

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ALANINDA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Editör
Dr. Öğr. Üyesi Abdülkadir Dilber

Gıda Mühendisliği Alanında Güncel Yaklaşımlar

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Abdülkadir Dilber

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Dr. Öğr. Üyesi Abdülkadir Diber
Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Mart, 2025

Yayımcı Sertifika No
45813

Matbaa Sertifika No
47381

ISBN
978-625-6634-99-2

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres:Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B,
06480, Mamak, Ankara, Türkiye.
Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuskita.com
e-mail: platanuskita@gmail.com



PLATANUS PUBLISHING®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1.....	5
Gıda Güvenliği: Üreticiden Tüketicie Sorumluluk ve Riskler Özen Sökmen	
BÖLÜM 2.....	21
Gıda Renklendiricileri ve Sağlığımıza Etkileri Binnur Kaptan Günüş & Serap Kayışoğlu	
BÖLÜM 3.....	35
Enrichment of Cereal Products with Substances That Increase Their Nutritional Value Fatma Coşkun & Gizem Yılmaz	

BÖLÜM 1

Gıda Güvenliği: Üreticiden Tüketicie Sorumluluk ve Riskler

Özen Sökmen¹

¹ Dr., Bağımsız Araştırmacı, ORCID: 0000-0002-2126-094X

Giriş

Gıda güvenliği, üretimden tüketime kadar uzanan gıda tedarik zincirinin her adımında mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelerin önlenmesini gerektiren çok yönlü bir yaklaşımdır. Bu süreç, sadece üreticileri değil, perakendecileri, düzenleyici kuruluşları ve en nihayetinde tüketicileri de içine alan bir bütüncül sorumluluk anlamına gelmektedir. Yapılan araştırmalar, gıda güvenliğine dair yetersiz uygulamaların halk sağlığı ve ekonomi üzerinde ciddi olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir (Henson, 2003; Jaffee vd., 2019).

Gıda Güvenliğinin Temel Önemi ve Risk Faktörleri

Gıda kaynaklı hastalıklar, küresel ölçekte önemli bir halk sağlığı sorunu olup her yıl yaklaşık 600 milyon kişiyi etkilemekte, bunlardan 420.000'i ise hayatını kaybetmektedir (Azanaw vd., 2022). Özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde, gıda kaynaklı hastalıkların ekonomik yükünün 110 milyar ABD doları civarında olduğu tahmin edilmektedir (Jaffee vd., 2019). Bazı ülkeler bu konuda büyük çaplı salgınlara karşılaştırmıştır. Örneğin, Güney Afrika'da *Listeria spp.* nedeniyle yaşanan salgın, binlerce kişinin etkilenmesine ve ciddi ekonomik kayıplara yol açmıştır (Olanya vd., 2019; Unnevehr, 2022).

Gıda güvenliği riskleri, **mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel** tehlikeler olarak üç ana başlıkta incelenebilir:

- **Mikrobiyolojik Tehlikeler:** *Salmonella*, *Campylobacter* ve *Escherichia coli* gibi patojenler, gıda kaynaklı hastalıkların başlıca nedenleridir (Henson, 2003). Yanlış işleme, depolama ve taşıma uygulamaları bu patojenlerin hızla çoğalmasına sebep olabilir.
- **Kimyasal Tehlikeler:** Mikotoksinler ve tarımsal kimyasal kalıntılar, gıdada ciddi sağlık sorunlarına yol açan önemli risk faktörleridir. Tarımsal ilaçların veya katkı maddelerinin yanlış kullanımı hem insan hem de çevre sağlığını tehdit eder.
- **Fiziksel Tehlikeler:** Cam, metal veya plastik parçası gibi yabancı maddelerin gıdaya karışması üretim hattı sorunlarından kaynaklanabilir. Bu tür kontaminasyonlar tüketiciler için yaralanma ve boğulma gibi riskler taşır.

Hijyen Eksikliği ve Bilgi Yetersizliği

Dünya genelinde birçok salgının temelinde hijyen uygulamalarındaki yetersizlikler ve bilgi eksikliği yatmaktadır. Sokak gıda satıcılarının ve gıda işleyicilerinin hijyen ile ilgili eğitim almaması veya bu eğitimi yeterince içselleştirmemesi, hastalık yayılma hızını artırmaktadır (Gemeda vd., 2023; Meher vd., 2022). Ayrıca gıda işleyicilerinin düşük okuryazarlık seviyesine sahip olması, hijyen protokollerine uyumu daha da zorlaştırmaktadır (Samapundo vd., 2016; Adane vd., 2018).

Tüketiciler düzeyinde de gıda güvenliği konusundaki bilgi eksikliği büyük bir sorundur. Örneğin, az pişmiş veya çiğ gıdaların bilinçli tercih edilmesi; et, süt ve deniz ürünleri gibi yüksek riskli gıdalarda patojenik bakterilerin hayatta kalmasına neden olabilmektedir (Abebe vd., 2020; Käferstein, 2003; Soon vd., 2020). Bunun yanı sıra, çiğ ve pişmiş gıdaların aynı yüzeylerde işlenmesi, ekipmanların yeterince dezenfekte edilmemesi gibi yanlış uygulamalar, çapraz bulaşma riskini ciddi şekilde yükseltmektedir (Eves vd., 2010). Ev ortamında da hijyen eksikliği ve düşük gıda güvenliği farkındalığı, salgınların önemli bir kısmının kaynağını oluşturmaktadır (Lien vd., 2020).

Gıda Güvenliği Kültürü ve Kurumsal Yaklaşımlar

Gıda güvenliği kültürü, bir işletmenin bütün çalışanlarıyla birlikte güvenli gıda üretme sorumluluğunu ne ölçüde benimsediğini ifade eden bir kavramdır. Günümüzde *HACCP*, *ISO 9001* ve *ISO 22000* gibi standartlar sayesinde üretim süreçlerinde hijyen uygulamalarını geliştirici kontrol sistemleri uygulanmaktadır (Tang vd., 2013). Fakat bu sertifikasyon ve standartlara rağmen, denetimlerin sıklaşması tek başına gıda güvenliği olaylarını engellemeye yetmemiştir (Pingqiu vd., 2013).

Uluslararası ölçekte, gıda güvenliği kültürünün geliştirilmesine yönelik çeşitli modeller ve ölçme araçları gündeme gelmektedir. Örneğin, SGS tarafından geliştirilen **VEST framework** ve Taylor Shannon International'ın sunduğu **Culture Excellence** gibi ticari yaklaşımlar; işletmelerin mevcut kültür düzeyini analiz etmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için kullanılmaktadır (Taylor vd., 2015, Jespersen vd., 2016). Ancak bu değerlendirme araçlarının bilimsel geçerlilik ve güvenilirliklerinin nasıl sağlanacağı konusunda henüz evrensel bir çerçeve bulunmamaktadır (Fatimah, Arendt ve Strohbehn, 2014; Ball, Wilcock ve Colwell, 2010; Kinsey, 2005). Bu durum, “gıda güvenliği kültürü”nün ölçülmesinde ortak bir metodolojinin eksikliğine işaret etmektedir (Jespersen, Griffiths ve Wallace, 2017).

Gıda güvenliği validasyon çalışmaları genellikle kontrol tedbirleri, analiz yöntemleri ve tehlike tanımlama süreçlerine odaklansa da (örn. FAO & WHO, 2008, 2003), işletmelerin gıda güvenliği kültürünü değerlendirmeye yarayan “kognitif” araçların validasyonu henüz kapsamlı bir şekilde ele alınmamıştır (FAO & WHO, 2022; Jespersen, Griffiths, & Wallace, 2017). Validite ve güvenilirlik analizlerinde kullanılan Cronbach’s alpha ve Pearson korelasyon katsayısı gibi istatistiksel yöntemlerin yanı sıra, kültürel ve dilsel uyum da dikkate alınmalıdır (Cohen, Manion, & Morrison, 2007; Fitzner, 2007; Taherdoost, 2016; Tsang, Royse, & Terkawi, 2017; Jespersen et al., 2017; Roberts & Priest, 2006).

Üreticiler, Tüketiciler ve Düzenleyiciler Arasındaki İş Birliği

Gıda güvenliği, tüm paydaşların ortak çabasıyla mümkün hale gelmektedir. Üreticiler, standartlara uyumlu üretim ve işleme süreçleriyle sorumluyken; perakendeciler hijyen koşullarını koruyarak tedarik zincirinin son halkasına güvenilir ürün ulaştırmak zorundadır (Kinsey, 2005). Tüketiciler ise son kullanımda hijyen kurallarını uygulamak ve uygun pişirme teknikleriyle patojenleri etkisiz hâle getirmekle yükümlüdür. Son olarak, düzenleyici otoritelerin periyodik denetimleri ve yaptırımları, gıda güvenliği standartlarının sürdürülebilirliği için kritik önem taşır (Pingqiu vd., 2013).

Özellikle, sokak gıda satıcılarının eğitimi ve sürekli denetimi, düşük gelirli bölgelerdeki gıda kaynaklı hastalık oranlarının azalmasında doğrudan etkilidir (Gemedra vd., 2023; Meher vd., 2022). Ayrıca, evde gıda hazırlama konusunda bilinçlendirici kampanyalar ve medya yoluyla farkındalık çalışmaları, bireysel hijyen uygulamalarının yaygınlaştırılmasına katkı sağlayabilir (Byrd-Bredbenner vd., 2007; Unnevehr, 2022).

Gıda güvenliği, mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikelerin kontrol altına alınmasında disiplinler arası ve bütüncül bir yaklaşım gerektirir. Üretim tesislerinden perakende satış noktalarına, hatta ev mutfaklarına kadar uzanan tedarik zincirinde, tüm aktörlerin sorumluluğu ortaktır. Hijyenin sağlanması, çapraz bulaşma risklerinin en aza indirilmesi, uygun pişirme ve saklama koşullarına uyulması gibi temel kuralların uygulanması, salgınların önlenmesinde kilit rol oynar.

Bununla birlikte, gıda güvenliği kültürünün geliştirilmesi ve bu kültürün ölçülebilir kriterlerle değerlendirilebilmesi önemlidir. Bu kapsamda geliştirilen ticari ve bilimsel araçların geçerliliği, güvenilirliği ve evrensel bir metodoloji çerçevesinde standartlaştırılması gerekmektedir (Jespersen vd., 2014). Eğitim,

denetim ve sürekli iyileştirme odaklı politikalar sayesinde hem tüketici sağlığının korunması hem de ekonomik kayıpların azaltılması mümkün olacaktır. Gıda güvenliği konusunda atılacak her adım, toplum sağlığının yanı sıra sürdürülebilir gıda tedarik zincirlerinin inşasına da hizmet edecektir.

İŞLEME TESİSLERİNDE ÇAPRAZ BULAŞMA: SEBEPLERİ, SONUÇLARI VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ

Çapraz bulaşma, kontamine olmuş yüzey, alet veya gıdanın temas etmesiyle patojenik mikroorganizmaların başka bir gıdaya veya yüzeye aktarılması olarak tanımlanır (Reij vd., 2004). Özellikle tüketime hazır gıdalarda patojen aktarımı gerçekleştiğinde ve ek bir inaktivasyon aşaması uygulanmadığında, önemli bir gıda güvenliği riski oluşturur. Avrupa'daki gıda kaynaklı hastalık salgınlarının önemli bir kısmının çapraz bulaşma sonucu ortaya çıktığı belirtilmektedir (WHO, 1992). İngiltere'de yapılan vaka analizlerinde ise gıda kaynaklı hastalıkların %57'sinin çapraz bulaşmayla ilişkili olduğu raporlanmıştır (Redmond vd., 2004).

Araştırmalar, el yıkama, temas yüzeylerinin temizliği ve ekipman dezenfeksiyonu gibi temel uygulamalardaki eksikliklerin çapraz bulaşma riskini ciddi boyutlarda artırdığını göstermektedir (Phang & Bruhn, 2011; Scott & Herbold, 2010). Örneğin, mutfak tezgâhlarında, kesme tahtalarında ve bulaşık süngerlerinde yüksek düzeyde bakteriyel kontaminasyon tespit edilmiştir (Donofrio vd., 2012). Benzer şekilde, gıda işleyicilerin çiğ ve pişmiş ürünleri aynı yüzeyde işlemesi, *Salmonella* gibi patojenlerin hızla yayılmasına olanak tanımaktadır (Eves vd., 2010; Cogan vd., 2002). Reij ve arkadaşlarının (2004) bir inceleme makalesinde belirttiği gibi, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan bir anket, Avrupa'daki gıdaya bağlı salgınların önemli bir kısmının çapraz bulaşmaya dayandığını göstermiştir. Bu ankette, hazır gıdalarda patojenlerin varlığına katkı sağlayan faktörler arasında yetersiz hijyen (%1,6), çapraz bulaşma (%3,6), uygun olmayan işlem ve depolama koşulları (%4,2), kontamine ekipman (%5,7) ve personel kaynaklı bulaşma (%9,2) yer almaktadır. Birleşik Krallık'ta bilinen nedenlere dayandırılan salgınların %57'sinin çapraz bulaşmadan kaynaklandığı belirlenmiştir. Yapılan gözlemler, gıda işleyicilerinin ve tüketicilerin büyük bir kısmının gıda güvenliği protokollerine tam olarak uymadığını göstermiştir (Byrd-Bredbenner vd., 2007; Kendall vd., 2004). ABD'de gerçekleştirilen video kayıt analizlerine dayalı çalışmalarda, gıda işleme zincirinde yer alan çalışanların el yıkama prosedürlerine yeterince uymadığı ve bunun da çapraz bulaşma riskini artırdığı gözlemlenmiştir (Phang & Bruhn, 2011; Scott & Herbold, 2010). Donofrio ve arkadaşlarının (2012) yaptığı çalışmada, mutfak yüzeylerinde, bulaşık süngerlerinde, kesme tahtalarında ve tezgâhlarda

yoğun bakteriyel kontaminasyon tespit edilmiştir. Cogan ve arkadaşlarının (2002) İngiltere'nin Bristol kentinde gerçekleştirdiği bir başka çalışmada, geceden bekletilen kişisel koruyucu ekipmanlarda yıkanmalarına rağmen $>10^3$ cfu/g *Salmonella* türü, kesme tahtalarında $>10^2$ cfu/g *Campylobacter* türü ve diğer patojenler tespit edilmiştir.

Salmonella, *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes* ve *Escherichia coli* gibi patojenler, gelişmiş ve gelişen ülkelerde halk sağlığı için önemli tehditler oluşturmaktadır (EFSA, 2010). Bu patojenlerin dinamikleri, insan yaşam tarzı, endüstri, teknoloji ve seyahat gibi faktörlerden etkilenebilir (Foley, Lynne & Nayak, 2008). *Listeria monocytogenes* düşük sıcaklıklarda da çoğalabilen bir bakteri olup, özellikle tüketime hazır gıdalarda ciddi bir tehdit oluşturur. *Escherichia coli* O157:H7 ise özellikle çiğ veya az pişmiş etlerde, pastörize edilmemiş süt ve sebzelerde önemli bir bulaş kaynağıdır (Allerberger vd., 2002). Avrupa Birliği'nde (AB) 2008 yılında *Salmonella* vakaları 131.468 olarak rapor edilmiş ve bu hastalık, *Campylobacter* sonra en yaygın zoonotik hastalık olarak bildirilmiştir (EFSA, 2010). *Salmonella Enteritidis* ve *Salmonella Typhimurium*, AB ve ABD'de en yaygın serotiplerdir (Centers for Disease Control, 2006). Ancak, Avustralya'da serotip dağılımı coğrafi farklılıklar göstermektedir (Yates, 2011). *Salmonella* ve diğer patojenler genellikle hayvansal gıdalardan bulaşmakta olup, çiğ veya yetersiz pişmiş et ürünleri, pastörize edilmemiş süt ürünleri ve kontamine sebzeler yaygın bulaş kaynakları arasında yer almaktadır (Haeghebaert vd., 2003; Swartz, 2002).

Çapraz bulaşma ve yeniden bulaşmanın önlenmesi için hijyen uygulamalarının sıkı şekilde uygulanması gerekmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO, 1992) göre, gıda kaynaklı salgınların %25'i yetersiz hijyen, kontamine ekipman ve hatalı işleme nedeniyle oluşmaktadır. Bu nedenle, çapraz bulaşmanın önlenmesi amacıyla kesme tahtaları, bıçaklar ve diğer mutfak gereçlerinin ham ve pişmiş gıdalar için ayrı kullanılması, yüzeylerin düzenli olarak dezenfekte edilmesi ve el hijyenine azami özen gösterilmesi gerekmektedir. Gelecekte yapılacak araştırmalar, gıda kaynaklı salgınlarda çapraz bulaş yollarının belirlenmesine yönelik daha fazla veri sunmalıdır. Özellikle yüksek riskli gıda üretim tesislerinde, ham madde kabulünden nihai ürün sevkiyatına kadar tüm aşamalarda sıkı denetimlerin uygulanması gerekmektedir. Personel hijyen protokollerine uyulması, ekipmanların düzenli olarak temizlenmesi ve sanitasyon prosedürlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi, olası kontaminasyon risklerini en aza indirir. Ayrıca, çalışanlara düzenli olarak verilen hijyen ve gıda güvenliği eğitimleri, farkındalığın artırılmasına ve uygulamaların sürdürülebilirliğine katkı sağlar. Bu önlemlerin titizlikle

uygulanması, gıda kaynaklı salgınların önlenmesine ve tüketici sağlığının korunmasına önemli ölçüde yardımcı olmaktadır.

