlenmektedir. Antioksidanların da en önemli ve sağlıklı kaynağını, tükettiğimiz besinler özellikle bitkisel besinler oluşturmaktadır. Yeterli miktarda antioksidan içeren gıdaların tüketimiyle serbest radikallerin neden olabileceği çeşitli kanser, kalp damar hastalıkları, yaşlanma gibi sağlık sorunlarının geciktirilmesi veya önlenmesi mümkündür. Ayrıca bu antioksidanları içeren gıdalar, içermeyenlere oranla daha uzun raf ömrüne sahiptir. Kısaca antioksidan bileşimi güçlü bir doğal kaynağın gıda üretiminde kullanılması hem tüketicinin hem de o gıdanın sağlığına katacağı değer tartışılmazdır.

Kakao ürünlerinin raf ömrünü ve fonksiyonel özelliklerini arttırmak amacıyla antioksidanlar açısından zengin bitkilere başvurulmasının en büyük nedenlerinden biri, kakao ve ürünlerinin sıcaklık ve neme karşı oldukça hassas oluşudur. Örneğin çikolataların tercihen 18°C, %50 nemde serin ve karanlık ortamlarda saklanması tavsiye edilir. Eğer uygun ortamlarda saklanmazsa yapısında bozulmalar meydana gelebilir (Özgen, 2010). Antioksidan ilavesi, fiziksel ve teknolojik metotlar ile oksidasyonun önlenemediği durumlarda gıdaların raf ömrünün uzatılması için uygulanan en iyi yöntemlerden biridir. Oksidasyon başlangıcını geciktirmek amacıyla gıdaya sentetik veya doğal antioksidan maddeler katılmaktadır (Botelho vd., 2013; Gür ve Altuğ, 2009). Doğal antioksidanlar, genellikle bitkilerde doğal olarak bulunan antioksidanlardır (Özgen, 2010). Çikolata birleşimine bitkilerden elde edilmiş maddeler ilave edilmesi sonucunda antioksidan kapasitesinde ve toplam fenolik madde içeriğinde artış meydana gelmektedir (Botelho vd., 2013). Böylelikle çikolataların, reolojik özellikleri iyileştirilmekte ve raf ömrü uzatılmakta, ayrıca insan sağlığı için de olumlu etkiler oluşturmaktadır (Macheix vd., 1990;

Wang vd., 1996; Mohammad vd., 2018; Komes vd., 2013).

Antioksidanlar açısından çikolatanın biyoyararlılığını arttırmak adına yapılan çalışmalardan biri Cervellati vd. (2008), tarafından rapor edilmiştir. Çalışmada, kırmızıbiber ve biberiye eklenmiş el yapımı çikolatalar üretilmiş, sonrasında çikolataların antioksidan kapasiteleri ve toplam fenolik madde içerikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre biberiye katkılı çikolatanın diğer çikolatalara kıyasla daha yüksek antioksidan kapasiteye ve toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada, çikolatanın antioksidan miktarını arttırmak için biberiye ve üzüm çekirdeği tozu kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda, antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarı arasında elde edilen korelasyon doğrusallık göstermiştir ve çikolataların antioksidan aktivitesinin toplam fenolik madde miktarıyla artış eğiliminde olduğu rapor edilmiştir. Buna ek olarak, katılan biberiye ve üzüm çekirdeği tozunun çikolatanın kristalizasyon ve reolojik özellikleri üzerine her hangi bir etkide bulunmadığı belirtilmiştir (Özgen, 2010).

Yoo vd. (2005), doğuya özgü bir baharat bitkisinin (Sochungryong-Tang) ekstraktlarını çikolatalara eklemişler ve çikolatanın nem miktarı, renk, radikal süpürücü aktivite ve duyuşal özelliklerine etkisini araştırmayı amaçlamışlardır. Bitki ekstraktları, ağırlıkça % 0,4 ve % 8 oranlarında eklenmiş ve çikolata içerisindeki ekstrakt oranı arttıkça nem miktarı, renk, radikal süpürücü aktivitede artış meydana geldiğini tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonucunda çikolataların aromasında ve tekstür özelliklerinde önemli bir farklılık gözlenmediğini bildirmişlerdir.

Botelho vd. (2013), çalışmalarında bitki sterollerini ile zenginleştirilmiş fonksiyonel bitter çikolata geliştirmişlerdir ve 5 ay depolama süresince oksidatif stabilitesini değerlendirmişlerdir. Çalışmada üretilen çikolataların renk, tekstür ve duyuşal analizlerinde kontrol çikolataları ile aralarında istatistik olarak önemli bir farklılık gözlemlenmediğini belirtmişlerdir. Çikolatanın üzerine üç tip bitki sterolu uygulandığı ve etkisinin