Ev Ortamında Gıda Kaynaklı Hastalıklar ve Çapraz Bulaşma Riski

Gıda kaynaklı hastalıklar genellikle restoranlar, kafeteryalar ve barlarla ilişkili olarak algılanmaktadır. Ancak, evde tüketilen gıdalardan kaynaklanan hastalıklar, dışarıda tüketilenlere kıyasla üç kat daha fazla görülmektedir (Chen vd., 2009). Birçok ülkede bildirilen gıda kaynaklı hastalık salgınlarının %87'ye varan bir oranı evde hazırlanan veya tüketilen gıdalarla ilişkilidir. Özellikle *Salmonella* ve *Campylobacter* gibi patojenler ev ortamında yaygın olarak bulunmakta ve ciddi gıda kaynaklı hastalıklara yol açmaktadır (Worsfold & Griffith, 1997).

Ev mutfaklarında mikrobiyal kontaminasyonun yaygınlığını inceleyen çalışmalar, mutfak ortamının banyo alanlarına kıyasla daha fazla fekal ve toplam koliform ile kontamine olduğunu göstermiştir (Rusin, Orosz-Coughlin & Gerba, 1998). Ev mutfaklarında *Escherichia coli*, *Salmonella* ve *Campylobacter* gibi bakteriler sıklıkla tespit edilmiştir (Sperber, 2007). Ev içinde patojenlerin bulaşması insanlar, gıdalar, su, evcil hayvanlar ve haşereler aracılığıyla gerçekleşmektedir (Chen vd., 2009). Bununla birlikte, uygun hijyen uygulamalarının uygulanması halinde gıda kaynaklı patojenlerin bulaşma riskinin büyük ölçüde azaltılabileceği belirtilmiştir (Walker, 1996).

Tüketicilerin gıda güvenliği uygulamaları, hastalıkların önlenmesinde kritik bir rol oynamakta ve "gıda güvenliğini sağlamada son savunma hattı" olarak tanımlanmaktadır (Zhang & Penner, 1999). Gıda zincirinin tüm aşamalarında iş birliği gerekmekte olup, tek bir aşama sorumlu tutulamaz (WHO, 1997). Bu nedenle, etkili gıda güvenliği stratejileri eğitim ve yasal düzenlemelerin entegrasyonunu gerektirmektedir (Jespersen & Wallace, 2017).

Birçok ülkede tüketicileri bilinçlendirmek amacıyla gıda güvenliği politikaları uygulanmaktadır. Birleşik Krallık'ta Gıda Standartları Ajansı (FSA), kamu sağlığının korunması ve tüketici çıkarlarının gözetilmesi konusunda bağımsız bir yapı olarak faaliyet göstermektedir (WHO, 2000). Benzer şekilde, ABD'de Tarım Bakanlığı, Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) ve çeşitli federal kurumlar, Avustralya ve Yeni Zelanda'da ise ANZFA gıda güvenliği politikalarını koordine etmektedir (WHO, 2000). Türkiye'de ise gıda güvenliği denetimleri ve politikaları, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Ayrıca, tüketicilerin gıda güvenliği ile ilgili şikâyet ve ihbarlarını iletebilmeleri için ALO 174 Gıda Hattı oluşturulmuştur. Ev mutfağında uygun gıda işleme uygulamalarının

benimsenmesi, patojen yayılımının ve hastalık riskinin azaltılmasında temel bir unsurdur (U.S. Environmental Protection Agency vd., 1997).

Araştırmalar, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria* ve *E. coli* gibi patojenlerin tüketici mutfaklarında yaygın olduğunu ve özellikle çiğ tavuk gibi gıdaların büyük bir risk taşıdığını göstermiştir (Gruijters, 2020). Yapılan çalışmalar, tüketicilerin %85'inin evde her gün yemek hazırladığını ve %90-95'inin düzenli olarak taze et tükettiğini ortaya koymuştur (Williamson, Gravini & Lawless, 1992). Bu durum, evde hijyen prosedürlerine uyulmasının önemini daha da artırmaktadır (Woodburn & Van-De-Riet, 1985). Gıda güvenliği konusunda tüketicilerin bilgi, tutum ve davranışlarını anlamaya yönelik birçok araştırma yürütülmüştür (Sperber, 2007). Ancak, tüketici davranışları üzerine yapılan araştırmalar genellikle anekdotsal verilerle sınırlıdır (Evans vd., 1996). Gıda zehirlenmesi vakalarının analizine dayalı geriye dönük incelemeler, tüketicilerin gıda güvenliği davranışlarına ilişkin sınırlı bilgi sağlamaktadır. Bu nedenle, tüketicilerin gıda güvenliği konusundaki bilgi seviyelerini, tutumlarını ve uygulamalarını değerlendiren çalışmalar, etkili eğitim stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik önem taşımaktadır (Williamson, Gravini & Lawless, 1992).

GIDA GÜVENLİĞİ STANDARTLARI VE KÜRESEL TEDARİK ZİNCİRİNDEKİ ETKİLERİ

Gıda Güvenliği Standartları ve Düzenleyici Değişiklikler

Gıda güvenliği, tüketici sağlığını korumak ve küresel ticaretin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından kritik bir öneme sahiptir. Ancak geçmişte yaşanan büyük skandallar, gıda güvenliği yönetim sistemlerinin (FSMS) önemini ortaya koymuş ve uluslararası düzenlemelerin sıkılaştırılmasına neden olmuştur. Bunlar arasında 1996 yılında BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy) krizinin, 1999'daki dioksin içeren hayvan yemi skandalının, 2003 yılında H5N1 kuş gribinin, 2007'de Çin'de melaminle kontamine bebek maması krizinin ve 2009'da domuz gribi (H1N1) salgınının yer aldığı bilinmektedir. Bu olaylar hem kamu hem de özel sektörde gıda güvenliği standartlarının daha katı hale getirilmesine yol açmıştır (Hou, Grazia ve Malorgio, 2015).

Avrupa Birliği (AB), 2002 yılında yürürlüğe giren (EC) No 178/2002 sayılı düzenleme ile gıda güvenliği politikalarını daha sıkı hale getirmiştir. Bu düzenleme kapsamında, ithal edilen gıdaların da yerel üreticilere uygulanan standartlara uygun olması zorunlu kılınarak, AB küresel ticarete önemli bir düzenleyici otorite haline gelmiştir. Ancak gelişmekte olan ülkeler, bu sıkı

standartların uluslararası pazarlara erişimi zorlaştırdığını ve haksız rekabete yol açtığını savunmaktadır (Mensah & Julien, 2011).

Gıda güvenliği skandallarının sık yaşanması, uluslararası ticarete güvenilirliği artırmak için hem kamu hem de özel sektör tarafından belirlenen standartların titizlikle uygulanmasını gerektirmiştir. 2000 yılında gıda sektöründeki liderler tarafından Küresel Gıda Güvenliği İnisiyatifi (GFSI) oluşturulmuştur. Bu girişim, BRC (British Retail Consortium), IFS (International Featured Standards), GlobalG.A.P., FSSC 22000, SQF Code, Primus GFS, CanadaGAP, GRMS, Global Aquaculture Alliance, AsiaGap ve JFSM gibi özel standartları küresel düzeyde uyumlu hale getirmeyi amaçlamaktadır. GFSI standartları, Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri (FSMS), Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP) ve İyi Üretim Uygulamaları (GMP) olmak üzere üç temel kategoride düzenlenmiştir. Luning vd. (2008), HACCP ve GMP'nin gıda güvenliği yönetim sistemlerinin etkinliğini artırmada kritik öneme sahip olduğunu belirtmektedir. BRC standardı, ilk olarak 1998 yılında yayınlanmış olup yönetim taahhüdü, HACCP'ye dayalı gıda güvenliği planı, gıda güvenliği yönetim sistemi, tesis standartları, ürün kontrolü, süreç kontrolü ve personel hijyeni olmak üzere yedi ana bölümden oluşmaktadır. Avrupa Birliği, 2005 yılında yürürlüğe giren mevzuat ile tüm gıda tedarik zincirinde izlenebilirlik zorunluluğunu getirmiştir. İzlenebilirlik sistemleri, gıda krizleri durumunda ürünlerin geri çağırılmasını kolaylaştırarak şirketlerin itibarını koruma ve mali kayıpları en aza indirme açısından önemli bir rekabet avantajı sağlayabilir (Bevilacqua, Ciarapica & Giacchetta, 2009).

Gelişmekte Olan Ülkeler Açısından Özel Standartların Önemi

Gıda güvenliği standartları, gelişmiş ülkeler için tüketici sağlığını korumanın yanı sıra tedarik zinciri güvenliğini artırmak açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, gelişmekte olan ülkeler için bu standartlar hem fırsatlar hem de engeller yaratmaktadır. Özel standartlar, gıda güvenliği ve kalite yönetim süreçlerinde teknik kapasitelerin artırılmasını sağlarken, ihracat pazarlarına erişimi kolaylaştırarak daha yüksek katma değerli ürünlerin üretilmesine katkıda bulunmaktadır. Aynı zamanda, insan ve fiziksel sermayenin gelişmesini teşvik ederek sürdürülebilir kalkınmayı desteklemektedir (Fulponi, 2006).

Ancak, bu standartların yerine getirilmesi ciddi zorluklar da barındırmaktadır. Yüksek sertifikasyon ve uyum maliyetleri, küçük ve orta ölçekli işletmelerin büyük üreticilerle rekabet edememesi ve standartlara uyum için gerekli altyapının ve teknik bilginin yetersiz olması gibi faktörler, gelişmekte olan ülkeler için ticari bariyerler oluşturabilmektedir (Giacomarra vd., 2016). Örneğin, küçük üreticiler

için maliyetler yüksek olabilmekte ve gıda güvenliği belgeleri almak ciddi finansal yatırımlar gerektirmektedir. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelerde, bu standartların gerektirdiği teknolojik altyapının eksikliği, uyum sürecini zorlaştırmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerdeki hükümetlerin ve özel sektörün, bu standartlara uyumu artırmak için stratejiler geliştirmesi gerektiği belirtilmektedir (Jaffee ve Masakure, 2005). Bu doğrultuda, Latin Amerika ülkelerinde yapılan bir araştırma, bölgedeki firmaların BRC gibi özel standartları uygulama motivasyonlarını ve karşılaştıkları engelleri analiz ederek küresel gıda güvenliği yönetim sistemlerine entegrasyonlarını anlamayı hedeflemiştir. Ayrıca, gelişmekte olan ülkeler için eğitim ve teknik destek programlarının artırılması, bu ülkelerin küresel pazarlarda rekabet edebilirliğini güçlendirebilir.

Sonuç olarak, gıda güvenliği standartları, küresel tedarik zincirlerinde güvenli ve kaliteli gıda üretimini sağlamanın yanı sıra tüketici sağlığını koruma ve izlenebilirliği artırma açısından kritik bir rol oynamaktadır. Gelişmiş ülkeler için bu standartlar gıda güvenliğinin sürdürülebilirliğini sağlarken, gelişmekte olan ülkeler için hem fırsatlar hem de zorluklar yaratmaktadır. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelerin yüksek uyum maliyetleri ve teknik gereklilikler nedeniyle rekabet etmekte zorlanması, küresel ticarete adil bir denge oluşturulmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda, gelişmekte olan ülkelerin gıda güvenliği standartlarına uyumunu artırmak için altyapı yatırımları, teknik eğitim programları ve finansal destek mekanizmalarının güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Kamu ve özel sektör iş birliği ile geliştirilecek kapsayıcı politikalar hem küresel gıda güvenliğini artıracak hem de ticaretin daha adil ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Abebe, G. K., Bahn, R. A., Chalak, A., & Yehya, A. A. K. (2020). Drivers for the implementation of market-based food safety management systems: Evidence from Lebanon. *Food Science & Nutrition*, 8, 1082–1092.
- Adane, M., Teka, B., Gismu, Y., Halefom, G., & Ademe, M. (2018). Food hygiene and safety measures among food handlers in street food shops and food establishments of Dessie town, Ethiopia: A community-based cross-sectional study. *PLoS One*, 13(5), e0196919. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196919>
- Aithal, A., & Aithal, P. (2020). Development and validation of survey questionnaire & experimental data—A systematical review-based statistical approach. *International Journal of Management, Technology, and Social Sciences*, 5(2), 233–251.
- Allerberger, F., Liesegang, A., Grif, K., Khaschabi, D., Prager, R., & Huemer, H. P. (2002). Occurrence of *Escherichia coli* O157 in Austria. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 21(6), 482–486.
- Azanaw, J., Engdaw, G. T., Dejene, H., Bogale, S., & Degu, S. (2022). Food hygiene knowledge, and practices and their associated factors of street food vendors in Gondar city, Northwest Ethiopia, 2021: A cross-sectional study. *Heliyon*, 8, e11707.
- Ball, B., Wilcock, A., & Colwell, S. (2010). Tool for measuring food safety climate. *Journal of Food Protection*, 73, 84.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F., & Giacchetta, G. (2009). Business process reengineering of a supply chain and a traceability system: A case study. *Journal of Food Engineering*, 13(1), 22–35.
- Byrd-Bredbenner, C., Berning, J., Martin-Biggers, J., & Quick, V. (2007). Food safety in home kitchens: A synthesis of the literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 4(1), 9–30.
- Byrd-Bredbenner, C., Maurer, J., Wheatley, V., Schaffner, D., Bruhn, C., & Blalock, L. (2007). Food safety self-reported behaviors and cognitions of young adults: Results of a national study. *Journal of Food Protection*, 70(8), 1917–1926.
- Centers for Disease Control. (2006). Investigation update: Multistate outbreak of *E. coli* O157 infections linked to fresh spinach. Retrieved from <https://www.cdc.gov>
- Chen, Y., Scott, V. N., Freier, T. A., Kuehm, J., Moorman, M., Meyer, J., Morille-Hinds, T., Post, L., Smoot, L. A., Hood, S., Shebuski, J., & Banks, J. (2009). Control of *Salmonella* in low-moisture foods. *Food Protection Trends*, 29(6), 435–445.
- Cogan, T. A., Bloomfield, S. F., & Humphrey, T. J. (2002). The effectiveness of hygiene procedures for prevention of cross-contamination from chicken

- carcasses in the domestic kitchen. *Letters in Applied Microbiology*, 33(2), 131–136. <https://doi.org/10.1046/j.1472-765X.2001.00964.x>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). Routledge.
- Donofrio, R. S., Bechanko, R., Hitt, N., O'Malley, K., Charnauski, T., Bestervelt, L. L., Saha, R., & Saha, N. (2012). Are we aware of microbial hotspots in our household? *Journal of Applied Microbiology*, 113(5), 1064–1072.
- EFSA (European Food Safety Authority). (2010). The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, and food-borne outbreaks in the European Union in 2008. *EFSA Journal*, 8(1), 1496.
- European Commission. (2021). Commission Regulation (EU) 2021/382 of 3 March 2021 amending the annexes to Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council on the hygiene of foodstuffs as regards food allergen management, redistribution of food, and food safety culture. *Official Journal of the European Union*.
- European Parliament and Council. (2002). Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. *Official Journal of the European Communities*, L31, 1–24.
- Evans, M. R., Tromans, J. P., Dexter, E. L. S., Ribeiro, C. D., & Gardner, D. (1996). Consecutive *Salmonella* outbreaks traced to the same baker. *Epidemiology and Infection*, 116(2), 161–167.
- Eves, A., & Bielby, G. (2010). The role of food safety education in the food industry: Improving cross-contamination knowledge and practice. *Food Control*, 21(12), 1662–1667.
- Eves, A., Bielby, G., Egan, B., Lumbers, M., Raats, M., & Adams, M. (2010). Food safety knowledge and behaviours of children (5-7 years). *Health Education Journal*, 69(1), 21–30.
- FAO & WHO. (2003). *Harmonized IUPAC guidelines for single-laboratory validation of methods of analysis (CAC/GL 49-2003)*. FAO/WHO Joint Commission.
- FAO & WHO. (2008). *Guidelines for the validation of food safety control measures (CAC/GL 69-2008)*. FAO/WHO Joint Commission.
- FAO & WHO. (2022). *General principles of food hygiene (CXC 1-1969)*. Codex Alimentarius International Food Safety Standards.
- Fatimah, U. Z. A. U., Arendt, S. W., & Strohbehn, C. H. (2014). Food safety culture in onsite foodservices: Development and validation of a measurement scale. *Journal of Foodservice Management and Education*, 8(1), 1.
- Fitzner, K. (2007). Reliability and validity: A quick review. *Diabetes Educator*, 33(5), 775–780.

- Foley, S. L., Lynne, A. M., & Nayak, R. (2008). *Salmonella* challenges: Prevalence in swine and poultry and potential pathogenicity of such isolates. *Journal of Animal Science*, 86, 149–162.
- Fulponi, L. (2006). Private voluntary standards in the food system: The perspective of major food retailers in OECD countries. *Food Policy*, 31(1), 1–13.
- Gemeda, B. A., Amenu, K., Girma, S., Grace, D., Srinivasan, R., Roothaert, R., & Knight-Jones, T. J. D. (2023). Knowledge, attitude and practice of tomato retailers towards hygiene and food safety in Harar and Dire Dawa Ethiopia. *Food Control*, 145, 109441. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109441>
- Gemeda, B. A., Assefa, D., & Ayalew, H. (2023). Street food safety practices and risk perception of street vendors and consumers in Ethiopia: A review. *Journal of Food Safety*, 43(3), e13034.
- Giacomarra, M., Galati, A., Crescimanno, M., & Tinervia, S. (2016). The integration of quality and safety concerns in the wine industry: The role of third-party voluntary certifications. *Journal of Cleaner Production*, 112, 267–274. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.07.013>
- Gruijters, S. (2020). Using principal component analysis to validate psychological scales. *Bad Statistical Habits We Should Have Broken Yesterday II*.
- Haeghebaert, S., Sulem, P., Deroudille, L., Vanneroy-Adenot, E., Bagnis, O., Bouvet, P., & Grimont, F. (2003). Two outbreaks of *Salmonella enterica* serotype Enteritidis phage type 1 associated with the consumption of cheese made with raw milk in France. *Epidemiology & Infection*, 130(3), 453–460.
- Henson, S. (2003). The economics of food safety in developing countries. *ESA Working Paper*, 12, 3–19.
- Hou, J., Grazia, C., & Malorgio, G. (2015). Food safety standards and international trade: Evidence from China and the European Union. *Food Policy*, 55(1), 147–158.
- Jaffee, S., & Masakure, O. (2005). Strategic use of private standards to enhance international competitiveness: Vegetable exports from Kenya and elsewhere. *Food Policy*, 30(3), 316–333. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2005.05.009>
- Jaffee, S., Henson, S., Unnevehr, L., Grace, D., & Cassou, E. (2019). *The safe food imperative: Accelerating progress in low- and middle-income countries*. The World Bank.
- Jespersen, L., & Wallace, C. A. (2017). Triangulation and the importance of establishing valid methods for food safety culture evaluation. *Food Research International*, 100, 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.009>
- Jespersen, L., Griffiths, M., & Wallace, C. A. (2017). Comparative analysis of existing food safety culture evaluation systems. *Food Control*, 79, 371–379.
- Jespersen, L., Griffiths, M., Maclaurin, T., Chapman, B., & Wallace, C. A. (2016). Measurement of food safety culture using survey and maturity profiling tools. *Food Control*, 66, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.01.030>

- Käferstein, F. (2003). Actions to reverse the upward curve of foodborne illness. *Food Control*, 14(2), 101–109.
- Kendall, P. A., Elsbernd, A., Sinclair, K., Schroeder, M., Chen, G., Bergmann, V., Hillers, V. N., & Medeiros, L. C. (2004). Observation versus self-report: Validation of a consumer food behavior questionnaire. *Journal of Food Protection*, 67(11), 2578–2586.
- Kinsey, J. (2005). Food safety in three dimensions: Safety, diet quality, and bio-security. *Choices*, 20(4), 269–273.
- Lien, K.-W., Yang, M.-X., & Ling, M.-P. (2020). Microbial risk assessment of *Escherichia coli* O157:H7 in beef imported from the United States of America to Taiwan. *Microorganisms*, 8, 676.
- Luning, P. A., Marcelis, W. J., & Jongen, W. M. (2008). A conceptual model of food safety culture within food companies. *Trends in Food Science & Technology*, 19(3), 78–85.
- Meher, M. M., Afrin, M., Talukder, A. K., & Haider, M. G. (2022). Knowledge, attitudes and practices (KAP) of street food vendors on food safety in selected areas of Bangladesh. *Heliyon*, 8, e12166.
- Meher, S., & Meher, P. (2022). Challenges and opportunities in ensuring food safety in street vending. *International Journal of Food Microbiology*, 364, 109512.
- Mensah, L. D., & Julien, D. (2011). Implementation challenges of food safety standards in developing countries. *Food Control*, 22(8), 1216–1225.
- Olanya, O. M., Hoshide, A. K., Ijabadeniyi, O. A., Ukuku, D. O., Mukhopadhyay, S., Niemira, B. A., & Ayenie, O. (2019). Cost estimation of listeriosis (*Listeria monocytogenes*) occurrence in South Africa in 2017 and its food safety implications. *Food Control*, 102, 231–239.
- Phang, H. S., & Bruhn, C. M. (2011). Burger preparation: What consumers say and do in the home. *Journal of Food Protection*, 74(10), 1708–1716.
- Pingqiu, T., Songyou, L., & Yinghui, W. (2013). Cultural dimension of food safety in universities.
- Redmond, E. C., & Griffith, C. J. (2004). Microbiological and observational analysis of cross-contamination risks during domestic food preparation. *British Food Journal*, 106(8), 581–597.
- Reij, M. W., & Den Aantrekker, E. D. (2004). Recontamination as a source of pathogens in processed foods. *International Journal of Food Microbiology*, 91, 1–11.
- Rincon-Ballesteros, L., Lannelongue, G., & González-Benito, J. (2019). Implementation of the BRC food safety management system in Latin American countries: Motivations and barriers. *Food Control*, 106, 106715.
- Roberts, P., & Priest, H. (2006). Reliability and validity in research. *Nursing Standard*, 20(44), 41–46.

- Rusin, P., Orosz-Coughlin, P., & Gerba, C. (1998). Reduction of fecal coliform and heterotrophic plate count bacteria in the household kitchen and bathroom by disinfection with hypochlorite cleaners. *Journal of Applied Microbiology*, 85(6), 819–828.
- Samapundo, S., Thanh, T. N. C., Khaferi, R., & Devlieghere, F. (2016). Food safety knowledge, attitudes and practices of street food vendors and consumers in Ho Chi Minh City, Vietnam. *Food Control*, 70, 79–89.
- Scott, E., & Herbold, N. (2010). An assessment of food safety education provided to consumers in the United States. *Journal of Food Protection*, 73(5), 932–938.
- Soon, M., Brazier, A., & Wallace, C. A. (2020). Determining common contributory factors in food safety incidents: A review of global outbreaks. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 76–87.
- Swartz, M. N. (2002). Human diseases caused by foodborne pathogens. *Clinical Infectious Diseases*, 34(S3), S111–S122.
- Taherdoost, H. (2016). Validity and reliability of the research instrument; how to test the validation of a questionnaire/survey in a research. *International Journal of Academic Research in Management*, 5(3), 28–36.
- Tang, P., Li, S., & Wang, Y. (2013). Cultural dimension of food safety in universities. In *Proceedings of the 2013 International Conference on Advances in Social Science, Humanities, and Management (ASSHM-13)*. Atlantis Press.
- Taylor, J., Garat, J. P., Simreen, S., & Saredidine, G. (2015). An industry perspective: A new model of food safety culture excellence and the impact of audit on food safety standards. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 7(1), 78–89.
- Trochim, W. M. K. (2006). Reliability and validity. *Research Methods Knowledge Base*. Retrieved from [kaynak linki eklenmeli]
- Tsang, S., Royse, C. F., & Terkawi, A. S. (2017). Guidelines for developing, translating, and validating a questionnaire in perioperative and pain medicine. *Saudi Journal of Anaesthesia*, 11(5), 80.
- Unnevehr, L. J. (2022). Addressing food safety challenges in rapidly developing food systems. *Agricultural Economics*, 53, 529–539. <https://doi.org/10.1111/agec.12724>
- Walker, A. (1996). *Food safety in the home*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- WHO (World Health Organization). (1992). *Foodborne disease: A growing public health problem*. Geneva: World Health Organization.
- WHO (World Health Organization). (2002). *Risk assessment of Salmonella in eggs and broiler chickens: Interpretive summary*. Geneva: WHO Library.
- Williamson, D. M., Gravini, R. B., & Lawless, H. T. (1992). Correlating food safety knowledge with home food preparation practices. *Food Technology*, 46(5), 94–100.

- Yates, A. (2011). The epidemiology of *Salmonella* outbreaks in Australia. *Australian Journal of Public Health*, 35(4), 372–378.
- Zhang, P., & Penner, K. (1999). Prevalence of selected unsafe food consumption practices and their associated factors in Kansas. *Journal of Food Safety*, 19(4), 289–297. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.1999.tb00244.x>

BÖLÜM 2

Gıda Renklendiricileri ve Sağlığımıza Etkileri

Binnur Kaptan Günüş¹ &
Serap Kayışoğlu²

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6268-7245>

² Doç. Dr. Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-1217-5540>

Giriş

Gıda ürünlerini duyuusal yönden cazip hale getirmek, uzun süre muhafaza etmek ve istenilen pek çok özelliğı vermek için, bileşimlerine bazı katkılar ilave edilir. Gıda katkı maddelerinin kullanım amaçları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Gıdaların daha uzun ömürlü olmasını sağlamak
- Gıdanın her türlü bozulmaya karşı dayanıklılığını artırmak
- Gıda maddesinin besin değerin bozulmasını ve kalitesinin düşmesini engellemek
- Gıdaların tat, lezzet ve kokularının çok daha güzel olmasını sağlamak
- Gıdaların görünüşlerini daha güzel bir hale getirmek
- Gıdaların şekil ve renklerini düzeltmek
- Gıdalarda hastalık oluşmasına neden olan mikroorganizmaların oluşmasına engel olmak
- Gıdanın organoleptik özelliklerini düzeltmek
- Gıdanın üretim, işleme, hazırlama, ambalaj, depo ve taşıma aşamalarında kolaylık sağlamaktır

Gıda katkı maddeleri hangi amaçla gıdaya katılmış olursa olsun; insan sağlığına zarar vermemelidir.

Gıdalar; işleme, depolama ve satışa sunma gibi çeşitli aşamalarda ısı, ışık, pH, oksijen gibi fiziksel ve kimyasal koşullara bağılı olarak renk solması veya kaybına uğramaktadırlar. Renklendiriciler gıda üretiminde, işleme sırasında, üretim sonrasında ya da depolama esnasında renk kaybı değişmelerini düzeltmek veya gıdaya renk kazandırmak için kullanılırlar. İşlenmiş ürünlerde standart renk oluşturmak açısından da renk maddeleri önemlidir. Gıdalara renklendirici katılmasının nedenlerini, doğal rengini artırmak ya da kaybolan rengini tekrar kazandırmak, üründe standart renk oluşturmak ve değişik renk tonları vermek olarak sıralayabiliriz. Ancak bozuk ve düşük kaliteyi maskelemek amacıyla kullanım yasaktır. Renk maddelerinin kullanımı uluslararası ve ulusal yasal düzenlemeler çerçevesindedir (Çakmakçı ve Çelik, 1994). Renklendirici maddeler kimyasal yapıları, elde ediliş kaynakları, kullanım özellikleri gibi birçok kimyasal ve fiziksel faktörlere bağılı olarak birbirlerinden ayrılmaktadır.

Renklendirici maddeler elde ediliş şekillerine göre doğal ve sentetik renk maddeleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Doğal renklendiriciler

Doğal renk maddeleri organik kökenli (bitkisel veya hayvansal organizma veya mikroorganizmalar tarafından sentez edilen) renk maddeleridir. Doğal renklendiriciler izole edilirler ve sertifikalı renklendiriciler gibi gıdaya eklenirler. Klorofiller, karotenoidler ve antosiyaninler bitkisel orjinli önemli renk maddeleridir. Doğal renklendiricilerden anotta, safran, kırmızı biber, üzüm kabuğu, çinko oksit, karamel, kırmızı pancar, turmerik, betalainler, koşinal (karmin), antosiyaninler, kurkumin ve klorofiller, karotenoidler yaygın olarak kullanılır. Doğal renk maddeleri gıdaların duyusal özelliklerinin yanı sıra besleyici özelliklerini de arttırdıkları için tercih edilmektedir (Özcan ve Bilek, 2018). Doğal boyalar üretim masrafları nedeni ile daha pahalıdır ve sentetik boyalar gibi kalıcılığa sahip değildirler. Işığa, yüksek ısı ile asitliğe karşı dirençli değildirler. Örneğin Annatto düşük pH'da portakal sarı renginden pembeye, klorofil ise yeşilden kahverengine dönüşmektedir (Özçelik, 1995). Peynir endüstrisinde sertifikalı renk maddelerinin kullanımı uygun değildir bu nedenle peynirlerde doğal boyalar tercih edilir. Margarin ve tereyağında da doğal boyalar daha uygundur (İçöz ve ark., 2008). Doğal renklendiriciler gösterdikleri çeşitli antioksidan, antibakteriyel, antimikrobiyal vb. etkilerinden dolayı son yıllarda ilgi odağı olmuşlardır (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Doğal renklendiricilerin faydaları, yapılan çalışmalar sayesinde ortaya çıkmış ve bazıları Avrupa'da onaylanıp E koduyla tanınmıştır. Antosiyaninler (E163), betalainler (E162), karotenoidler (E160 ve E161) ve antosiyanin olmayan fenolik bileşikler en yaygın olarak kabul edilen ve çalışılan doğal renklendiricilerdir (Martins ve ark., 2016, Martins ve ark., 2017). Kırmızı pancar (*Beta vulgaris L.*), suda çözünen ve değerli azotlu pigmentler içeren betalanin grubu bileşikler açısından oldukça zengindir. Kırmızı pancardan elde edilen doğal renklendirici (E 162), süt ürünleri (süt, dondurma, yoğurt, kefir gibi), meyve suları, tatlılar, kurabiyeler ve sosis gibi et ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Georgiev ve ark., 2010).

Sentetik renklendiriciler

Sentetik renklendiriciler kimyasal yapıları itibariyle doğada bulunmayan, kimyasal sentez yoluyla elde edilen maddelerdir (TGKY, 2013). Sentetik renk maddelerinin pek çok üstünlükleri vardır. Sentetik renklendiriciler ısıya, ışığa, asitlere, alkalilere ve koruyucu maddelere karşı stabil olduklarından raf ömürleri oldukça uzundur. Birçok farklı formda üretilmesi nedeniyle renk tonu aralıkları ve renklendirme güçleri yüksektir. Bu renk maddeleri öncelikle uygun

çözücüsünde çözündürülüp sonra üretime alınmaktadır. Toz, granül, sıvı, sulandırılmış ve macunsu gibi formda bulunurlar. Sentetik renk katkıları, boyalar ve boyar maddeler olmak üzere 2 grupta incelenirler. Boyalar suda çözünürken, boyar maddeler suda çözünmeyen pigmentlerdir. Boyalar, çözelti haline getirilerek gıda maddelerine katılırlar. Her ikisinin de belirli gıda maddelerinde kullanımının avantajları olabilir. Örnek olarak, gıda maddesinin su miktarı az, yağ miktarı fazla ise boyarmadde kullanımı daha uygundur (Erdoğan, 2007). Birçok sentetik boya gıda üretiminde kullanılmaktadır. Bunların kullanıldığı bazı gıdalar: şekerlemeler, dondurma, içecekler, salata sosları, konserve, sakızlar, sosis, reçel, unlu gıdalar, balık, hazır çorbalar, alkolsüz meşrubatlar, ketçap, yoğurt, şeker ve bisküvidir (Omaye, 2004). Sentetik renklendiricilerin kullanım miktarları tüketici sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda doğal renklendiricilerin kullanımına yönelik araştırmalar artmış olsa da sentetik renklendiriciler yiyecek ve içecek endüstrisinde en yaygın kullanılan grup olmaya devam etmektedir (Öztürk, 2018).

Yasal Düzenlemeler

Katkı maddelerinin sistematik bir şekilde ilk ele alınması 1956'da Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve FAO tarafından dünya ülkelerini kapsayan bir tarama çalışması ile gerçekleşmiştir. Birleşmiş Milletler düzeyinde Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda Tarım Örgütü (FAO)'nın ortaklaşa oluşturduğu Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC)'na bağlı GKM üzerinde çalışan Ortak Uzmanlar Komitesi (JECFA) katkı maddelerini ilgilendiren konularda önerilerde bulunan bir kuruluştur. JECFA katkı maddesi olarak kullanılan her kimyasal madde için toksikolojik çalışmaların düzenlenmesini, yürütülmesini ve sonuçlarının değerlendirmelerini üstlenmiş uluslararası bir kurumdur. CAC tarafından önerilen ilkeler Avrupa Birliği'ne (EC) bağlı Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından da benimsenmiştir. Amerika'da ise GKM konusunda düzenlemeler yapan kurum Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'dır. FDA'nın renklendiricilerin güvenli kullanımını belirlemek için birinci derecede yasal sorumluluğu bulunmaktadır. Bir üretici yeni bir gıda veya renklendirici maddeyi pazarlamadan önce onay almak için FDA'ya başvurmak zorundadır (FDA, 2010).

Gıda renklendiricilerinin güvenliğini değerlendirmek için Gıda Katkıları Ortak FAO/WHO Uzman Komitesi deney hayvanları üzerine toksikolojik çalışmaları ve insan klinik çalışmalarından elde edilen verileri temel alarak, izin verilen her renklendirici için kabul edilebilir günlük alım miktarını (ADI) belirlemiştir. Gıda katkı maddeleri üzerinde yapılan çalışmalar süreklilik taşıyor ve yeni bulgular çerçevesinde sürekli değerlendirilir (Yurttagül ve Ayaz, 2008).

Avrupa Birliği “Gıda Bilim Komitesi” kullanımına izin verdikleri gıda katkı maddelerine “E” kodu vermiştir. “E” kodu ülkemizde de kullanılmaktadır. “E” kodu “Europe”un baş harfi olan “E” ve üç rakamlı sayılardan oluşmaktadır.

Her ülkede katkı kullanımını düzenleyen bir ulusal mevzuat ve bunu uygulayan resmi ulusal kuruluşlar bulunmaktadır. Türkiye’de bu konuda düzenlemeler, uluslararası kuruluşlarca oluşturulan düzenlemeler ve standartlar baz alınarak hazırlanan “Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği”ne göre yapılmaktadır. Bu yönetmelikte katkı maddelerinin katılabileceği besinler ve miktarlar belirtilir (Artık ve ark.,2019). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’ne göre, gıda etiketinde içindikiler kısmında besine katılmış olan katkı maddesinin fonksiyonu ile adı veya E kodunun yazılması zorunludur. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’ne göre; gıda etiket bilgileri içinde renklendiricilerin bulunduğu besinlerin çocukların aktivite ve dikkatleri üzerinde olumsuz etkileri bulunabileceği, ek bilgisi yer almaktadır (Türk Gıda Kodeksi, 2013). Renklendiriciler E 100-180 kod aralığında yer almaktadır (Karatepe ve Ekerbiçer, 2017). Tüketicinin bilinçlendirilmesinde gıdanın etiketi çok önemlidir. Bilinçli tüketici gıda tercihinde kullanabilmektedir (Özgün ve Seylan Küşümler, 2020).