değerlendirildiği diğer bir çalışmada kullanılan bitki sterollerini; enkapsüle edilmiş çam tozu, yağ bazlı soya tozu ve soya tozudur. Bitki sterolü ilave edilmiş çikolatalar ile kontrol çikolata örneklerinin reolojik ve duyuşal özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda çam tozu ve yağ bazlı soya tozu içeren örneklerin tat bakımından kontrolden daha az tercih edildiği belirtilmiştir. Ayrıca, yağ bazlı soya ve soya tozu içeren örneklerdeki yağlılık hissinin diğer örneklerle göre duyuşal analizde daha kabul edilebilir olduğunu gözlemlemişlerdir. Buna ek olarak, yağ bazlı soya içeren çikolataların Casson plastik vizkozite değerleri kontrol örnekleri, çam ve soya tozu eklenmiş çikolatalarla karşılaştırıldığında daha düşük bulunmuştur. Fakat yağ bazlı soya tozu içeren çikolataların reolojik davranışlarının kontrol çikolata örnekleri ile benzerlik gösterdiğini rapor etmişlerdir (Efraim vd., 2011).

Komes vd. (2013), fonksiyonel çikolata üretmek amacıyla yaptıkları çalışmada, sütlü ve bitter çikolata içerisine erik, papaya, kayısı, üzüm, yaban mersini meyvelerinin kurutulmuş formlarını eklemişler ve meyvelerin, çikolataların antioksidan kapasitesi ve polifenolik içeriğine etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre kuru üzüm ve yaban mersini eklenmiş bitter çikolataların antioksidan aktiviteleri diğer kuru meyve eklenmiş çikolatalara göre önemli derecede yüksek bulunmuştur. Duyusal kabul edilebilirlik açısından ise kuru yaban mersini ve kuru kayısı çikolatalar daha yüksek puana sahip olmuştur. Yapılan çalışmada, bitkilerden elde edilen polifenolik antioksidanlar ile zenginleştirilmiş çikolataların üretiminde kuru meyvelerin farklı türlerinin uygulanabileceği sonucuna varılmıştır.

Cerit vd. (2016) beyaz çikolataların fonksiyonel özelliğini arttırmak adına yaptıkları bir çalışmada beyaz çikolata formülasyonuna %2 oranında kızılıçık, ıspanak ve polen tozu eklemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre polen, kızılıçık ve ıspanak tozları beyaz çikolatanın antioksidan aktivitesini önemli derecede arttırmıştır. Sütlü ve bitter çikolataların antioksidan değerlerinin tespit edildiği diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında Cerit vd. (2016) tespit ettiği antioksidan aktivite (FRAP-ferric reducing antioxidant power) değerinin

dikkati çekecek oranda yüksek olduğu söylenebilir. Örneğin yukarıda sözü edilen çalışmada FRAP değerleri kontrolde 3.20 mmol Fe(II)/L iken, polen, kızılcık ve ıspanak tozu eklenmiş beyaz çikolatalarda sırasıyla 18.55, 8.14 ve 7.15 mmol Fe(II)/L ye yükselmiştir.

### **Omega-3 ve Omega-6 ile zenginleştirilmiş kakao ürünleri**

Doymamış yağ asitlerinden olan linoleik ve linolenik asit esansiyel yağ asitleri olarak bilinmektedir. Hayvansal organizmalar tarafından bu yağ asitleri sentezlenemediğinden dolayı gıdalar ile dışarıdan alınması zorunludur (Watkins, 1991). Son yıllarda yapılan çalışmalar, omega-3 ve omega-6 doymamış yağ asitlerinin insanlarda kalp-damar hastalıklarında, kanserde, erken dönemde beyin ve retina gelişiminde ve hastalıklara karşı vücut direncinin artmasında olumlu etkilere sahip olduğunu bildirmektedir (Alexander, 1998; Erkkilä vd., 2003; Terry vd., 2003; Haggarty, 2004).

Çikolata ürünlerinin insan sağlığı üzerindeki etkinliğini artırmak amacıyla biyolojik aktif bileşenler olan omega-3 ve omega-6 gibi yağ asitleri çikolatala fonksiyonel özellik kazandırmak amacıyla kullanılmıştır. Fonksiyonel çikolata ürünlerinin formülasyonuna omega-3 gibi linolenik asitlerin eklenmesi, bu yağ asitlerinin bilinen fonksiyonel özelliklerinden dolayı geniş bir tüketici talebi ile karşılaşmıştır. Omega-3 açısından zengin gıdalar potansiyel fonksiyonel ürünler olarak kabul edilmektedir (Lewis vd., 2000; Calder, 2006; Al-Nouri vd., 2012; Morato vd., 2015)