Tablo 1. Renk maddesi olarak kullanılan bazı boya maddelerinin kullanım alanları ve ADI değerleri (Martins ve ark., 2016)

KATKI MADDESİ	ADI mg/kg b.w.)	KULLANIM ALANLARI
E 102 Tartrazin	7,5 mg/kg b.w.	Alkolsüz içecekler, tatlılar, jöleler
E 110 Sunset Yellow	2,5 mg/kg b.w.	Alkolsüz içecekler, tatlılar, jöleler
E133 Brilliant blue FCF	10 mg/kg b.w.	Süt tozu, renkli içecekler, jöleler, şekerler, çeşniler, kremler, şuruplar, ekstrakt
E180 Lithol Rubin BK	1,5 mg/kg b.w.	Peynir kabuğu
E104 Quinoline yellow	10 mg/kg b.w.	Meyve ve sebze suyu
E124 Ponceau 4R	4 mg/kg b.w.	Alkolsüz içecekler, tatlılar, jöleler
E132 Indigo carmine(syn:indigotine)	5 mg/kg b.w.	Dondurma, tatlılar, unlu mamuller, şekerlemeler ve bisküviler
E131 Patent blue V	15 mg/kg b.w.	Viski yumurta ve jöleli tatlılar
E129 Allura Red AC	7 mg/kg b.w.	Alkolsüz içecekler ve işlenmiş etler
E123 Amaranth	0.8 mg/kg b.w.	İçecekler, alkollü içecekler ve balık yumurtası
E160a β-carotene	5 mg/kg b.w.	Soslar, süt, baharat karışımları, marinatlar, içecekler, kaplamalar, meyve suları, margarinler
E120 Carminic acid	5 mg/kg b.w.	Kekler, kurabiye, içecekler, reçel, jöle, dondurma, sosis, turtta, kurutulmuş balık, yoğurt, jelatin, elma şarabı, domates, süt ürünleri, kiraz, gazsız içecekler, sakız, hap ve öksürük damlaları

E122 Carmoisine (syn.: azorubine)	4 mg/kg b.w.	Blancmange, İsviçre ruloları, reçeller, jöleler, yoğurtlar, ekmek kıvrıntıları, gargara ve peynirli kekler
E127 Erythrosine	0.1 mg/kg b.w.	Kokteyller ve şekerli kirazlar
E124 Ponceau 4R	4 mg/kg b.w.	Alkolsüz içecekler, tatlılar, jöleler
E128 Red 2G (syn.: azophloxine)	0.1 mg/kg b.w.	Şekerleme ve et ürünleri
E142 Green S	5 mg/kg b.w.	Konserve bezelye, kek karışımları, nane jölesi ve sos
E141ii Copper chlorophyllin-complexes	7,5 mg/kg b.w.	Yeşil tablo taze zeytin

Gıdalarda Kullanılan Renklendiricilerin Sağlık Üzerine Etkileri

Gıdalara katılan gıda katkı maddelerin insan sağlığına olumsuz etkileri olduğu görülmüştür. Çok sayıda çalışmada, sentetik gıda katkı maddesi tüketmenin gastrointestinal, solunum, dermatolojik ve nörolojik reaksiyonlara neden olabileceğini saptanmıştır (Erkmen, 2010). Son yıllarda beslenme alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte, işlenmiş gıdaların tüketiminde artış olmuştur. Bunun sonucu olarak, kabul edilebilir günlük alım düzeylerinin (ADI değerinin) aşma riski artmıştır (Jain ve Mathur, 2015). Sertkaya (2008) deney hayvanları üzerindeki araştırmalarda yüksek dozlardaki yapay boyaların karaciğer, böbrek hasarına neden olduğu ve uzun süreli denemelerde karaciğer tümörüne dönüştüğünün görülmüş olduğunu belirtmiştir. Renklendiricilerin aşırı duyarlılık, astım, deri döküntüleri, migren, erken doğum, kanser, tiroid tümörü, kromozom zedelenmesi, aspirin duyarlılığı gibi rahatsızlıklara yol açtığı belirtilmiştir (Omaye, 2004).

Çocuklar ve adolesanlar renklendirici içeren içecekler, tahıllar, şekerlemeler ve parlak renkli gıdaları yüksek miktarda tüketebilmektedir (Büyükdere ve Ayaz, 2016). Yapılan bir çalışmada, çocuk yiyeceklerinde gıda boyalarından mavi, yeşil, kırmızı, sarı ve turuncu renkler denenmiştir. Çalışma sonucunda gıda boyalarının hiperaktivite ve dikkat eksikliği davranışına neden olduğunu, çocukların diyetlerinden yapay boyalar kaldırıldığında bu belirtilerin azaldığı ileri sürülmektedir (Shaywitz, 1997). Amchova ve ark., (2015)'da çocuklarda sentetik renklendiricilerin etkisinin önemli kişisel davranış bozuklukları, hiperaktivite ve dikkat eksikliği ile ortaya çıkabilmekte olduğunu belirtmişlerdir. Pandey ve Upadhyay (2012) yaptıkları çalışmada; Brilliant Blue, Tartrazine FD&C, Yellow No.5'in hiperaktivite bozukluğuna neden olduğunu ifade etmişlerdir. Dikkat eksikliği hiperaktivite ve konsantrasyon etkinliği bozukluğu üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirtilen en yaygın altı sentetik gıda renklendiricisi Tartrazine (E102), Quino-lone Yellow (E104), Sunset Yellow

FCF (E110), Carmoisine/Azorubine (E122), Ponceau 4R (E124), Allura Red AC (E129)'dir. Bu renklendiriciler özellikle şekerli ürünler ve içeceklere ilave edilmektedir (Martins ve ark., 2016). Gupta ve ark., (2006) Brilliant Blue FCF'nin karsinogenik olduğunu, nörolojik bozukluklara ve üreme bozukluklarına, çeşitli alerjilere, döküntüleri de kapsayan anafilaktik reaksiyonlara, nefes alma ve yutkunma güçlüklerine sebebiyet vermekte olduğunu belirtmişlerdir. Hatta aşırı kullanımının davranış bozukluklarına, gastrointestinal tümörlere, lenfomaya neden olabilen doku harabiyeti gibi sonuçlarının olabileceğini ifade etmişlerdir.

Brilliant Blue FCF (E133) süt ürünleri, tatlılar ve içeceklerde kullanılmaktadır. Farelerde beyin tümörüne sebep olduğuna dair bilgiler bulunduğu için, çocukların bu renklendiriciyi içeren ürünleri tüketmesi tavsiye edilmemektedir. Bu renklendirici İsveç, Fransa, İsviçre, Avusturya, Norveç, Almanya ve Belçika'da yasaklanmıştır (Kızgın ve Özkan, 2014).

Indigotin (E132) toz içecekler, buzlu ürünler ve şekerlemelerde kullanıldığı ve vücutta astım ve deri döküntüsü gibi sağlık sorunlarına neden olduğu belirtilmektedir (Çalışır ve Çalışkan, 2003). Price ve ark., (2006) Amerika'da kullanılması onaylanan azo boyalar grubuna giren 8 gıda boyasının (blue 1, blue 2, yellow 1, yellow 5, yellow 6, red 3, green 3) farelerde in vivo olarak kanserojenitesini araştırmayı amaçlamışlar ve boya kombinasyonlarında tümör oluşumu ve fare ölümlerinin arttığını gözlemlemişler.

Çalışmanın sonucuna göre bu gıda boyalarının kanserojen olduğu açıklanmıştır. Stevens ve ark., (2013) gıda renklendiricilerinin alerjik reaksiyondan çok, hassas bireylerde direkt farmakolojik etkiyle, ürtikerde prostaglandinler ve histamin salgıladığının düşünülmekte olduğunu ifade etmişlerdir. Bu renklendiricilerden bazıları; patent blue V (E131), tatrazin, allura red, brilliant blue (E133), sunset yellow, eritrosin (E127), ponceau 4R ile karmin, karminik asit ve koşinaldir (E120). İngiltere'de yapılan araştırmalarda renklendiricilerin kullanıldığı şekerleme ve meyveli içeceklerin çocuklarda gözle görülür davranış farklılıklarına ve hiperaktiviteye yol açtığı rapor edilmiştir. Bu nedenle İngiltere'de yiyeceklerde kullanılan katkı maddeleri ile çocuklarda görülen hiperaktivite davranışları arasında ilişki olması nedeniyle aileler uyarılmaktadır (Erkmen, 2010). McCann ve ark., (2007), gıda katkı maddelerinin çocuklarda görülen hiperaktiviteye etkisini araştırmak üzere üç ve sekiz-dokuz yaş gruplarında yaptıkları çalışmada yapay renklendiricilerin her iki grupta da hiper aktiviteyi artırdığını saptamışlardır. Lok ve ark., (2011) çocukların belirli sentetik boyalara karşı yetişkinlere göre daha hassas olabileceğini ve tüketim ve

maruz kalmanın oranının yetişkinlerden daha fazla olduğunu çalışmaların gösterdiğini belirtmişlerdir. Son yıllarda tüm gıda katkı maddelerinin güvenliği ve özellikle gıda boyaları hakkında genel bir endişe oluşmuştur.

Sağlığı olumlu yönde etkileyen renklendiriciler de bulunmaktadır. Domateste bulunan doğal renk pigmenti Likopen prostat ve rahim ağzı kanserini önlemede yardımcı olabilmektedir (Downham ve Collins, 2000). Kurkuminin antioksidan özellikte olup kanseri önleme, yara ve yanık durumlarında tedavi edici özellikte olduğu bilinmektedir (Beaglehole ve ark., 2011). Karotenoid cilt korunması ve hücre gelişiminde önemli bir molekül olan A vitamini ön maddesi olarak bilinen karotenin keşfedilmesiyle ortaya çıkmıştır (Solymosi ve ark., 2015). Betalainler, renklendirme özelliğinin yanı sıra antioksidan ve antiradikal özellikler gibi biyolojik özelliklere, oksidatif hasara karşı koruma, antimikrobiyal, antiproliferatif özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Martins ve ark., 2017; Vulić ve ark., 2013; Wang ve Yang, 2010). Alglerden elde edilen fikosiyanın, fikoeritrin, astaksantin, kantaksantin, β -karoten, lutein ve fukoksantin gibi pigment bileşenleri, ürünlerde besin desteği olarak veya gıdada renklendirici olarak kullanılmaktadır (İlter ve ark., 2017). Siyanobakterilerden elde edilen fikosiyanın besin değeri dışında, bağışıklık sistemini arttırıcı, kolesterol düşürücü, antioksidan, antiinflamatuvar, antiviral ve antikanserojen özellikler de göstermektedir (Cornejo, 1997).

Sağlıklı beslenme kavramının gelişmesiyle birlikte tüketiciler, işlenmiş ürünlerin bileşiminde daha fazla doğal bileşenin yer almasını istemekte ve bu özelliği sağlayan ürünlere yönelmektedirler. Sentetik renklendiricilerin sağlık üzerine yan etkilerinin bulunması nedeniyle doğal renklendiricilere talep her geçen gün artmaktadır (İlter ve ark., 2017).

Tüketicilerin renklendirici katkı maddelerine bakışı

Kayısoğlu ve Kaptan (2021) ‘Tüketicilerin renklendirici katkı maddelerine bakışına eğitim düzeyinin, cinsiyet ve yaş aralığının etkisini araştırmak’ üzere yaptığı çalışmada katılımcıların eğitim seviyesi ile gıda katkı maddeleri, E kodları, renklendirici madde, doğal ve sentetik renklendiriciler, güvenli olup olmadıkları, alerjen olma durumu hakkındaki görüşleri arasında istatistikî olarak önemli ilişki olduğunu, renklendiriciler hakkındaki bilgi sahibi olma konusunda bayanlar ve erkekler arasında önemli düzeyde fark olduğunu, yaş aralığı arttıkça renklendirici kullanılan bir ürünü tercih etmeyenlerin oranında artış olduğunu, 60 yaş üzerinde olanların hepsinin renklendirici kullanılan bir ürünü tercih etmek istemediklerini saptamışlardır. Öztürk (2018), çalışmada katılımcıların %30.5’inin gıda boyalarının sağlığa zararlı olduğunu belirttiğini, %28.0’inin ise

doğal olmayan gıda boyalarının sağlığa zararlı olduğunu düşündüklerini ifade etmiştir. Aksulu (2001) yaptığı çalışmada katılanların %63.3'nün gıda ürünlerindeki renklendirici katkı maddelerinin ciddi bir tehlike olarak gördüklerini saptamıştır. Katılımcıların bu değerlendirmelerinin, eğitim düzeyine bağlı olarak değiştiğini bulmuştur. Şenyüz ve ark.(2023) anket çalışmasında ebeveynlerin süt ürünlerinde gıda boyasının tüketici tercihleri ve tutumlarına etkisini araştırmışlardır. Ebeveynlerin %54'ünün gıda boyası hakkında bilgiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Erdem'in (2014) yaptığı araştırmaya göre, ankete katılan tüketicilerin %76'sının hazır ve yarı hazır gıdalarda kullanılan katkı maddelerinin (renklendiriciler gibi) alerji, migren, gut ve hiperaktivite gibi hastalıkları tetiklediği görüşünde olduğunu saptamışlardır. İncel (2005) tüketicilerin besin güvenliği konusunda bilgi ve davranışlarını belirlemek üzere yaptığı çalışmada katılımcıların %38.5'inin renklendiricileri zararlı bir gıda katkı maddesi olarak gördüğünü ve zararlı olmasının nedenleri olarak ise karsinojen (%43.7), alerjik (%25.0), doğal olmaması (%15.6), kimyasal madde olması (%12.5), yüksek dozda kullanılması (%6.2) ve astıma neden olması (%3.1) olarak düşündüklerini saptamıştır. Yurttagül (1991) tarafından yapılan tüketicilerin gıda katkı maddeleri ile ilgili bilgi ve uygulamalarının incelendiği araştırmada, "gıda katkı maddesi denilince ne anladıkları" sorulduğunda tüketicilerin % 27.1'i boya yanıtını vermiştir. Bilgin ve ark. (2022) gıda katkı maddesi bilgi düzeylerini incelendiği çalışmasında en çok bilinen veya duyulan GKM'nin %79,9 ile tatlandırıcılar olduğunu bunu sırasıyla; renklendiriciler (%77,4) izlediğini belirtmişlerdir. Varela ve Fiszman (2013), yaptıkları çalışmada katılımcıların %38,5'ünün renklendiricileri tanıdığını bildirmiştir. Shim ve ark. (2011) çalışmalarında katılımcıların en iyi bildiği GKM'nin renklendiriciler, lezzet arttırıcılar, tatlandırıcılar ve koruyucular olduğunu tespit edilmiştir.

Sonuç

Günümüzde gıda katkı maddesi bulunmayan ürünlerle beslenmek oldukça zordur. Ancak gıda katkı maddelerinin olumsuz etkilerinden korunmak için bilinçli tüketiciler olmalıyız. Üreticilerde gerekli hassasiyeti göstermelidirler ve denetlenmelidirler. Bu konuda yapabileceklerimizi aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz;

*Yiyecek ve içecek üretimi yapan firmalar gıda etiketlerinde ürün içeriği hakkında doğru ve yeterli düzeyde bilgilendirmeleri gerekmektedir

*Gıda maddelerinin ambalaj ve etiketi üzerinde içerdikleri gıda katkı maddeleri konusunda tüketiciye yeterli bilgi verecek mesajlar büyük harflerle dikkat çekici bir şekilde bulunmalıdır.

* Gıda katkı maddelerinin üretiminden tüketiciye sunulduğu zamana kadar Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğine uyulmalıdır.

*Gıdalardan alınan katkı maddelerinin sağlığa olumsuz etkileri olduğu bilindiği için aşırı tüketimleri önlenmeli, bireyler bilinçlendirilmeli, üretim denetlenmelidir (Kaya-Cebioğlu ve Önal,2018).

*Özellikle okul çağındaki çocuklara okullarda gıdaların içeriğinde bulunan katkı maddeleri hakkında gerekli eğitimler verilmelidir.

*Yeterli dengeli ve sağlıklı, ne yediğini sorgulayan tüketici sayısının artması ürünlerde kullanılan katkı madde ilavesinin azalmasına ve kontrollü kullanımına katkı sağlayabilecektir.