Morato vd. (2015) yapmış oldukları bir çalışmada, yoğun ve aşırı yorucu egzersize maruz bırakılmış fareler ile sakın fareleri, omega-3 ile zenginleştirilmiş çikolatalı sütle 15 gün boyunca beslemişler ve bazı biyomedikal parametreler ve kas hasarı düzeylerini araştırmışlardır. Çalışmada, omega-3 ve omega-6 yağ asitleri arasında uygun bir dengeye sahip olmasından dolayı chia yağını kullanmışlardır. Omega-3 ile zenginleştirilmiş çikolatalı sütü tüketen farelerde egzersiz sonrası kas zararında azalan etkiler gözlenmiştir. Kas zararı azalmasının sebebinin, omega-3 ile

zenginleştirilmiş çikolatalı süt tüketen grupta antioksidan sistemindeki gelişmeden ve hücre membranı üzerindeki yağ asitlerinin birleşmesinden kaynaklı olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Süperoksit dismutaz, katalaz, glutatyon peroksidaz gibi antioksidan enzim aktivitelerinin, omega-3 ile zenginleştirilmiş süt tüketen grupta arttığı belirtilmiştir. Ayrıca çalışmalarında rapor ettikleri FRAP ve serbest radikalleri absorbe etme yeteneği (ORAC-oxygen radical absorption capacity) verileri, omega-3 ile zenginleştirilmiş sütün önemli bir antioksidan kapasitesi olduğunu göstermiştir.

Marsanasco vd. (2015), çalışmalarında soya fosfatidilkolin (SPC) bazlı farklı lipozomal formülasyonlardan elde edilen katkı maddelerini tasarlamayı, tanımlamayı ve gıdaya uygulamayı hedeflemişlerdir. SPC, omega-3 ve omega-6 gibi yağ asitlerini içermektedir. Çalışmaları sırasında, E ve C vitaminini lipozom bazlı SPC ile enkapsüle etmişler ve çikolatalı süte fonksiyonel özelliğini arttırmak amacıyla ilave etmişlerdir. Ayrıca stearik asiti (SA) veya kalsiyum stearatı (CaS) çift katlı lipit katmanı dengeleyicisi olarak formülasyona dahil etmişlerdir. Bununla birlikte, her vitamin için yüzde enkapsülasyon etkisini (%EE), pastörizasyon sonrası belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, SPC:SA'da E ve C vitamininin %EE değerlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Buna ek olarak, C vitamininin aktivitesini pastörizasyon sonrasında bile sürdürdüğünü gözlemlemişlerdir. Ayrıca lipozomlu çikolatalı sütün duyuşal özelliklerini de analiz etmişlerdir. SPC:CaS içeren ticari çikolatalı sütler düşük kabul edilebilirlik göstermiştir. Buna karşın, SPC:SA içeren çikolatalı sütün, ticari süte göre kabul edilebilirliğinde değişiklik olmadığını rapor etmişlerdir. E ve C vitamini ile güçlendirilmiş süt için SPC:SA'nın en uygun katkı maddesi olduğu sonucuna varmışlardır.

Yapılmış bir diğer çalışmada ise fonksiyonel bileşen olarak kabul edilen ve tüketici sağlığına yararlı omega-3 ve probiyotikler, çikolatalı dondurmaya katkı maddesi olarak ilave edilmiştir. Omega-3 takviyesi yapılmış çikolatalı dondurmalarda duyuşal özellikler ve probiyotik canlılığı değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme sonunda, omega-3 bulunan örnekler kabul edilebilirlik bakımından düşük



puan almıştır fakat panelistlerin omega-3 kaynaklı ürün türlerini satın almaya hala istekli olduğu gözlenmiştir. Ayrıca dondurmaların depolama süresince omega-3 takviyesi yapılmış örneklerin probiyotik canlılığının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Song vd., 2011).

### **Diyet kakao ürünleri**

Tatlandırıcılar, aynı miktardaki şekerden daha az enerji içeren ve daha tatlı olan kimyasal maddelerdir. İlk başlarda ucuz maliyetinden dolayı gıda endüstrisinde tercih edilen ve sukroza oranla daha az kalori içermesi nedeniyle diyabetli hastalar tarafından ilgi gören tatlandırıcılar, günümüzde kalori alımını kısıtlamak ve kilo vermek amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır. En çok kullanılan tatlandırıcılar sorbitol, mannitol, ksilitol, eritritol, maltitol, laktitol gibi şeker alkollerini ile isomalt ve hidrojene nişasta hidrolizatlarıdır. Sakarin, aspartam, sukraloz, asesulfam K ve neotam gibi yapay tatlandırıcıların hem kalori değerleri çok düşüktür veya sıfırdır hem de kan glukozunu yükseltici etkisi yoktur. Bu nedenle düşük kalorili beslenmek isteyen kişiler ve diyabetli hastalar tarafından tercih edilmektedir (Özdemir vd., 2014).

Çikolata, farklı yaş gruplarındaki ve farklı ülkelerdeki insanların zevkle tükettiği bir besin olmasına karşın yağları (özellikle kakao yağı) ve karbonhidratları (çoğunlukla şeker) yüksek seviyelerde içermektedir (Cardello vd., 1999). Ancak günümüzde tüketicinin, beslenme ve sağlık arasındaki ilişki konusunda bilinçlenmesi ile birlikte düşük kalorili yiyecek ve içeceklere artan bir ilgi vardır (Hasler vd., 2004; Parpinello vd., 2001). Bu nedenle şeker alternatif olarak çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Şeker yerine güçlü tatlandırıcıların kullanılması ürünlerin duyusal karakteristiğinde önemli değişikliklere sebep olmamaktadır. Bu sayede çikolata birleşiminde bulunan şeker içeriği azaltılabilmektedir (Melo vd., 2010; Cardello vd., 1999).