Kaynaklar

- Aksulu, İ. (2001). Tüketicide sağlığını koruma bilinci ve satın alma noktasında tüketici tutumları: ambalajlı gıda ürünleri üzerine bir araştırma. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1), 115-127.
- Amchova, P., Kotolova, H., & Ruda-Kucerova, J. (2015). Health safety issues of synthetic food colorants. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 73(3), 914-922.
- Artık, N., Şanlıer, N., & Sezgin, A. C. (2019). *Gıda güvenliği ve gıda mevzuatı*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Beaglehole, R., Bonita, R., & Magnusson, R. (2011). Global cancer prevention: An important pathway to global health and development. *Sydney Law School Legal Studies Research Paper*, 11(77), 1-29.
- Bilgin, M. G., Bayır, A. G., Türk, S. N., Ucaş, İ., & Özkan, B. (2022). Bireylerin gıda katkı maddeleri ve etkileri konusunda bilgi ve farkındalık durumlarının değerlendirilmesi. *İstanbul Rumeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-12.
- Büyükdere, Y., & Ayaz, A. (2017). Gıdalarda kullanılan renklendiricilerin sağlık yönü: Dikkat eksikliği/hiperaktivite bozukluğu. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 44(2), 169-177.
- Cebioğlu, İ. K., & Önal, A. E. (2018). Gıda katkı maddesi içeren bazı besinlerin tüketiminin ve sağlığa etkilerinin araştırılması: Gıdaların risk analizi. *Online Turkish Journal of Health Sciences*, 3(1), 21-35.
- Çakmakçı, S., & Çelik, İ. (1994). Gıda katkı maddeleri. *Atatürk Üniversitesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü*, 2, Erzurum.
- Çalışır, Z. E., & Çalışkan, D. (2003). Gıda katkı maddeleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 193-206.
- Cornejo, J., & Beale, S. I. (1997). Phycobilin biosynthetic reactions in extracts of cyanobacteria. *Photosynthesis Research*, 51, 223-230.
- Deveoğlu, O., & Karadağ, R. (2011). Genel bir bakış: Doğal boyarmaddeler. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 21-32.
- Downham, A., & Collins, P. (2000). Colouring our foods in the last and next millennium. *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 5-22.
- Erdem, N. (2014). *Tüketicilerin hazır ve yarı hazır gıdalarda kullanılan gıda katkı maddelerine yönelik görüşlerinin incelenmesi (Konya ili örneği)*

- (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Erdoğan, Ş. (2007). *Ankara piyasasında satışa sunulan bazı gıdalarda sentetik boya miktarlarının araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erkmen, O. (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53(3), 220-235.
- FDA. (2010). *Food and Drug Administration. US Department of Health and Human Services, Food Ingredients and Colors*. International Food Information Council (IFIC) and US Food and Drug Administration. Retrieved from <https://www.fda.gov/downloads/Food/FoodIngredientsPackaging/UCM094249.pdf>.
- Georgiev, V. G., Weber, J., Kneschke, E. M., Denev, P. N., Bley, T., & Pavlov, A. I. (2010). Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta vulgaris* L. Cv. Detroit Dark Red. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(2), 105-111.
- Gupta, V. K., Mittal, A., Krishnan, L., & Mittal, J. (2006). Adsorption treatment and recovery of the hazardous dye Brilliant Blue FCF over bottom ash and de-oiled soya. *Journal of Colloid and Interface Science*, 293, 16-26.
- İçöz, A., Demirkol, O., & Mehmetoğlu, A. Ç. (2008). Çeşitli gıda boyalarının hücre canlılığı üzerine etkisinin MTS testi kullanılarak belirlenmesi. *Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü*, 33(6), 275-279.
- İlter, İ., Akyıl, S., Koç, M., & Kaymak-Ertekin, F. (2017). Alglerden elde edilen ve gıdalarda doğal renklendirici olarak kullanılan pigmentler ve fonksiyonel özellikleri. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknolojisi Dergisi*, 5(12), 1508-1515.
- İncel, E. (2005). *Yetişkin tüketicilerin besin güvenliği konusunda bilgi ve davranışları* (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Jain, A., & Mathur, P. (2015). Evaluating hazards posed by additives in food—a review of studies adopting a risk assessment approach. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 3(3), 243-255.
- Jain, A., & Mathur, P. (2015). Evaluating hazards posed by additives in food-a review of studies adopting a risk assessment approach. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 3(3), 243-255.
- Karatepe, T. U., & Ekerbiçer, H. Ç. (2017). Gıda katkı maddeleri. *Sakarya Tıp Dergisi*, 7(4), 164-177.

- Kayışoğlu, S., & Kaptan, B. (2021). Determining the effect of gender, education level and age range on consumers' perspective on coloring additives. *II. International Ankara Multidisciplinary Studies Congress*, 07.06.2021 - 08.06.2021.
- Kızıgın, Y., & Özkan, B. (2014). Tüketicilerin helal gıda tüketim eğilimlerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma. *I. Uluslararası İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2(1), 18-37.
- Lok, K. Y. W., Chung, Y. W., Benzie, I. F. F., & Woo, J. (2011). Synthetic colourings of some snack foods consumed by primary school children aged 8–9 years in Hong Kong. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 4(3), 162-167.
- Martins, N., Roriz, C. L., Morales, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices. *Trends in Food Science & Technology*, 52, 1-15.
- Martins, N., Roriz, C. L., Morales, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2017). Coloring attributes of betalains: A key emphasis on stability and future applications. *Food & Function*, 8(4), 1357-1372.
- McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., Grimshaw, K., & Stevenson, J. (2007). Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *The Lancet*, 370(9598), 1560-1567.
- Omaye, S. T. (2004). *Food and nutritional toxicology*. New York: CRC Press.
- Özcan, K., & Bilek, S. E. (2018). Kırmızı pancardan renk maddesi üretimi ve stabilitesinin sağlanması. *Akademik Gıda*, 16(4), 439-449. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.505529>.
- Özçelik, B. (1995). Yeşil bitkilerden elde olunacak klorofilin kompozisyon ve stabilite açısından karakterizasyonu (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özgün, D., & Küşümler, A. S. (2020). Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(1), 22-26.
- Öztürk, B. (2018). Malatya’da bir aile sağlığı merkezine başvuran 3-18 yaş aralığındaki bireylerin beslenme durumunun ve Allura Red AC (E129) bulunan besinlerin tüketim miktarının saptanması (Yüksek Lisans Tezi). Hasan Kalyoncu Üniversitesi.
- Pandey, R. M., & Upadhyay, S. K. (2012). Food additive. *InTech, India*, 5, 1-31.

- Price, P. J., Suk, W. A., Freeman, A. E., Lane, W. T., Peters, R. L., Vernon, M. L., & Huebner, R. J. (2006). In vitro and in vivo indications of the carcinogenicity and toxicity of food dyes. *International Journal of Cancer*, 21(3), 361–367.
- Sertkaya, F. (2008). Lokumlarda sentetik gıda boyalarının kalitatif ve kantitatif tayini ile farklı dozda gıda boyası verilen sıçanlarda antioksidanlardaki değişimin araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Shaywitz, B. (1997). Food colorings given following birth generate attention deficit disorder symptoms. *Neurobehavioral Toxicology*, 1, 41-47.
- Shim, S., Serido, J., & Barber, B. L. (2011). A consumer way of thinking: Linking consumer socialization and consumption motivation perspectives to adolescent development. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 290-299.
- Solymosi, K., Latruffe, N., Morant-Manceau, A., & Schoefs, B. (2015). Food colour additives of natural origin. In M. J. Scotter (Ed.), *Colour additives for foods and beverages* (pp. 3-34). Oxford: Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-011-8.00001-5>.
- Stevens, L. J., Kuczek, T., Burgess, J., Stochelski, M. A., Arnold, L. E., & Galland, L. (2013). Mechanisms of behavioral, atopic, and other reactions to artificial food colors in children. *Nutrition Reviews*, 71(5), 268-281.
- Şenyüz, Z., Günaydın, Ö. E., Saygılı, D., & Karagözlü, C. (2023). Meyveli süt ürünlerinde gıda boyası kullanımı ve tüketici davranışları: İzmir ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60(4), 723-736.
- TGK Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. (2013). T.C. Resmi Gazete, 28693, 30.06.2013.
- Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. (2017). T.C. Resmi Gazete. Erişim 29.11.2017.
- Varela, P., & Fiszman, S. M. (2013). Exploring consumers' knowledge and perceptions of hydrocolloids used as food additives and ingredients. *Food Hydrocolloids*, 30, 477-484. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.07.001>.
- Vulić, J. J., Čebović, T. N., Čanadanović, V. M., Četković, G. S., Djilas, S. M., Čanadanović-Brunet, J. M., Velićanski, A. S., Cvetković, D. D., & Tumbas, V. T. (2013). Antiradical, antimicrobial and cytotoxic activities of commercial beetroot pomace. *Food & Function*, 4(5), 713-721.
- Wang, C. Q., & Yang, G. Q. (2010). Betacyanins from *Portulaca oleracea* L. ameliorate cognition deficits and attenuate oxidative damage induced by D-galactose in the brains of senescent mice. *Phytomedicine*, 17(7), 527-532.

BÖLÜM 3

Enrichment of Cereal Products with Substances That Increase Their Nutritional Value

Fatma Coşkun¹ &
Gizem Yılmaz²

¹ Assoc. Prof. Dr., Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Food Engineering Department
ORCID: 0000-0001-8889-363X

² Food Engineer msc, Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Food Engineering
Department, ORCID: 0000-0003-1525-2086

INTRODUCTION

Nutrition is a process consisting of stages such as the intake, digestion, absorption and elimination of useless parts of the nutrients necessary for sustaining life (Kutluay Merdol et al., 2013). Protein, water, fat, carbohydrate, 14 vitamins, 8 amino acids, 1 fatty acid and 22 mineral requirements should be met with daily foods (Yurttagül, 1995). Health problems caused by malnutrition are inefficiency in daily life due to inadequate nutritional intake, difficulty in learning and understanding, work accidents due to distraction, prolonged treatment of diseases and frequent illnesses, and retarded growth and development (Seidell, 1998).

Recommended Daily Allowance (RDA) is defined as the value of the daily requirement for nutrients. Deviation from the RDA is of two types: positive and negative deviation. Positive deviation concerns industrialized societies and negative deviation concerns underdeveloped societies. For the solution, dietary modification and food modification are envisaged (Baysal, 1993). There are alternatives for food fortification. These are substitution (restoration), standardization (standardization) and supplementation (supplementantation). Restoration is the addition of losses during production, standardization is the prevention of fluctuations, and supplementation is the supplementation of foods with additives for groups of people who need special nutrition (Lindsay, Benoist, Dary & Hurrell, 2006). In order to realize an effective fortification, fortification should be technically feasible, there should be no negative interaction between the food substance to be added and the food, it should not negatively affect the texture of the food, the newly formed food should have a positive effect on the consumer, and there should be no tendency to overconsume the food as a result of fortification (Kahraman, 2011).

The first practical examples of food fortification began in 400 BC when King Melanpus of Pars ordered the addition of iron to the wine drunk by his soldiers (Panda, Mishra & Mohapatra, 2011). Following World War I and II, iron was added to flour and bread (Dwyer et al., 2015).

PURPOSE and METHODS OF FOOD ENRICHMENT

Food fortification methods are practices of adding nutrients to foods to overcome vitamin and mineral deficiencies. The international approval and standardization of these methods was achieved at the International Congress on Nutrition held in 1992 in cooperation with FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) and WHO (World Health Organization). At

this congress, 159 countries reached a consensus on the elimination of vitamin and mineral deficiencies (Allen, de Benoist, Dary & Hurrell, 2006). The purpose of fortification is to prevent the loss of vitamins and minerals during processing and to replace one or more lost food components. It is realized in two ways. The first is the direct addition of the missing substance to the food, and the second is the addition of the food substance rich in the component to be enriched to the new food to be created (Kahraman, 2011). Since developing countries are based on grain-based nutrition, the enrichment process is applied more to these foods (WHO, 1988).

The addition of more than one vitamin and mineral to foods with a high rate of consumption by the community is called mass fortification. Society consists of various groups of people such as children, young people, the elderly and pregnant women. Fortification of foods that these different groups can consume is called targeted fortification. An example is the addition of vitamins or minerals to children's biscuits. Market-oriented fortification is the addition of specific vitamins or minerals to packaged products to increase the nutritional value of the food and is a practice undertaken at the initiative of food companies in developed countries and may lead to an excessive intake of some nutrients (Dary & Hurrell, 2006).

ENRICHMENT OF CEREAL CROPS

Fortification of cereal products is a common practice to increase their nutritional value and address micronutrient deficiencies. In this process, the amounts of vitamins and minerals added may vary according to the targeted nutritional value and local dietary needs.<https://www.bakingbusiness.com/articles/61943navigating-the-nutrients-used-to-fortify-baked-goods>

Cereal products, which are popularly consumed by the society, are combined with natural or synthetic ingredients and offered to consumers as 'functional foods'. Natural ingredients with nutritional fiber, antioxidant and antimicrobial properties can be used in bakery products (Meral & Doğan, 2009). The addition of folic acid to wheat flour was first started in the USA and Canada and then made compulsory in all Latin American countries. It is compulsory and inspected (Dary & Hurrell, 2006). Cereals and cereal products are enriched with calcium, magnesium, zinc, iron, Vitamin A, folic acid, thiamine, niacin, riboflavin (WHO, 1988). Table 1 shows the Support / contribution items added to cereals and products regulated by law according to countries (Kahyaoglu & Demirci, 2019).

Table 1: Subsidies/additives to cereals and crops regulated by law by country

Country	Food	Support/Additive	Regulation	Literatur
Denmark	Bread	Iodine	Mandatory	Flynn et al., 2009
	Flour, breakfast cereal	Ca, P, Fe, Vit B ₁ , B ₂ , Niacin	Optional	
Finland	Breakfast cereals	Vit B	Optional	
Netherlands	bread	Iodine	Optional	
United Kingdom	White and brown flour	Calcium, Fe, thiamine, niacin	Mandatory ¹	
Canada	Wheat flour	Fe, Folic acid, Thiamine, Riboflavin, Niacin	Mandatory	Dhaussy, 2014; Food Fortification Initiative Database, 2016
Australia	Wheat flour	Folic acid, Thiamin	Mandatory	
USA	Breakfast cereals	Vitamin D	Mandatory	
	Wheat flour	Fe, Folic acid, Thiamine, Riboflavin, Niacin	Mandatory	
Turkey	Cereals	Folate	Optional ²	Pekcan, 2017: Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2013
	Bread	Fe and folic acid	Optional ²	
Argentina, Chile, Colombia, El Salvador, Costa Rica, Ecuador	Wheat flour	Fe, Folic acid, Thiamine, Riboflavin, Niacine	Mandatory	Food Fortification Initiative Database, 2016.
Brazil		Fe, Folic acid		
Cuba		Fe, Folic acid, Thiamin, Riboflavin, Niacin, B ₆ , B ₁₂		
Saudi Arabia		Fe, Folic acid, Thiamin, Riboflavin, Niacin, B ₆		
Indonesia		Fe, Folic acid, Thiamin, Riboflavin, Zn		
Iraq, Iran, Kosovo, Egypt		Fe, Folic acid		

Kaynak: Kahyaoğlu and Demirci, 2019

¹No legal controls on levels of nutrients added to foods

²There are legal controls on the levels of nutrients added to foods

Fiber supplements can be added to biscuits and cakes, B1 and B9 to bread, fiber, iron, Vitamins A, B1, B2, B3, B5, B6, B9, C, D, E to breakfast cereals (Kahyaoğlu & Demirci, 2019). 29-44 mg ferrous ferrosulfate can be added to 1 kg flour as iron (FAO, 1997). Bread production supplemented with 50 grams of Vitamin D per day contributes to a decrease in serum intact parathormone concentration, significant improvement of blood lipid components and visceral

fat percentage, and significant support for the mechanism of bone health maintenance (Nikoooyeh et al., 2016).

Enrichment of Flour

Fortification of flour is an important application for public health. It can contribute to the solution of nutritional deficiency problems, especially in developing countries. These fortifiers are usually added to refined grain products (such as white bread, pasta, rice). Since refined grains lose their nutritious parts such as bran and germ during processing, fortification attempts to compensate for some of these losses.

Wheat and products obtained by grinding wheat are used in the production of many foodstuffs in the food industry. Bread, pasta, biscuits, cakes, crackers, crackers, bulgur and breakfast cereal products with high commercial value are realized by using wheat and grinding products with different properties (Bilgiçli & Soylu, 2016). Foods produced from flour are consumed in almost all meals. Fortification will be the most effective method to solve the problem of nutrient deficiency.

The amounts of additives used in flour fortification can vary depending on a variety of factors. These factors include the type of flour, the targeted consumer group, regional dietary habits and national legislation. Therefore, flour fortification practices should take into account the recommendations and guidelines of relevant institutions (e.g. Ministry of Health). Flour fortification is usually applied to refined flours such as white flour. Since refined flours lose their nutritious parts such as bran and germ during processing, enrichment is used to compensate for some of these losses. However, unrefined flours such as whole wheat flour do not need fortification as they naturally contain more nutrients.

Flour fortification focuses on iron, folic acid, Vitamin B₁₂, Vitamin A and zinc, five micronutrients recognized as important for public health in developing countries (WHO, 2009). Iron compounds used in flour fortification and their usage amounts are given in Table 2.

Table: Iron compounds used in flour fortification and their usage amounts

Iron Compound	Iron content (~%)	Average Bioavailability	Relative (RBV)	Cost (\$/kg)	Average dose used in wheat flour fortification (ppm)
Iron sulphate	32	100		2.40	24-40*
Elemental iron					
-electrolytic iron	98	50		6.7	
-H-reduced iron	97	130-148		3.25	50-60*
-CO-reduced iron	97	no data		6.60	
Iron Na-EDTA	13	15-300		6,5-8.70	10
Iron biglisinate	20	400		90	60

Kaynak: Anon, 2003; Ercili, 2004

*WHO/EMRO: In the Middle East, 30ppm ferrus sulfate or 60ppm electrolytic iron is used (Maberly, 2002).

Flours are fortified with 30 ppm iron in Iran, Egypt, United Arab Emirates and Lebanon, 30-40 ppm in Jordan, 60 ppm in Kuwait and Qatar and 36.3 ppm in Saudi Arabia (Mirmiran, Golzarand, Serra-Majem & Azizi, 2012; Ercili, 2004). The recommended amounts for fortification with folic acid are 1.5 mg/kg in Oman, Beirut and Canada, 1.4 mg/kg in the USA and 1.8 mg/kg in Central American countries. According to global recommendations based on the amount of flour consumed for countries, it is 1-5 mg/kg (Zimmerman, 2011; Ercili, 2004).