Melo vd. (2010), şeker ve kalori değerlerini azaltarak ürettikleri sütlü çikolatalarda, diyabet ve diyabetik olmayan tüketici grupları arasındaki tutumları ve kabul edilebilirlik düzeylerini karşılaştırmışlardır. Tüketici testleri geleneksel sütlü çikolata, diyabetik sütlü çikolata ve düşük

kalorili sütlü çikolata için yapılmıştır. Laboratuvar ortamında hazırlanan çikolatalarda diyetetik olan örneklerde stevia veya sukraloz kullanmışlardır. Diyabetik/düşük kalorili sütlü çikolatalar ise, aynı şekilde tatlandırıcılar ile hazırlanmıştır fakat %25 kalori içeriğini azaltmak amacıyla kakao yağının yerine, peynir altı suyu protein konsantresi (PST) ilave edilmiştir. Tüketici testleri sonunda gruplar arasında farklı kabullerinin olduğu rapor edildiği bu çalışmada her iki grup da çikolataları tattıklarında doğal tatlandırıcıları hoş bulduklarını ama beklentilerinin karşılanmadığını bildirmişlerdir. Diyabet olmayan tüketiciler arasında geleneksel çikolatalar, sukraloz ile üretilmiş diyabetik çikolatalar ve sukraloz-PST ile üretilmiş diyabetik/düşük kalorili çikolatalara kıyasla daha çok kabul görmüştür. Diyabetik tüketiciler, diyabetik ve diyabetik/düşük kalorili sütlü çikolataları diyabetik olmayan tüketicilerden daha çok kabul etmişlerdir. Başka bir çalışmada Palazzo vd. (2011), ürettikleri sütlü çikolatalarda sakkaroz yerine üç farklı tatlandırıcı (neotam, rebaudioz ve sukraloz) kullanmıştır. Eğitilmiş 12 kişi, çikolataların tatlılık düzeylerini ve zaman içerisindeki değişimlerini değerlendirmişlerdir. Sakkarozun yerini en iyi ikame eden tatlandırıcının, bütün parametrelerde sakkaroz ile benzer özellik gösteren sukraloz olduğunu bildirmişlerdir. Sukraloz tatlandırıcısının, diyet amaçlı çikolatalarda sakkaroz yerine kullanılacak en iyi tatlandırıcı olduğunu ve sakkaroz ile oldukça benzer zaman-yoğunluk grafiğine sahip olduğunu rapor etmişlerdir.

Yapılmış bir diğer çalışmada ise, farklı bileşenler içeren diyet çikolataların duyusal özellikleri değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirme, üretimden hemen sonra ve 18 – 20°C sıcaklıktaki depolama şartlarında 90., 180., 270. ve 360. günlerde tecrübeli panelist bir grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, fruktoz, kakao yağı, tam yağlı süt, kakao likörü, yağsız süt tozu, fındık ezmesi, lesitin ve aroma birleşenleriyle üretilen çikolataların bir yıl depolanma süresince mükemmel duyusal özelliklere sahip olduğu rapor edilmiştir. Diğer taraftan fruktoz, kakao kütlesi, tam yağlı süt tozu, kakao yağı, fındık kütlesi, vanilin aroması, inulin ve emülsifiyer içeren bir diğer örnekte, bir yıl depolama sürecinin son

periyodunda görünüm, tekstür ve aromasında istenmeyen değişimler gözlenmiştir. Diyet çikolataların alt ve üst yüzeylerinin renginin enstrümantal ölçümleri ile çikolata örneklerinin parlaklık ve renk duyuşal değerlerinin uyum içinde olduđu bildirilmiştir (Popov-Raljić ve Lalić-Petronijević, 2009).

### Diğer fonksiyonel kakao ürünleri

Yiğit (2017) tarafından yapılan bir çalışmada laboratuvar ortamında üretilmiş kakaolu fındık kremasının fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla inaktive edilmiş endüstriyel ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) kullanılmıştır. Bu kapsamda maya hücrelerinin 140 °C'de 30 dk tutularak inaktivasyonu gerçekleştirilmiş ve çok güçlü bir antioksidan olan glutatyonun (GSH) maya hücre duvarı yardımıyla kapsüllenmesi sağlanmıştır. Yüzelli günlük depolama süresi sonunda mayalı ve mayasız örnekler karşılaştırıldığında, mayalı grubun antioksidan aktivite değerlerinin, mayasız örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Isıl işlem ile kapsül haline getirilen endüstriyel ekmek mayasının kakaolo fındık kremasının oksidatif stabilitesini sağlama yönünde, duyuşal parametrelerde önemli değişiklikler yapmadan yardımcı olabileceği ve çok kıymetli bir antioksidan olan GSH açısından da zenginleştirilebileceği rapor edilmiştir.

### SONUÇ

Kakao ve ürünleri, içerisinde yüksek miktarda şeker ve yağ barındırmalarına karşın yüksek besin değeri içermesi ve sağlık için olumlu etkilere sahip olmasından dolayı çok değerli bir endüstri ürünüdür. Bu değerli ürünün reolojik özelliklerinin iyileştirilmesi, raf ömrünün uzatılması, besin değerlerinin artırılması, zararlı bileşen içeriğinin azaltılması veya tamamen uzaklaştırılması, antioksidan içeriğinin artırılması günümüzde bilim ve teknoloji alanındaki gelişmeler neticesinde yapılabilmekte ve bir veya daha fazla besin maddesi bakımından zenginleştirilmiş fonksiyonel kakao ve ürünleri elde edilebilmektedir. Bu derlemede fonksiyonel kakao ve çikolata ürünleri hakkında yapılmış araştırma ve çalışmalara yer verilmiştir. Kakao ve çikolata ürünleri, fonksiyonel özelliği yüksek olan

bitkilerden, hayvanlardan ve mikroorganizmalardan elde edilen maddelerle kombine edilerek üretiminin mümkün olduğu, ayrıca ticari ve ekonomik olarak da kazanç sağlayabilme potansiyeline sahip olduğu yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir.

### KAYNAKLAR

- Adamson, G.E., Lazarus S.A., Mitchell, A.E. (1999). HPLC method for the quantification of procyanidins in cocoa and chocolate samples and correlation to total antioxidant capacity. *J Agric Food Chem*, 47:4184–4188.
- Afoakwa, E.O. (2008). Cocoa and chocolate consumption-are there aphrodisiac and other benefits for human health? *South Afr J Clin Nutr*, 21(3): 107-113.
- Afoakwa, E.O., Quao, J., Budu, A.S., Takrama J., Saalia F.K. (2011). Effect of pulp preconditioning on acidification, proteolysis, sugars and free fatty acids concentration during fermentation of cocoa (*Theobroma cacao*) beans. *Int J Food Sci Nutr*, 62(7): 755-764.
- Aghajanpour, M., Nazer, M.R., Obeidavi, Z., Akbari, M., Ezati, P., Kor, N.M. (2017). Functional foods and their role in cancer prevention and health promotion: a comprehensive review. *Am J Cancer Res*, 7(4): 740-769.
- Alexander, J.W. (1998). Immunonutrition: The role of  $\omega$ -3 fatty acids. *Nutr*, 14:627-633.
- Al-Nouri, D.M, Al-Khalifa, A.S., Shahidi, F. (2012). Long-term supplementation of dietary omega-6/omega-3 ratios alters bone marrow fatty acid and biomarkers of bone metabolism in growing rabbits. *J Funct Foods*, 4:584–593.
- Anonim. (2004). Türk Gıda Kodeksi. Gıdaların Üretimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun, Kanun no:5179, 28 Şubat 1995 tarih ve 22327 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- Arvanitoyannis, I.S., Houwelingen-Koukialiaroglou, M.V. (2005). Funtional foods: A survey of health claims, pros and cons, and current legislation. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 45:385-404.