For iron fortification, in accordance with the amounts recommended by the WHO, - 15-20 mg/kg NaFeEDTA or - 20-30 mg/kg Ferrozulfate or - 20-30 mg/kg Ferrozfumarate or - 40-50 mg/kg Electrolytic iron should be added to white flour. For fortification with folic acid, the WHO recommendation of adding 1.4-4 ppm to white flour has been adopted. It was also stated that Vitamin B₁₂ and other losses should be replaced (Ilgaz et al., 2020).

An unpublished pilot study in Israel testing the feasibility of adding B-complex vitamins and iron to flour showed that Vitamin B₁₂ added to flour was stable during baking, did not affect the quality of the bread and slightly increased plasma B12 concentrations within six months (Allen & Vitamin B12 Working Group, 2008). Evidence, although limited, suggests that fortified flour consumed as bread may improve Vitamin B₁₂ status. When Vitamin B₁₂ fortification is implemented, the addition of 20 µg/kg of flour is recommended to provide 75% to 100% of the estimated average requirement, assuming a daily consumption of 75–100 g of flour; the amount of vitamin that can be added is limited by cost. The effectiveness of this level of addition to improve Vitamin B₁₂ status in programmes should be determined and monitored (Allen, Rosenberg, Oakley, & Omenn, 2010).

As with some other vitamins, high humidity and high temperatures can adversely affect Vitamin A content during the preparation of wheat and maize flour products. 11 countries currently fortify or propose to fortify wheat and/or maize flour with this vitamin. Two published efficacy trials have reported the effect of Vitamin A fortified wheat flour on Vitamin A nutritional status, but there are no published studies assessing the effectiveness of this intervention on a national scale (Klemm et al., 2010).

Flour fortification is accomplished by the addition of minerals, especially B-group vitamins and iron. The recommended amounts for fortification of wheat flour in the United States are shown in Table 3.

Table 3: The recommended amounts for fortification of wheat flour in the United States

Nutrient	Flour Extraction Rate	Compound	Level of nutrient to be added in parts per million (ppm) by estimated average per capita wheat flour availability (g/day) ¹			
			<75 ² g/day	75-149 g/day	150-300 g/day	>300 g/day
Iron	Low	NaFeEDTA	40	40	20	15
		Sulfate	60	60	30	20
		Fumarate	60	60	30	20
		Electrolytic Iron	NR ³	NR	60	40
	High	NaFeEDTA	40	40	20	15
Folic Acid	Low or High	Folic Acid	5.0	2.6	1.3	1.0
Vitamin B ₁₂	Low or High	Cyanocobalamin	0.04	0.02	0.01	0.008
Vitamin A	Low or High	Vitamin A Palmitate	5.9	3	1.5	1
Zinc ⁴	Low	Zinc Oxide	95	55	40	30
	High	Zinc Oxide	100	100	80	70

Kaynak: WHO, 2009

1 These estimated levels consider only wheat flour as main fortification vehicle in a public health program. If other mass-fortification programs with other food vehicles are implemented effectively, these suggested fortification levels may need to be adjusted downwards as needed.

2 Estimated per capita consumption of < 75g/day does not allow for addition of sufficient level of fortificant to cover micronutrients needs for women of childbearing age. Fortification of additional food vehicles and other interventions should be considered.

3 NR = Not Recommended because very high levels of electrolytic iron needed could negatively affect sensory properties of fortified flour.

4 These amounts of zinc fortification assume 5 mg zinc intake and no additional phytate intake from other dietary sources.

Unpublished results from a wheat flour supplementation trial in China suggest that zinc-enriched flour may improve zinc status in women of childbearing age (Brown, Hambidge, Ranum, Tyler & the Zinc Fortification Working Group, 2009). More research is needed on the effectiveness and efficiency of zinc

supplementation programs. The nutritional status of populations regularly consuming wheat flour fortified in different preparations could theoretically improve (WHO, 2009).

In Canada, wheat flour has been fortified with B₁, B₂, niacin and iron since 1943. Apart from Canada, wheat flour is compulsorily fortified in countries such as the USA, Chile, Austria, Denmark and the UK (Ekşi & Karadeniz, 1996). According to a study conducted in Ontario, Canada on 38 thousand women between the ages of 12-42, an average increase of 214 nmol/liter in the folate value in red blood cells of people was recorded in flour fortification studies started in January 1998 (Turkish Flour Industrialists Federation-TUSAF, 2020).

Enrichment of Bread

Bread is frequently included in enrichment studies because it is easy and economical to access, a good source of energy, and the staple of all meals. Fish, legumes, fruits and vegetables, and various food residues with high nutritional value have been used in bread fortification (Meral & Karaoğlu, 2019).

100 g of bread is fortified with 2.25 µg of Vitamin D in the USA and 1.7 µg in Finland. 100 g of ready-to-eat cereals are also fortified with 1-2.5 µg Vitamin D in the US, 1 µg in Canada and 3 µg in Finland. Vitamin D fortification is done to reduce the risk of Vitamin D deficiency, especially in areas with limited exposure to sunlight (Pilz et al., 2018). In northern countries such as Finland, such supplements can provide important nutritional support, especially in winter when sunlight is scarce.

Marpalle, Sonawane and Arya (2014) conducted a study on the effect of flaxseed flour on the physico-chemical and sensory properties of bread. It was concluded that flaxseed flour added to omega-3 enriched bread at a ratio of 10g/100g was the most appropriate ratio in terms of sensory and physicochemical properties. Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) is rich in α-linoleic acid (ALA) (45-52%) and has been used more frequently in the food industry in recent years (Silva, Hernandez-Ledesma, Amigo, Netto, & Miralles, 2017). Flaxseed is also rich in polyphenols, tocopherols and lignin (Khattab and Zeitoun, 2013). Flaxseed is used in various bakery products such as bread, buns, muffins and breakfast cereals (Chen, Ratnayake & Cunnane, 1994). Gawlik-Dziki et al. (2015) conducted a study on breads enriched with quinoa leaf powder. Sensory

evaluation, antioxidant tests, extractability results showed that 3 g/100 g quinoa leaf powder added to bread gave satisfactory results.

Pontonio, Lorusso, Gobbetti, and Rizzello (2017) A mixture of milling by-products (15%) fermented with the aid of *Lactobacillus plantarum* DSM 32248 and *Lactobacillus rossiae* DSM 32249 isolated from wheat germ was used in the production of wheat bread. This contributed positively to the biochemical, functional, nutritional, textural and sensory properties of the bread. Protein digestibility, nutritional indices and starch hydrolysis rate were significantly improved in bread using fermented milling by-products. The enriched bread had high dietary fiber and low glycemic index. It has been reported that the addition of sesame flour as an oilseed to wheat flour will enrich the bread in terms of protein, minerals, essential amino acids and lysine, which is found in small amounts in wheat (El-Adawy, 1995). Whole soybean, germinated mung bean and mango seed flour mixtures were used to enrich bread with protein (Menon, Majumdar & Ravi, 2015). In a study by Sabanis and Tzia (2009), it was shown that 10% and 20% supplementation of rice, corn and soy flour to bread and durum wheat flours had a positive effect on the rheological properties of bread and dough quality (color, taste, flavor). Date seeds, which are separated as waste by factories during the processing of dates, contain high amounts of dietary fiber, tannin, selenium and enzyme-resistant starch. Enrichment of bread with date seed flour increases its nutritional value and makes it stale later (Najafi, Pourfarzad, Zahedi, Ahmadian-Kouchaksaraie & Khodaparast, 2016).

Rice bran is obtained by peeling the rice grains during the conversion of paddy into rice and is rich in protein, minerals, fatty acids and dietary fiber. The high dietary fiber content of rice bran gives it important effects such as lowering blood cholesterol, preventing cholangectatic cancer and increasing the amount of stool. Because of these benefits, rice bran can be used in bread fortification (Hu, Huang, Cao, & Ma, 2009). In the study conducted by Klava (2004); buckwheat flour was added to wheat flour and it was observed that the nutritional value of bread increased, the amount of vitamin B₁ and B₅, linoleic and linolenic acids increased. Buckwheat plant, which belongs to Polygoneaceae family, is a gluten-free plant that is highly preferred in functional and food industry (Bilgiçli, 2009). Buckwheat contains K, Na, Ca, Mg from macroelements and Zn, Cu, Mn and Se from microelements (Christa & Soral-Śmietana, 2008). It is very useful for pregnant women and children as it prevents anemia due to its high iron content (Rajbhandari, 2004). Holtekjølen, Bævre, Rødbotten, Berg and Knutsen (2008) reported that the addition of 40% barley flour to bread wheat flour increased the

amount of phenolic and antioxidant substances in bread and thus produced bread rich in nutrients.

Dursun, Yapar and Çelik (2009) conducted a study on the enrichment of bread with fish meat which is an animal protein source. In the study, washed minced velvet fish was added to bread at 5%, 10%, 15% and 20%. As a result of the study, it was observed that the addition of fish meat to the bread significantly increased the protein content and thus increased the nutritional value.

Enrichment of Breakfast Cereals

Breakfast cereals are preferred because they are practical for people who do not have time to eat breakfast and because they are products whose content is known to those who want to organize their diet. Enriched with various fruits, vitamins and minerals, they provide alternative products for consumers and increase their nutritional value.

Breakfast cereals have started to play an important role in people's daily diets in recent years. Corn, rice, wheat, oats and barley are used in the production of breakfast cereals (Fast & Caldwell, 2000). Some vitamins and minerals may decrease in the content of cereals during the production process. In order to replace these losses, vitamins and minerals are supplemented. Ready-to-eat coffee cereals can be classified as cereals, puffed cereals, puffed cereals, shredded cereals, granulated cereals and extruded expanded cereals. Ready-to-cook cereals are a mixture of oats, farina and corn (Kadan & Caldwell, 2003).

In the fortification of breakfast cereals, B group vitamins (B₁, B₂, B₆, B₉) and minerals (iron, zinc) are added. In the enrichment of these products, the amount of added nutrients varies according to the type of product and the targeted nutritional value. For example, some breakfast cereals may contain 5 grams of dietary fiber per serving, while in some products this ratio may exceed 10 grams (Akbaş & Özkaya 2006). In breakfast cereals in Germany. Ferrum reductum (elemental iron) 14 mg/100 g, Iron II Sulphate 9 mg/100 g, Iron III diphosphate 8 mg/100 g are allowed (Schmidt, Weißenborn, Wörner, & Ziegenhagen, 2006) Vitamin D, a highly heat stable vitamin, can be used in breakfast cereal fortification (Moore, Murphy, Keast & Holick, 2004).

Lysine, one of the essential amino acids lost as a result of the processing of cereal grains, can be balanced by the addition of milk to breakfast cereals. The carbohydrate content of these products can also be enriched with added sugar (Kadan & Caldwell, 2003). The amount of specific nutrients that should be taken daily can be increased from 25% to 45% in Fe-enriched breakfast cereals

prepared for infants, children and women. The color, odor and taste of the product should not be adversely affected during fortification (Borenstein, Caldwell, Gordon, Johnson & Labuza, 1990). In these products, fortification consists of adding vitamins and minerals (niacin, riboflavin, etc.) as a special mixture to the product at the beginning and spraying vitamins that are sensitive to temperature, such as Vitamins A, D and C, into the product at the end of the process (Kuntz, 1994). Butylated hydroxyanisole (BHA) and Butylated hydroxytoluene (BHT) antioxidants are used to prevent oxidation as a result of the spraying process. Negative effects of fortification include oxidation-reduction of metal ions, complex compounds of Fe and Vitamins B₁ and B₆, which adversely affect the flavor (Borenstein et al., 1990; Kuntz, 1994).

In the study conducted by Özgören, Kaplan and Tüfekçi (2018) on the physical and chemical properties of galettes with chia seeds, it was found that the protein and fat contents and total phenolic matter contents of galettes with 10% chia seed addition increased.

Enrichment of Biscuit

The reasons why biscuits are preferred in fortification are that they have different flavors, are affordable, are a ready-to-eat food, and are popularly consumed by people (Doğan & Uğur, 2005; Magda, Awad & Selim, 2008).

In the study conducted by Demirel and Demir (2018), citrus albedo (the inner layer of citrus peel) obtained from grapefruit, mandarin, orange and lemon was added to biscuit flour at four different rates of 2.5%, 5%, 7.5% and 10%. The highest crude fiber content was observed in the biscuit sample with grapefruit albedo addition. Biscuits with the addition of orange albedo were rich in potassium, magnesium, phosphorus and calcium; biscuits with the addition of lemon albedo were rich in zinc and iron. The addition of 5% albedo was found appropriate and increased the crude fiber and total phenolic matter content of the biscuits.

Vitali, Dragojević and Šebečić (2009) added 24.5% carob, 16.5% oat fiber, 10.5% inulin, soy flour and cockscomb to biscuits made with standard wheat flour to improve the nutritional and functional aspects of biscuits. Protein content and digestibility increased in the soy flour supplemented sample, while total dietary fiber content increased in the biscuits enriched with cockscomb and oat fiber. Inulin supplementation caused a significant reduction in total energy in the biscuit.

In a study, composite flour obtained by combining chestnut (*Castanea sativa*), lupine (*Lupinus albus*) and pumpkin (*Cucurbita moschata*) flours in equal proportions was used in gluten and gluten-free biscuit formulations to diversify and improve snack products. Compared to the control biscuit samples, the protein and antioxidant activity values increased by 2.4 and 2.5 times, respectively, in gluten-free biscuit samples and by 1.4 and 2.6 times, respectively, in gluten biscuit samples with the use of 48% composite flour in biscuit formulations. Even the lowest usage rate of composite flour increased the Ca, K, Mg, Mn and P content of both gluten and gluten-free biscuits. The highest general acceptability values were obtained in both biscuit types with 12% utilization rate of composite flour (Kömürcü & Bilgiçli, 2023).

Aydın (2012) added carob to biscuits at six different rates of 5%, 10%, 15%, 20%, 20%, 25% and 30%. This addition caused a decrease in moisture, protein and in vitro protein digestibility values of the biscuits, but an increase in ash and carbohydrate values. A significant increase in antioxidant and phenolic compound values was observed as this addition to the biscuits increased. It was observed that the addition of up to 20% goat horn flour did not adversely affect the overall sensory appreciation and taste.

In Banureka and Mahendran (2011) study, wheat flour was enriched with soybean seeds at certain ratios in order to enrich the biscuit in terms of protein. The protein content of the biscuits increased by 7.2% as a result of increasing the soybean seed flour to 25%.

In a study conducted by Hooda and Jood (2005), fenugreek seeds, which are high in protein, high quality and widely produced in India and China, were added to biscuits obtained from wheat flour at 0%, 5%, 10%, 15% and 20% rates. It was concluded that the total dietary fiber content and protein content of the biscuits increased.

Sudha, Vetrmani and Leelavathi (2007) examined the effects of fiber sources from wheat, rice, oat and barley on the rheological properties of wheat flour dough and the quality of biscuit making. 30% oat bran or 20% barley bran was added to biscuits to produce highly acceptable biscuits. When added to food, dietary fiber increases insulin sensitivity, reduces the absorption of triglycerides and cholesterol, and lowers the glycemic index of the food to which it is added (Siondalski & Lysiak-Szydłowska, 2007).

Orange pulp, a by-product in fruit juice production, was added to the biscuit dough in dried and ground form at 0, 5, 15 and 25% levels. With the increase in

the by-product ratio added to the biscuits, the total soluble and insoluble dietary fiber content increased, but due to the low protein and fat content of these by-products, the protein and fat content of the biscuits decreased with the increase in the additive ratio (Nassar, AbdEl-Hamied & El-Naggar, 2008).

In Egypt, Washington orange peel and tangerine peel were powdered and added separately to the Marie type (hard) biscuit at 5, 10 and 15% levels. When the amount of both agents was increased, the amount of crude fiber and ash increased, and the amount of carbohydrates and proteins decreased. Since tangerine peel powder had higher phenolic substance content and higher antioxidant activity, the biscuits had higher phenolic substance and antioxidant activity than the control group (Magda et al., 2008).

In biscuits to which mango peel powder was added at the rates of 2.5%, 5%, 7.5% and 10% in order to improve antioxidant properties and dietary fiber content, total dietary fiber, carotenoid content and total polyphenolic substance content increased as the amount of mango peel powder added increased. The highest yield was obtained from biscuits enriched with 10% mango peel powder (Ajila, Leelavathi & Rao, 2008).

An increase in micronutrients was observed as a result of the enrichment of iron, iodine and beta-carotene in biscuits consumed by school children in South Africa (Muthayya et al., 2012). In a study conducted by Gupta, Bawa and Abu-Ghannam (2011), barley flour was added to biscuits at different rates such as 10%, 20%, 30% and 40% and the textural, nutritional and functional properties of the biscuit were investigated. It was concluded that the barley flour added to the biscuit increased the amount of fiber and enriched the biscuit in terms of minerals and proteins. The ideal rate is 30%.

Enrichment of Cakes and Cookies

Cake is a product rich in variety and has a special place among bakery products because it is easy to make, contains essential nutrients and provides energy. Therefore, the demand for cake consumption has caused the production of ready-made cakes to become widespread. It is the most produced product among bakery products after bread and biscuits. It is a product with a soft, delicate texture and a pleasant aroma obtained by enriching soft wheat flour with high amounts of sugar, margarine, eggs, milk and flavorings (Tunçel & Demirci, 2006). Cake is a product that is very suitable for enrichment.