- Baba, S., Osakabe, N., Natsume, M., Yasuda, A., Takizawa, T., Nakamura, T., Terao, J. (2000). Cocoa powder enhances the level of antioxidative activity in rat plasma. *Bri J Nutr*, 84(05):673-680.
- Beards, E., Tuohy, K., Gibson, G. (2010). A human volunteer study to assess the impact of confectionery sweeteners on the gut microbiota composition. *Bri J Nutr*, 104: 701-708.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009). *Food Chem*, 4<sup>th</sup> Revised and Extended Edition, Ger Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1070 p.
- Botelho, P.B., Galasso, M.G., Dias, V., Mandrioli, M., Lobato, L.P., Rodriguez-Estrada, M.T., Castro, I.A. (2013). Oxidative stability of functional phytosterol-enriched dark chocolate. *LWT - Food Sci Technol*, 55: 444-451.
- Calder, P.C. (2006). n-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *Am. J Clin Nutr*, 83(6):1505S-1519S.
- Cardello, H., Da Silva, M., Damasio, M.H. (1999). Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods Hum Nutr*, 54(2):119-30.
- Cerit, İ., Şenkaya, S., Tulukoğlu, B., Kurtuluş, M., Seçilmişoğlu, Ü.R., Demirkol, O. (2016). Enrichment of functional properties of white chocolates with cornelian cherry, spinach and pollen powders. *Gıda/ J Food*, 41(5):311-316.
- Cervellati, R., Greco, E., Costa, S., Guerra, M.C., Speroni, E. (2008). A comparison of antioxidant properties between artisan-made and factory-produced chocolate, *Int J Food Sci Technol*, 43:1866-1870.
- Chetana, R., Reddy, S., Reddy, Y., Negi, P.S. (2013). Preparation and properties of probiotic chocolates using yoghurt powder. *Food Nutr Sci*, 4:276-281.
- Cooper, A.K., Donovan, J.L., Waterhouse, A.L., Williamson, G. (2008). Cocoa and health: a decade of research. *Br J Nutr*, 99:1-11.
- Demirci, M. (2018). *Beslenme, Modanlı Matbaacılık*, İstanbul, Türkiye, 382 s. ISBN:975-97146-4-2.
- Dillinger, T.L., Barriga, P., Escárcega, S., Jimenez, M., Lowe, D.S., Grivetti, L.E. (2000). Food of the gods: cure for humanity? A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. *J Nutr*, 130(8):2057-2072.
- Ding, E.L., Hutfless, S.M., Ding, X., Girotra, S. (2006). Chocolate and prevention of cardiovascular disease: a systematic review. *Nutr Metab*, 3(2).
- Djoussé, L., Hopkins, P.N., North, K.E., Pankow, J.S., Arnett, D.K., Ellison, R.C. (2011). Chocolate consumption is inversely associated with prevalent coronary heart disease: the National Heart, Lung and Blood Institute Family Heart Study. *Clin Nutr*, 30(2):182-7.
- Efraim, P., Marson, G.C., Jardim, D.C.P., Garcia, A.O., Yotsuynagi, K. (2011). Influence of phytosterols addition in the rheology and sensory attributes of dark chocolate. *Procedia Food Sci*, 1:1633 - 1637.
- Ekşi, A. (2005). Bilimsel ve yasal açıdan gıdaların fonksiyonelliği. Gıda Kongresi, 19-21 Nisan, Bornova, İzmir, 6-12s.
- Erdem, Ö., Gültekin-Özgülven, M., Berktas, J., Erşan, S., Tuna, H.E., Karadağ, A., Özçelik, B., Güneş, G., Cutting, S.M. (2011). Development of a novel synbiotic dark chocolate enriched with *Bacillus indicus* HU36, maltodextrin and lemon fiber: Optimization by response surface methodology. *LWT - Food Sci Technol*, 56:187-193.
- Erkkilä, A.T., Lehto, S., Pyörälä, K., Ulusitupa, I.J. (2003). n-3 fatty acids and 5-y risks of death and cardiovascular disease events in patients with coronary artery disease. *Am J Clin Nutr*, 78:65-71.
- Farr, D.R. (1997). Functional foods. *Cancer Lett*, 114(1-2): 59-63.
- German, B., Schiffrin, E.J., Reniero, R., Mollet, B., Pfeifer, A., Neeser, J.R. (1999). The development of functional foods: lessons from the gut. *Trends Biotechnol*, 17:492-499.

- Gibson, G. (2002). Probiotics: a growth industry. *Dairy Ind Int*, 67(1):18-20.
- Gu, Y., Yu, S., Lambert, J.D. (2014). Dietary cocoa ameliorates obesity-related inflammation in high fat-fed mice. *Eu J Nutr*, 53(1):149-158.
- Guslandi, M. (2003). Probiotics for chronic intestinal disorders *Am J Gastroentol*, 98: 520-521.
- Gür, E., Altuğ, T. (2009). *Antioksidanlar*. Gıda Katkı Maddeleri, Altuğ, T. (ed.), Sidas Medya, İzmir, Türkiye, s.17-38.
- Gürsoy, O., Kınık, Ö. (2004). Fonksiyonel gıda ingrediyeenti olarak probiyotikler ve yasal düzenlemeler için Japonya modeli, *Türk Mikrobiyol Cem Derg*, 34:200-209.
- Haggarty, P. (2004). Effect of placental funtion on fatty acid requirements during pregnancy. *Eur J Clin Nutr*, 58:1559-1570.
- Hammerstone, J.F., Lazarus, S.A., Schmitz, H.H. (2000). Procyanidin content and variation in some commonly consumed foods. *J Nutr*, 130 (8):2086S–2092S.
- Hasler, C.M.1., Bloch, A.S., Thomson, C.A., Enrione, E., Manning, C. (2004). Position of the amarican dietetic association: Funtional foods. *J Amer Diet Assoc*, 104(5):814-26.
- Hasler, CM. 2000. The changing face of functional foods. *J Am Coll Nutr*, 19(5): 499S–506S.
- Hii, C.L., Law, C.L., Suzannah, S., Miswani, S., Cloke, M. (2009). Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *As J Food Ag-Ind*, 2( 4):702-722.
- Hooper, L., Kroon, P.A., Rimm, E.B., Cohn, J.S., Harvey, I.L., Cornu, K.A., Cassidy, A. (2008). Flavonoids, flavonoid-rich foods, and cardiovascular risk: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*, 88(1):38-50.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J., Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Sci*, 59: 5-13.
- Jinap, S., Ali, A.A., Man, Y.B, Suria, A.M. (2000). Use of palm mid-fraction in dark chocolate as base filling centre at different storage temperatures. *Int J Food Sci Nutr*, 51:489–99.
- Kaur, N., Singh, D.P. (2017). Deciphering the consumer behaviour facets of functional foods: A literature review. *Appetite*, 112:167-187.
- Khan, N., Monagas, M., Andres-Lacueva, C., Casas, R., Urpi-Sarda, M., Lamuela-Raventos, R.M., Estruch, R. (2012). Regular consumption of cocoa powder with milk increases HDL cholesterol and reduces oxidized LDL levels in subjects at high-risk of cardiovascular disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 22(12):1046-1053.
- Komes, D., Belšćak-Cvitanović, A., Škrabal, S., Vojvodić, A., Bušić, A. (2013). The influence of dried fruits enrichment on sensory properties of bitter and milk chocolates and bioactive content of their extracts affected by different solvents. *LWT - Food Sci and Technol*, 53:360-369.
- Laličić-Petronijević, J., Popov-Raljić, J., Obradović, D., Radulović, Z., Paunović, D., Petrušić, M., Pezo, L. (2014). Viability of probiotic strains *Lactobacillus acidophilus* NCFM® and *Bifidobacterium lactis* HN019 and their impact on sensory and rheological properties of milk and dark chocolates during storage for 180 days. *J Funct Foods*, 15:541–550.
- Lewis, N.M., Seburg, S., Flanagan, N.L. (2000). Enriched eggs as a sourced of n-3 polyunsaturated fatty acids for humans. *Poult Sci*, 79:971-974.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A., Billot, J. (1990). *Fruit phenolics*, CRC Press, Inc. Florida, USA, 361 p. ISBN:0-8493-4968-0.
- Maillard, M., Landuyt, A. (2008). Chocolate: an ideal carrier for probiotics. *Agro Food Ind Hi Tech*, 19 (3):13–15.
- Marriott, B.M. (2000). Funtional foods: An ecologic perspective. *Am J Clin Nutr*, 71(1): 1728-1734.
- Marsanasco, M., Calabro, V., Piotrkowski, B., Chiamoni, N.S., Alonso, S.V. (2015). Fortification of chocolate milk with omega-3, omega-6, and vitamins E and C by using liposomes. *Eur J Lipid Sci Technol*, 118(9):1271-1281.

- Melo, L., Childs, J.L., Drake, M., Bolini, H.M.A., Efraim, P. (2010). Expectations and acceptability of diabetic and reduced-calorie milk chocolates among nondiabetics and acceptability of diabetic and reduced-calorie milk chocolates among nondiabetics and diabetics in the USA. *J Sens Stud*, 25(1):133-152.
- Morato, P.N., Rodrigues, J.B., Moura, C.S., Drummond e Silva, F.G., Esmerino, E.A., Cruz, A.G., Bolini, H.M.A., Amaya-Farfan, J., Lollo, P.C.B. (2015). Omega-3 enriched chocolate milk: A functional drink to improve health during exhaustive exercise. *J Funct foods*, 14:76–683.
- Muhammad, D.R.A., Saputro, A.D., Rottiers, H., Van de Walle, D., Dewettinck, K. (2018). Physicochemical properties and antioxidant activities of chocolates enriched with engineered cinnamon nanoparticles. *Eur Food Res Technol*, <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3035-2>
- Nanetti, L., Raffaelli, F., Tranquilli, A.L., Fiorini, R., Mazzanti, L., Vignini, A. (2012). Effect of consumption of dark chocolate on oxidative stress in lipoproteins and platelets in women and in men. *Appetite*, 58(1):400-405.
- Nebesny, E., Z'yz'elewicz, D., Moty, I., Libudzisz, Z. (2007). Dark chocolates supplemented with *Lactobacillus* strains. *Eur Food Res Technol*, 225:33–42.
- Nebesny, E., Żyzelewicz, D., Motyl, I., Libudzisz, Z. (2004). Properties of sucrose-free chocolates enriched with viable lactic acid bacteria. *Eur Food Res Technol*, 220 (3-4): 358-362.
- Nightingale, L. M., Lee, S.Y., Engeseth, N. J. (2011). Impact of storage on dark chocolate: Texture and polymorphic changes. *J Food Sci*, 76(1):142–153.
- Ono, M., Ono A. (2015). Impacts of the FoSHU (Food for Specified Health Uses) system on food evaluations in Japan. *J Consum Mark*, 2015, 32.7: 542-550.
- Özdemir, D., Başer, H., Çakır, B. (2014). Tatlandırıcılar. *Türkiye Klinikleri J Endocrin*, 9(2):60-70.
- Özgen, Ö. (2010). Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) ve üzüm çekirdeği (*Vitis vinifera*)' nin çikolatanın kristalizasyonuna, reolojik özelliklerine, raf ömrüne ve antioksidan aktivitesine etkileri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 155 s.
- Palazzo, A.B., Carvalho, M.A.R., Efraim, P., Bolini, H.M.A. (2011). The determination of isosweetness concentrations of sucralose, rebaudioside and neotame as sucrose substitutes in new diet chocolate formulations using the time-intensity analysis. *J Sens Stud*, 26(4):291-297.
- Parpinello, G.P., Versari, A., Castellari, M. (2001). Stevioside as a replacement of sucrose in peach race: sensory evaluation. *J Sens Stud*, 16(5):471–84.
- Popov-Raljić, J.V., Laličić-Petronijević, J.G. (2009). Sensory properties and color measurements of dietary chocolates with different compositions during storage for up to 360 days, *Sensors*, 9(3): 1996-2016.
- Reilly, C. (1998). Se: A New entrant into the functional food arena. *Trends Food Sci. Technol*, 9:114–118.
- Shiina, Y., Funabashi, N., Lee, K., Murayama, T., Nakamura, K., Wakatsuki, Y. (2009). Acute effect of oral flavanoid- rich dark chocolate intake on coronary circulation, as compared with non-flavonoid White chocolate, by transthoracic Doppler echocardiography in healthy adults. *Int J Cardiol*, 131(3):424-429.
- Sies, H., Schewe, T., Heiss, C., Kelm, M. (2005). Cocoa polyphenols and inflammatory mediators. *Am J Clin Nutr*, 81(1):304-12.
- Silva, M.P., Tulini, F.L., Marinho, J.F., Mazzocato, M.C., De Martinis, E.C., Luccas, V., Favaro-Trindade, C.S. (2017). Semisweet chocolate as a vehicle for the probiotics *Lactobacillus acidophilus* LA3 and *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BLC1: Evaluation of chocolate stability and probiotic survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. *LWT-Food Sci Technol*, 75:640-647.
- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance a review. *Appetite*, 51(3):456-467.