Ismail, Akhtar, Riaz and Ismail (2014) conducted a study on the enrichment of nutritional properties by adding 1.5%, 3.0%, 4.5%, 6.0% and 7.5%

pomegranate peel to cookies. The phenolic substance content (0.53-0.76 g/100g) and dietary fiber content (0.32-1.96 g/100g) of cookies with added pomegranate peel increased significantly.

In the study conducted by Topkaya (2017), pomegranate peel was added to cake, a frequently consumed bakery product, in powder form at four different rates: 0%, 5%, 10% and 15%. It was concluded that the total phenolic substance content of the cake was 7 times higher than the control cake, and the antioxidant activity value was 28.5 times higher than the control cake. Manganese, phosphorus, iron, potassium, magnesium and calcium minerals were found to be high in the enriched cake.

Kolanowski and Berger (1999) reported that bread and pastry products in Tip Top Bakeries in Australia are enriched with fish oil. In order to reduce oxidation caused by fish oil, it is recommended to add 150 mg/l alpha tocopherol (Vitamin E), 20 mg/l beta carotene and 200 mg/l ascorbic acid (Vitamin C) in case of 0.25% fish oil addition (La Roche, 1996). In addition, extra flavor or spices should be added to hide the fishy taste (Kolanowski, Jaworska & Weißbrodt, 2007).

Gluten-free foods that celiac patients should consume are produced from refined flour or starch. For this reason, they are weaker in terms of some B group vitamins, dietary fiber and iron content compared to other foods containing gluten (Thompson, 2000). Amaranth leaves are rich in calcium, iron, ascorbic acid, carotenoids and protein (Subramanian & Gupta, 2016). Since it does not contain gluten, it can be used in the daily diet of celiac patients (Chauhan, Saxena & Singh, 2015).

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) has high protein, histidine, lysine amino acid content, as well as relatively high vitamin, mineral and lipid content (Lorusso et al., 2017; Ross, Svelander, Karlsson, & Savolainen, 2017). When quinoa is mixed with wheat flour at a rate of 60%, cakes, biscuits and cookies with high protein content are produced (Vilche, Gely & Santalla, 2003). Since black-eyed peas do not contain gluten, they can be used to enrich gluten-free bakery products used in the daily diet of celiac patients (Cavalcante et al., 2016).

Enrichment of Pasta

Pasta is a semi-ready food product obtained by mixing durum wheat semolina with water and drying it after giving it the desired shape. It is a food that is often preferred by those who want to prepare practical meals or those who have limited time to prepare meals. It is also easy to access and economical. When it is usually consumed with sauce, no other food is consumed except salad and drinks. This

leaves the consumer deficient in terms of nutrients in terms of nutrition. Enrichment would be beneficial in this respect. Nowadays, some producers increase the vitamin, mineral and fiber content of pasta by adding vegetables (mostly tomatoes and spinach), eggs, bran or using whole durum wheat semolina to the durum wheat semolina. Alternative products are also offered to consumers.

During processes such as drying and cooking applied to pasta, sensitive vitamins such as thiamine, riboflavin, niacin, and folic acid are lost. 18% of folic acid is lost during the transformation of flour into fresh pasta, and a loss of 4% is experienced during cooking. While the loss of vitamin B1 (thiamine) is at the highest level during the cooking process, half of the thiamine remains at the end of the processes. Since vitamin B2 (riboflavin) is very sensitive to light, it is lost by one third during the production and drying processes. Riboflavin is preserved by 40% during the straining process of cooked pasta. As a result, even if some of the vitamins added to pasta are lost, enriched pastas have an important place in nutritional deficiencies. Losses can be minimized by being careful during pasta production and keeping the packaging and cooking time short (Kampehl, 2019).

In a study conducted by Şanlıoğlu and Özkaya (1999), oatmeal was added to pasta and the amount of crude fiber and ash in the pasta increased. As the amount of oatmeal added to the pasta increased, the brightness and yellowness values decreased, and the cracking, roughness and veining on the surface of the pasta increased.

In a study conducted by Çelik, Işık and Gürsoy (2004), eggs, soy flour and oatmeal were added to couscous to enrich it. They determined that the protein, calcium, protein and iron content of the added soy and oatmeal increased. The panelists shared the opinion that couscous with soy flour added was more appreciated in terms of chewiness and hardness compared to couscous without flour.

In a study conducted by Knuckles and Chiu (1999), pasta was enriched with β -glucan obtained by peeling barley husks. As a result of the research, a pasta with rich fiber content and suitable for consumption emerged

Enrichment of Noodles and Turkish Noodles (Erişte)

Noodles are a primary wheat food in many parts of the world, particularly in East Asia. In their basic form, they consist of flour, water and salt, although styles vary widely according to consumer and cultural preferences (Morris, 2018). Wheat flour, salt, eggs and water are used in the production of Turkish noodle (erişte). Milk is also added to this composition in traditional production. It is one

of the most produced products during winter preparations. Since it is practical to prepare, it is consumed frequently. Enrichment in terms of nutrients is important both in terms of providing variety and meeting the nutritional needs of consumers.

In the study conducted by Mete (2016), chestnut flour was added to Turkish noodle at the rates of 5%, 10%, 20%, 30% and 40%. As a result of the research, it was concluded that the amount of dietary fiber and nutrient content increased in the noodle samples with chestnut flour. Chestnut flour is a food rich in vitamins B and E, potassium, phosphorus, magnesium and antioxidants (Sacchetti, Pinnavaia, Guidolin & Dalla Rosa, 2004).

In the study conducted by Ritthiruangdej, Parnbankled, Donchedee and Wongsagonsup (2011), it was concluded that as the amount of banana flour increased as the enrichment of noodles with banana flour, the stickiness of the noodles decreased and their appearance darkened. As a result of the study, it was concluded that banana flour was a good source of fiber when mixed with wheat flour in dried noodles. The study concluded that the nutritional value (13.7% protein, 4.8% starch, 0.12% fat, 4.8% dietary fiber) and total dietary fiber amount increased at a maximum enrichment rate of 30%.

Coconut flour added to noodles at 10%, 20% and 30% increased the protein and dietary fiber content of the noodles (Gunathilake & Abeyrathne, 2008). It is known that the increased amount of dietary fiber as a result of fortification of foods is protective against bowel cancer (Levi, Pasche, Lucchini & Vecchia, 2001). Grape, pomegranate, seed flours and rosehip were added to the noodles at 0%, 10%, 20% and 30% and enriched. The antioxidant activities of the Turkish noodle increased 8, 5.7 and 4 times in 10% added grape, rosehip and pomegranate samples, respectively; 40.9, 16.5 and 9.2 times in the 20% added sample; and 56.6, 42.4 and 11.8 times in the 30% added sample (Koca, Tekguler, Yilmaz, Hasbay & Koca, 2018).

A study was conducted on the nutritional and quality characteristics of noodles (erişte) after adding 30%, 40% and 50% of legume flours such as pea, red lentil and chickpea to rice flour during the production of noodles for consumption by celiac patients. An increase in niacin, riboflavin and thiamine content was determined in the noodle samples to which legume flour was added. An increase was observed in dietary fiber, phenolic substance content and antioxidant capacity. The highest dietary fiber and antioxidant capacity was observed in the noodle sample to which chickpea flour was added (Hosta, 2010).

A study was conducted on the evaluation of mineral, protein content, dietary fiber amount and functional properties of noodles (erişte) with melon seed powder added to noodles at 10%, 20%, 30% and 40%. It was concluded that the added melon seed powder is suitable to be used up to 20% and increases the fat, mineral and dietary fiber content (Pozan, 2019). Melon seed contains 15-35% protein (aspartic acid, glutamic acid, arginine, lysine amino acids), 15% dietary fiber, 30-40% fat (mainly linoleic acid, oleic, palmitic, stearic fatty acid, phytosterol and tocopherol) and potassium, magnesium, iron, phosphorus minerals, Vitamins B and C (Arıgül, 2012).

In a study, antioxidant capacity, total phenol content and bioaccessibility values increased with the use of carob flour, a natural antioxidant source rich in phenolic compounds in traditional noodles. In the study, the use of 10 and 20% carob flour in the noodle formulation was determined as optimum values in terms of sensory properties (Dülger Altuner, 2021).

In a study conducted by Levent (2019), he produced Turkish noodles by adding einkorn wheat flour to wheat flour at rates of 0, 20, 40, 60, 80 and 100% and evaluated some properties of the noodles. The researcher stated that there were increases in ash, protein, calcium, iron, copper, magnesium, total phenolic substance, antioxidant activity, volume and weight values in einkorn-added noodles. The most suitable addition rate is 60% einkorn flour (Levent, 2019).

In another study, it was stated that acceptable noodles could be obtained in terms of color and texture by adding up to 30% rye flour to wheat flour (Kruger, Hatcher & Anderson, 1998). In a study conducted to determine the effect of buckwheat flour addition on Turkish noodle properties, buckwheat flour was used up to 40% instead of wheat flour. In noodle samples, ash, cellulose, fat, phytic acid, potassium, magnesium and phosphorus content increased depending on the amount of buckwheat, and buckwheat contribution up to 25% was accepted (Bilgiçli, 2009).

In Turkish noodle (erişte) production, functional products can be produced using additives such as tomatoes, spinach, pumpkin, various cereal flours, coconut flour, peanut flour, dietary fibers obtained from various sources, resistant starch, germ, buckwheat, legumes, dairy industry by-products, protein concentrates, vitamins, and minerals (Koyuncu, Türker & Ertaş, 2011).

In a study, grape, pomegranate and rosehip seeds, which have very high antioxidant levels as natural antioxidant sources such as proanthocyanidins, resveratrol, tocopherols, and are also rich in dietary fiber, unsaturated and

essential fatty acids, were used in Turkish noodle (erişte) production. Antioxidant activity increased in noodle samples with fruit seed addition. Antioxidant activity was found to be higher in grape and rosehip addition than in pomegranate addition. As a result of sensory analysis, noodles enriched with pomegranate seeds were the most appreciated (Koca et al., 2018).

Enrichment of Tarhana

Tarhana is a semi-ready fermented product. It is considered a practical and nutritious soup by consumers and is consumed frequently. Yogurt, onion, pepper, spices and flour or sorghum are used in its production, and vitamin losses occur during sun drying. Losses may also occur during cooking. Tarhana, which is frequently consumed, can be enriched with substances that increase nutritional value such as dietary fiber, protein, vitamins and minerals. In the study conducted by Duran (2017), wheat bran, which is rich in insoluble fiber sources (37.8% and 69.8%), and sugar beet fiber obtained from sugar beet pulp were added to tarhana at rates of (4, 8, 12, 16 and 20%, by weight, based on flour basis) and 10%, respectively. The addition of both wheat bran and sugar beet fiber significantly increased the ash and protein contents of tarhana samples. The addition of both additives to the tarhana formulation at a rate of up to 12% was evaluated as acceptable in terms of many sensory properties

In one study, quinoa, buckwheat and lupin flours were added to tarhana at 0, 10, 20, 30 and 40% ratios. Quinoa flour increased the total phenolic content, iron and potassium content more than other substitute flours. The addition of lupin flour increased the protein, ash, calcium, iron and zinc content. Buckwheat flour caused ash, phytic acid, magnesium, phosphorus and antioxidant capacity to increase more than other flours in tarhana. An increase in the ratio of added flours was observed in minerals such as ash, protein, phytic acid, calcium, iron, potassium, magnesium, phosphorus and zinc, total phenolic content and antioxidant capacity. Antioxidant capacities were ranked as buckwheat > quinoa > lupin. The best score in terms of sensory was achieved with the addition of 20% quinoa flour (Çevik, 2016).

Ertaş, Sert, Demir, and Elgun (2009) used whey concentrate (PAS) instead of yoghurt in tarhana production. The moisture, ash, protein and fat contents of the samples changed as 10.53 – 11.28%, 1.507 – 1.758%, 9.75 – 12.52% and 0.87 – 6.33%, respectively. While Mg, Ca, Na and K values increased in tarhanas with whey added, a decrease in protein content was observed. It was accepted that whey addition up to 25% provided higher nutritional value (Ertaş et al., 2009).

HARMFUL FOOD FORTIFICATION

First of all, it is necessary to consider whether or not fortification will be applied to each food item. In order not to experience a problem with toxicity when performing nutritional supplements and fortification processes applied to foods, the upper intake level limits of the added substances should be well known. It should be applied within the limits determined by the Food and Agriculture Organization (FAO) and the World Health Organization (WHO) (Kabakuş, 2017). In Canada, it has been stated that vitamin B2 and B12 intake is above what it should be in young men in fortification practices (United Nations International Children's Emergency Fund [UNICEF], 2018).

The reason why chia seed (*Salvia hispanica* L.) is preferred in fortification of cereal products; It can be included in foods that are frequently included in the daily diet such as bread, biscuits, and breakfast cereals, does not cause an allergic or toxic reaction, and provides a feeling of fullness due to its high omega 3 and omega 6 content (Erdoğan & Geçgel, 2019). There is a limitation on the use of chia seeds due to the possibility of problems such as gas and bloating in the gastrointestinal system if the daily limit is exceeded. According to the European Commission (2013), it can be used at a rate of 10% in baked goods and breakfast cereals.

CONCLUSION

In order for the fortification process of foods to be applied efficiently and continuously, the food to be fortified should be a food frequently consumed by the society, there should be no change in the taste, smell, color and appearance of the food after the fortification process, and the added nutrient should not interact with other elements in the food and cause a toxic effect. Since the fortification of foods with substances that increase the nutritional value will be very important for the health of babies and children, pregnant and elderly health, and the prevention of certain diseases and the reduction of the risk of catching them, it is a subject that should be focused on. The role of healthy individuals in the formation of a healthy society is very important.

REFERENCES

- Ajila, C. M., Leelavathi, K. U. J. S., & Rao, U. P. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 319-326. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.02.004>
- Akbaşı, Ş., & Özkaya, H. (2006). Kahvaltılık tahıl ürünlerinde zenginleştirme uygulamaları. *Türkiye, 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu, 24-26*.
- Allen, L. H., Rosenberg, I. H., Oakley, G. P., & Omenn, G. S. (2010). Considering the case for vitamin B₁₂ fortification of flour. *Food and Nutrition Bulletin*, 31(1, Suppl 1), 36-46. <https://doi.org/10.1177/15648265100311S104>
- Allen, L., & Vitamin B₁₂ Working Group. (2008). Vitamin B₁₂ fortification. Background paper for the workshop, Stone Mountain, GA, 30 March to 3 April 2008. The Flour Fortification Initiative. Retrieved December 11, 2008, from <http://www.sph.emory.edu/wheatflour/atlanta08/papers.html>
- Allen, L., de Benoist, B., Dary, O., & Hurrell, R. (2006). *Guidelines on food fortification with micronutrients*. Geneva: World Health Organization and Food and Agricultural Organization of the United Nations.
- Anon. (2003). INACG technical brief. Technical brief on iron compounds for fortification of staple foods. Retrieved from <http://inacg.ilsa.org/file/fortification.pdf>
- Arıgül, M. (2012). *Sübye'nin kalite özelliklerinin ve raf ömrünün geliştirilmesi üzerine bir çalışma* (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Aydın, N. (2012). *Keçiboynuzu unu ilavesinin bisküvinin bazı kalite kriterlerine etkisi* (Yüksek Lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Baking Business. (n.d.). Navigating the nutrients used to fortify baked goods. Retrieved from <https://www.bakingbusiness.com/articles/61943-navigating-the-nutrients-used-to-fortify-baked-goods>
- Banureka, V. D., & Mahendran, T. (2011). Formulation of wheat-soybean biscuits and their quality characteristics. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 12(2).
- Baysal, A. (1993). Gençliğin beslenme sorunları. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 3(3).

- Bilgiçli, N. (2009). Effect of buckwheat flour on cooking quality and some chemical, antinutritional and sensory properties of erişte, Turkish noodle. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(sup4), 70-80. <https://doi.org/10.1080/09637480802446639>
- Bilgiçli, N., & Soylu, S. (2016). Buğday ve un kalitesinin sektörel açıdan değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(2), 58-67.
- Borenstein, B., Caldwell, E. F., Gordon, H. T., Johnson, L., & Labuza, T. P. (1990). Fortification and preservation of cereals. In R. B. Fast & E. F. Caldwell (Eds.), *Breakfast cereals and how they are made* (pp. 273-299). American Association of Cereal Chemists Inc.
- Brown, K. H., Hambidge, K. M., Ranum, P., Tyler, V., & the Zinc Fortification Working Group. (2009). Zinc fortification of cereal flours: Current recommendations and research needs. *Food and Nutrition Bulletin*, (Supplement).
- Cavalcante, R. B. M., Morgano, M. A., Silva, K. J. D., Rocha, M. D. M., Araújo, M. A. D. M., & Moreira-Araújo, R. S. D. R. (2016). Cheese bread enriched with biofortified cowpea flour. *Ciência e Agrotecnologia*, 40(1), 97-103.
- Chauhan, A., Saxena, D. C., & Singh, S. (2015). Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus* spp.) flour. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 939-945.
- Chen, Z. Y., Ratnayake, W. M. N., & Cunnane, S. C. (1994). Oxidative stability of flaxseed lipids during baking. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(6), 629-632.
- Christa, K., & Soral-Śmietana, M. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products—nutritional and prophylactic value of their components—a review. *Czech Journal of Food Sciences*, 26(3), 153-162.
- Çelik, İ., Işık, F., & Gürsoy, O. (2004). Couscous, a traditional Turkish food product: Production method and some applications for enrichment of nutritional value. *International Journal of Food Science & Technology*, 39(3), 263-269.
- Çevik, A. (2016). *Tarhananın besinsel zenginleştirilmesinde kinoa, karabuğday ve lüpen unlarının kullanımı* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.
- Dary, O., & Hurrell, R. (2006). *Guidelines on food fortification with micronutrients*. World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations: Geneva, Switzerland.