- Song, D., Khouryieh, H., Abughazaleh, A.A., Salem, M.M.E., Hassan, O., Ibrahim, S.A. (2011). Sensory properties and viability of probiotic microorganisms in chocolate ice cream supplemented with omega-3 fatty acids. *Milchwissenschaft*, 66(2):172-175.
- Succi, M., Tremonte, P., Pannella, G., Tipaldi, L., Cozzolino, A., Coppola, R., Sorrentino, E. (2017). Survival of commercial probiotic strains in dark chocolate with high cocoa and phenols content during the storage and in a static in vitro digestion model. *J Funct Foods*, 35: 60-67.
- Şanes, A. (2006). Kalorisi ve yağ miktarı azaltılmış fonksiyonel (diyet) sucuk üretimi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 110 s.
- Terry, P.D., Rohan, T.E., Walk, A. (2003). Intakes of fish and Marine fatty acids and the risk of cancer of breast and prostate and of other hormone-related cancer: a review of the epidemiologic evidence. *Am J Clin Nutr*, 77: 532-543.
- Tokusoglu, Ö., Ünal, K.M. (2002). Optimized method for simultaneous determination of catechin, gallic acid, and methylxanthine compounds in chocolate using RP-HPLC. *Eu Food Res Technol*, 215(4):340-346.
- Tomaru, M., Takano, H., Osakabe, N., Yasuda, A., Inoue, K.I., Yanagisawa, R., Uematsu, H. (2007). Dietary supplementation with cacao liquor proanthocyanidins prevents elevation of blood glucose levels in diabetic obese mice. *Nutr*, 23(4): 351-355.
- Tournier, C., Sulmont-Rosse, C., Guichard, E. (2007). Flavour perception: Aroma, taste and texture interactions. *Food*, 1(2), 246–257.
- Tunail, N. (2009). *Mikrobiyoloji*. Pelin Ofset Tipo Matbaacılık, Ankara, Türkiye, 434 s. ISBN: 978605-603-62-0-0.
- Wang, H., Cao, G., Prior, R.L. (1996). Total antioxidant capacity of fruits, *J Agric Food Chem*, 44:701-705.
- Wang, J.F., Schramm, D.D., Holt, R.R., Ensunsa, J.L., Fraga, C.G., Schmitz, H.H., Keen, C.L. (2000). A doseresponse effect from chocolate consumption on plasma epicatechin and oxidative damage. *J Nutr*, 130:2115–2119.
- Waterhouse, A.L., Shirley, J.R., Donovan, J.L. (1996). Antioxidants in chocolate. *The Lancet*, 348(9030):834.
- Watkins, B.A. (1991). Importance of essential fatty acids and their derivatives in poultry. *J. Nutr*, 121:1475-1485.
- West, S.G., McIntyre, M.D., Piotrowski, M.J, Poupin, N., Miller, D.L., Preston, A.G., Skulas-Ray, A.C. (2014). Effects of dark chocolate and cocoa consumption on endothelial function and arterial stiffness in overweight adults. *Br J Nutr*, 111(4):653-661.
- Yiğit, G.G. (2017). Kakaolu fındık kremasının fonksiyonel özelliklerini arttırmak amacıyla endüstriyel ekmek mayasının (*Saccharomyces cerevisiae*) kullanımı. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, Türkiye, 91 s.
- Yoo, K.M., Lee, K.W., Moon, B.K., Hwang, I.K. (2005). Antioxidant characteristics and preparation of chocolate added with sochungryong-tang (oriental medicinal plants extract). *Korean J Food Sci Anim Resour*, 21(5):585-590.