- Demirel, H., & Demir, M. K. (2018). Farklı turuncgillerden elde edilen albedoların bisküvi üretiminde kullanımı. *GIDA*, 43(3), 501-511. <https://doi.org/10.15237/gida.GD18021>
- Dhaussy, A. (2014). Vitamin D recommendations, fortification in France, and communication. *OCL*, 21(3), D305.
- Doğan, İ. S., & Uğur, T. (2005). Van ve çevresinde yetiştirilen bazı buğdayların bisküvilik kalitesi üzerine bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2), 139-148.
- Duran, T. (2017). *Buğday kepeği ve şeker pancarı lifinin tarhana kalitesine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dursun, S., Yapar, A., & Çelik, İ. (2009). Kadife balığı (Tinca tinca L., 1758) etiyle zenginleştirmenin hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin duyuşal özellikleri üzerine etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 44-58.
- Dülger Altın, D. (2021). Physicochemical, sensory properties and in-vitro bioaccessibility of phenolics and antioxidant capacity of traditional noodles enriched with carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour. *Food Science and Technology, Campinas*, 41(3), 587-595. <https://doi.org/10.1590/fst.21020>
- Dwyer, J. T., Wiemer, K. L., Dary, O., Keen, C. L., King, J. C., Miller, K. B., Philbert, M. A., Tarasuk, V., Taylor, C. L., Gaine, P. C., & Jarvis, A. B. (2015). Fortification and health: Challenges and opportunities. *Advances in Nutrition*, 6(1), 124-131.
- Ekşi, A., & Karadeniz, F. (1996). Gıda zenginleştirme yaklaşımı ve Türkiye’de uygulanma olanağı. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 25(2), 47-51.
- El-Adawy, T. A. (1995). Effect of sesame seed proteins supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread. *Plant Foods for Human Nutrition*, 48(4), 311-326.
- Ercili, D. (2004). *Ekmeğin aminoasit şelatlı demir ve çinko bileşikleri ile zenginleştirilmesi* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdoğan, M., & Geçgel, Ü. (2019). Chia tohumu (*Salvia hispanica* L.) ve yağının fizikokimyasal özellikleri ve gıda sektöründe değerlendirilmesi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, (21), 9-17.
- Ertas, N., Sert, D., Demir, M. K., & Elgun, A. (2009). Effect of whey concentrate addition on the chemical, nutritional and sensory properties of tarhana (a Turkish fermented cereal-based food). *Food Science and Technology Research*, 15(1), 51-58.

- European Commission. (2013). European Commission implementing decision of 22.1.2013 authorising an extension of use of Chia (*Salvia hispanica*) seed as a novel food ingredient under regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council. *OJEU*, L 21/34-35.
- FAO. (1997). *Preventing micronutrient malnutrition: A guide to food-based approaches. A manual for policy makers and programme planners*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fast, R. B., & Caldwell, E. F. (2000). *Breakfast cereals and how they are made* (2nd ed.). American Association of Cereal Chemists.
- Flynn, A., Hirvonen, T., Mensink, G. B. M., Ocke, M. C., Serra-Majem, L., Stos, K., et al. (2009). Intake of selected nutrients from foods, from fortification and from supplements in various European countries. *Food & Nutrition Research, Supplement 1*, 1. <https://doi.org/10.3402/fnr.v53i0.2038>
- Food Fortification Initiative. (2016). Individual country profiles with fortification standards available at: http://ffinetwork.org/country_profiles/index.php. Aggregated database available upon request: info@ffinetwork.org.
- Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Świeca, M., Sęczyk, Ł., Różyło, R., & Szymanowska, U. (2015). Bread enriched with *Chenopodium quinoa* leaves powder–The procedures for assessing the fortification efficiency. *LWT - Food Science and Technology*, 62(2), 1226-1234.
- Gunathilake, K. D. P. P., & Abeyrathne, Y. M. R. K. (2008). Incorporation of coconut flour into wheat flour noodles and evaluation of its rheological, nutritional and sensory characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(1), 133-142.
- Gupta, M., Bawa, A. S., & Abu-Ghannam, N. (2011). Effect of barley flour and freeze–thaw cycles on textural, nutritional and functional properties of cookies. *Food and Bioproducts Processing*, 89(4), 520-527.
- Holtekjølén, A. K., Bævre, A. B., Rødbotten, M., Berg, H., & Knutsen, S. H. (2008). Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. *Food Chemistry*, 110(2), 414-421.
- Hooda, S., & Jood, S. (2005). Organoleptic and nutritional evaluation of wheat biscuits supplemented with untreated and treated fenugreek flour. *Food Chemistry*, 90(3), 427-435.
- Hosta, H. G. (2010). *Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelerinin kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

- Hu, G., Huang, S., Cao, S., & Ma, Z. (2009). Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. *Food Chemistry*, 115(3), 839-842.
- Ilgaz, Ş., Yardım, N., Çimen, M. Y. B., Kanbur, N., Özmert, E. N., Satman, İ., ... & Ulman, C. (2020). Türkiye’de besinlerin D vitamini, folik asit ve demir ile zenginleştirilmesi: Sağlık Bakanlığı önerileri. *Turkish Journal of Public Health*, 18(3), 226-248.
- Ismail, T., Akhtar, S., Riaz, M., & Ismail, A. (2014). Effect of pomegranate peel supplementation on nutritional, organoleptic, and stability properties of cookies. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(6), 661-666.
- Kabakuş, M. (2017). Mikro besin ögesi malnütrisyonunda besin desteği mi? Yoksa zenginleştirme mi? *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(2), 77-82.
- Kadan, R. S., & Caldwell, E. F. (2003). Breakfast cereals. In B. Caballero & L. Trugo (Eds.), *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (2nd ed., pp. 1023-1027).
- Kahraman, Ö. (2011). Süt ve süt ürünlerinin çinko ile zenginleştirilmesine ilişkin yaklaşımlar. *GIDA*, 36(4), 241-248.
- Kahyaoğlu, F., & Demirci, B. D. (2019). Zenginleştirilmiş ve güçlendirilmiş gıdaların sağlık üzerine önemi ve çeşitli ülkelerde uygulanması. *Bozok Tıp Dergisi*, 9(2), 164-169.
- Kamphehl, L. (2019, January 22). Pişmiş makarna eklenen B vitaminlerinin %80’ini koruyor. *Magazine BBM*. Retrieved from <https://magazinebbm.com/tr/blog/pismis-makarna-eklenen-b-vitaminlerinin-yuzde-80ini-koruyor>
- Khattab, R. Y., & Zeitoun, M. A. (2013). Quality evaluation of flaxseed oil obtained by different extraction techniques. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 338-345.
- Klava, D. (2004). *Improvement of nutritive value of wheat bread* (Ph.D. dissertation). Latvia University, Agriculture Faculty, Jelgava, Latvia.
- Klemm, R. D., West Jr, K. P., Palmer, A. C., Johnson, Q., Randall, P., Ranum, P., & Northrop-Clewes, C. (2010). Vitamin A fortification of wheat flour: Considerations and current recommendations. *Food and Nutrition Bulletin*, 31(1_suppl1), S47-S61.

- Knuckles, B. E., & Chiu, M. C. M. (1999). β -Glucanase activity and molecular weight of β -glucans in barley after various treatments. *Cereal Chemistry*, 76(1), 92-95.
- Koca, I., Tekguler, B., Yilmaz, V. A., Hasbay, I., & Koca, A. F. (2018). The use of grape, pomegranate, and rosehip seed flours in Turkish noodle (erişte) production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13343. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13343>
- Kolanowski, W., & Berger, S. (1999). Possibilities of fish oil application for food products enrichment with omega-3 PUFA. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 50(1), 39-49.
- Kolanowski, W., Jaworska, D., & Weißbrodt, J. (2007). Importance of instrumental and sensory analysis in the assessment of oxidative deterioration of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acid-rich foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(2), 181-191.
- Koyuncu, K., Türker, S., & Ertaş, N. (2011). Erişte üretiminde fonksiyonel bileşenlerin kullanımı. In *1st National Halal and Healthy Food Congress* (p. 202). Ankara, Turkey.
- Kömürcü, T. C., & Bilgiçli, N. (2023). Glutenli ve glutensiz bisküvilerin kestane, lüpen ve balkabağı unlarından hazırlanan kompozit un ile zenginleştirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(3), 1724-1737.
- Kruger, J. E., Hatcher, D. W., & Anderson, M. J. (1998). The effect of incorporation of rye flour on the quality of oriental noodles. *Food Research International*, 31(1), 27-35. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(98\)00055-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(98)00055-6)
- Kuntz, L. A. (1994, February 8). Fortifying breakfast cereals. Retrieved from www.foodproductdesign.com
- Kutluay Merdol, T., Baş, M., Kızıltan, G., Şensoy, F., Şeker, E., Dağ, A., & Acar Tek, N. (2013). *Genel beslenme*. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2768; Açıköğretim Fakültesi Yayını No: 1726.
- Levent, H. (2019). Performance of einkorn (*Triticum monococcum* L.) flour in the manufacture of traditional Turkish noodle. *Gıda*, 44(5), 932-942. <https://doi.org/10.15237/gida.GD19068>
- Levi, F., Pasche, C., Lucchini, F., & La Vecchia, C. (2001). Dietary fibre and the risk of colorectal cancer. *European Journal of Cancer*, 37(16), 2091-2096.
- Lindsay, A., Benoist, B., Dary, O., & Hurrell, R. (Eds.). (2006). *Guidelines on food fortification with micronutrients* (p. 20). World Health Organization & Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 92-4-159401-2.

- Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobbetti, M., & Rizzello, C. G. (2017). Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *LWT*, 78, 215-221.
- Maberly, G. F. (2002). Enriching lives through flour fortification. *Flour Fortification Initiative*. Retrieved from <http://www.sph.emory.edu/wheatflour/Test/Products/Papers.htm>
- Magda, R. A., Awad, A. M., & Selim, K. A. (2008). Evaluation of mandarin and navel orange peels as natural sources of antioxidant in biscuits. In *Alex. J. Fd. Science & Technology Special Volume Conference* (pp. 75-82).
- Marpalle, P., Sonawane, S. K., & Arya, S. S. (2014). Effect of flaxseed flour addition on physicochemical and sensory properties of functional bread. *LWT - Food Science and Technology*, 58(2), 614-619.
- Menon, L., Majumdar, S. D., & Ravi, U. (2015). Development and analysis of composite flour bread. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4156-4165.
- Meral, L. H., & Karaoğlu, M. M. (2019). Ekmegin besinsel özelliklerinin iyileştirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(2), 217-225.
- Meral, R., & Doğan, İ. S. (2009). Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamullerin üretiminde kullanımı. *Gıda*, 34(3), 193-198.
- Mete, M. (2016). *Kestane unu katkısının eriştenin bazı besinsel ve kalite özelliklerine etkisinin incelenmesi* (Doktora Tezi). İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (2013). *Türk Gıda Kodeksi Takviye Edici Gıdalar Tebliği* (Tebliğ No 2013/49). Resmi Gazete Tarihi: 16.08.2013, Resmi Gazete Sayısı: 28737.
- Mirmiran, P., Golzarand, M., Serra-Majem, L., & Azizi, F. (2012). Iron, iodine and vitamin A in the Middle East: A systematic review of deficiency and food fortification. *Iranian Journal of Public Health*, 41(8), 8.
- Morris, C. F. (2018). Determinants of wheat noodle color. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(14), 5171-5180. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9134>
- Muthayya, S., Thankachan, P., Hirve, S., Amalrajan, V., Thomas, T., Lubree, H., Agarwal, D., Srinivasan, K., Hurrell, R. F., Yajnik, C. S., & Kurpad, A. V. (2012). Iron fortification of whole wheat flour reduces iron deficiency and iron deficiency anemia and increases body iron stores in Indian school-aged children. *The Journal of Nutrition*, 142(11), 1997-2003.

- Najafi, M. B. H., Pourfarzad, A., Zahedi, H., Ahmadian-Kouchaksaraie, Z., & Khodaparast, M. H. H. (2016). Development of sourdough fermented date seed for improving the quality and shelf life of flat bread: Study with univariate and multivariate analyses. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 209-220.
- Nassar, A. G., AbdEl-Hamied, A. A., & El-Naggar, E. A. (2008). Effect of citrus by-products flour incorporation on chemical, rheological and organoleptic characteristics of biscuits. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(5), 612-616.
- Nikooyeh, B., Neyestani, T. R., Zahedirad, M., Mohammadi, M., Hosseini, S. H., Abdollahi, Z., Salehi, F., Razaz, J. M., Shariatzadeh, N., Kalayi, A., Lotfollahi, N., & Maleki, M. R. (2016). Vitamin D-fortified bread is as effective as supplement in improving vitamin D status: A randomized clinical trial. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 101(6), 2511-2519.
- Özgören, E., Kaplan, H. B., & Tüfekçi, S. (2018). Chia tohumu kullanılarak zenginleştirilen galetaların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri. *Food and Health*, 4(2), 140-146. <https://doi.org/10.3153/FH18014>
- Panda, A. K., Mishra, S., & Mohapatra, S. K. (2011). Iron in ayurvedic medicine. *Journal of Advanced Developmental Research*, 2(2), 287-293.
- Pekcan, A. G. (2017). Türkiye’de beslenme durumu: Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA-2010). *Gıda ve Beslenme Dergisi*, 1, 41-48.
- Pilz, S., März, W., Cashman, K. D., Kiely, M. E., Whiting, S. J., Holick, M. F., ... & Zittermann, A. (2018). Rationale and plan for vitamin D food fortification: A review and guidance paper. *Frontiers in Endocrinology*, 9, 373.
- Pontonio, E., Lorusso, A., Gobetti, M., & Rizzello, C. G. (2017). Use of fermented milling by-products as functional ingredient to develop a low-glycaemic index bread. *Journal of Cereal Science*, 77, 235-242.
- Pozan, K. (2019). *Erişte üretiminde kavun çekirdeği tozu kullanımı ve bazı özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Rajbhandari, B. P. (2004). Eco-physiological aspects of common buckwheat. In *Proceeding of the 9th International Symposium on Buckwheat* (pp. 101-108). Prague.
- Ritthiruangdej, P., Parnbankled, S., Donchedee, S., & Wongsagonsup, R. (2011). Physical, chemical, textural, and sensory properties of dried wheat noodles

- supplemented with unripe banana flour. *Kasetsart Journal (Natural Sciences)*, 45(1), 500-509.
- Sabanis, D., & Tzia, C. (2009). Effect of rice, corn, and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars. *Food and Bioprocess Technology*, 2(1), 68-79.
- Sacchetti, G., Pinnavaia, G. G., Guidolin, E., & Dalla Rosa, M. (2004). Effects of extrusion temperature and feed composition on the functional, physical, and sensory properties of chestnut and rice flour-based snack-like products. *Food Research International*, 37(5), 527-534.
- Schmidt, E., Weißenborn, A., Wörner, B., & Ziegenhagen, R. (2006). Use of minerals in foods. *Federal Institute for Risk Assessment*. Published by A. Domke, R. Großklaus, B. Niemann, H. Przyrembel, K. Richter, E. Schmidt, A. Weißenborn, B. Wörner, & R. Ziegenhagen. Use of minerals in foods: Toxicological and nutritional-physiological aspects (Part II).
- Seidell, J. C. (1998). Dietary fat and obesity: An epidemiologic perspective. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 67(3), 546S-550S.
- Silva, F. G. D., Hernandez-Ledesma, B., Amigo, L., Netto, F. M., & Miralles, B. (2017). Identification of peptides released from flaxseed (*Linum usitatissimum*) protein by Alcalase® hydrolysis: Antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 76, 140-146.
- Siondalski, P., & Lysiak-Szydłowska, W. (2007). Food components in the protection of the cardiovascular system. In Zdzisław E. Sikorski (Ed.), *Chemical and functional properties of food components* (pp. 445). CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
- Subramanian, D., & Gupta, S. (2016). Pharmacokinetic study of amaranth extract in healthy humans: A randomized trial. *Nutrition*, 32(7-8), 748-753.
- Sudha, M. L., Vetrmani, R., & Leelavathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100(4), 1365-1370.
- Şanlıoğlu, Y., & Özkaya, B. (1999). Makarnanın diyet lifçe zenginleştirilmesi. *Food Hi-Tech*, 70-78.
- Thompson, T. (2000). Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 100(11), 1389.
- Topkaya, C. (2017). *Nar kabuğu tozu ilavesinin keklerin besinsel, duyuşal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

- Tunçel, N. B., & Demirci, M. (2006). Farklı sıcaklık derecelerinde depolanan hamurların kek kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. *Türkiye*, 9, 521-524.
- Türkiye Un Sanayicileri Federasyonu. (2020). Una Değer Katma. 10 Şubat 2020, Erişim adresi <http://www.tusaf.org/TR,82/una-deger-katma.html>
- United Nations International Children's Emergency Fund. UNICEF. (2018). Erişim adresi https://www.unicef.org/turkey/sy4/_mc11.html
- Vilche, C., Gely, M., & Santalla, E. (2003). Physical properties of quinoa seeds. ORCID: 0000-0003-1525-2086Yurttagül, M. (1995). Hafif şişman ve şişman kadınların beslenme alışkanlıkları ve zayıflamaya ilişkin tutum ve davranışları. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 24(1), 59-73.
- Zimmerman, S. (2011). Fifteen years of fortifying with folic acid: Birth defects are reduced and healthcare expenses are averted. *Sight Life*, 25(3), 54.