

SÜT ENDÜSTRİSİNDE

Kullanılan Gıda Katkı Maddeleri

Editor
Zeki GÜRLER

BİDGE Yayınları

Süt Endüstrisinde Kullanılan Gıda Katkı Maddeleri

Editör: Prof. Dr. Zeki GÜRLER

ISBN: 978-625-372-329-3

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.12.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



İçindekiler

Bölüm 1: Gıda Katkı Maddeleri.....	4
------------------------------------	---

Zeki GÜRLER

Recep KARA

Bölüm 2: Gıda Katkı Maddeleri İle İlgili Uluslararası Kuruluşlar..	30
--	----

İlker ATİK

Duygu UĞURLU

Gamze UZUN

Bölüm 3: Süt Ürünlerinde Kullanılan Gıda Katkı Maddeleri	43
--	----

Zeki GÜRLER

Duygu UĞURLU

Azize ATİK

Bölüm 4: Süt Endüstrisinde Kullanılan Diğer Katkı Maddeleri ..	109
--	-----

İlker ATİK

Azize ATİK

Gamze UZUN

BÖLÜM I

Gıda Katkı Maddeleri

Zeki GÜRLER¹
Recep KARA²

Giriş

İnsanlık için gıdanın önemi yadsınamaz; hala yemek yemeden yaşamamanın bir yolu yoktur. Bu sebeple dünyadaki her kadın, erkek ve çocukların refahı için gıda son derece önemlidir. Gıda maddelerini tüketme şeklimiz yıldan yıla değişikliklere uğramıştır. Giderek artan dünya nüfusunu beslenmesini sağlamak için daha ucuz ve yüksek kalite standartlarını koruyarak gıda talebini karşılamak amacıyla standartlara uygun gıda üretimini arttırmak gerekmektedir. Fonksiyonel gıda üretimi, gıda endüstrisi tarafından bilimsel olarak desteklenen iddialara sahip yenilikçi fonksiyonel ürünlerin

¹ Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0000-0002-9037-2945, zgurler@aku.edu.tr

² Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0000-0002-9257-7506, recepkara@aku.edu.tr

geliştirilmesi için kullanılabilecek yeni biyoaktif bileşenler gerektiren ve sürekli büyüyen bir pazardır. Antik çağlardan beri insanlar gıdaların lezzetini ve diğer özelliklerini artırmak için gıda katkı maddeleri kullanmaktadır. Artan dünya nüfusuyla birlikte değişen beslenme alışkanlıkları çeşitli gıdaların üretiminde gıda katkı maddelerinin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Gıda katkı maddelerinin kullanılmasındaki en önemli amaçlardan biri besin değerlerini koruyarak insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde gıdaların raf ömrünü uzatmaktır. Bu amaçla mikrobiyal açıdan üremeyi durdurmak, rengin kısa sürede değişmesini engellemek, tekstürel olarak doku, görünüm ve tat değişikliklerinin önüne geçmek için gıda katkı maddeleri kullanılmaktadır. Gıda katkı maddelerinin kullanımı, insan sağlığını tehdit etmeyecek şekilde kullanılması için bilimsel çalışmalarla desteklenen sıkı kontrollere tabidir. Bu durum gıda katkı maddelerinin çeşitliliği, kullanım limitleri vb. konularda araştırmaların, artmasına neden olmaktadır. Gıda katkı maddeleri hakkındaki bu kitapta, gıda katkı maddelerinin süt ve süt ürünlerinde yasal olarak kullanılmasına izin verilen miktarları, kullanım amaçları ve insan sağlığına olan etkileri açıklanmıştır.

Gıda Katkı Maddelerinin Tarihçesi

Gıda katkı maddelerinin kullanımı MÖ. 3000’li yıllara kadar dayanmaktadır. Gıda katkı maddelerinin kullanımına ilk örnek, gıdalarda tuzu kullanarak raf ömrünün uzatılmasıdır. MÖ. 900’lü yıllarda tuzun yanına odun tütsüsü eklenerek gıdanın muhafazasında kullanıldığı bilinmektedir. MÖ. 50’li yıllarda ise çeşitli baharatların eklenmesiyle lezzet verici olarak kullanımları sağlanmıştır. Eski Mısırlılar şimdiki zamandan yaklaşık 3500 yıl öncesinde gıda

boyalarını renklendirici olarak gıdalarda kullanmıştır (Maranki, 2013). Ticari anlamda gıda katkı maddelerinin kullanımına dair ilk kanıt 1800'lü yıllarda kalsiyum fosfatın kullanılmasına dayanmaktadır (Gündüz, 2009). Ayrıca yapay olarak hazırlanan ilk gıda katkı maddesi olan Anilin moru, 1856 yılında tarihteki yerini almıştır (Boğa ve Binokay, 2010). Sistematik kullanımı ise 1956 yılında olmuştur (Gündüz, 2009). Bu sistematik şekilde kullanımı 1956 yılında FAO ve WHO kuruluşları ve 43 ülkenin dahil olduğu bir tarama programı ile gerçekleşmiştir (Soyseven, 2018). İngiltere'de günümüzde de kullanılan sodyum karbonat, benzoik asit, sakkarin gibi maddeler 19.yüzyılda gıda katkı maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır (Ataseven, 2015). Çoğu doğal kaynaklı gıda katkı maddeleri 20. yüzyılın başlarından itibaren kullanılmaktadır. Gıda katkı maddelerin kullanımı 1940 yılından itibaren hızlı bir artış göstermiştir. Dünyada gıda katkı maddelerinin üretimi 1950 yılında yaklaşık 7 milyon ton/yıl iken bu miktar hızla artarak 1985 yılında 250 milyon ton/yıl olmuştur. Günümüzde ise bu sayı 400 milyon ton/yıla ulaşmıştır (Gündüz, 2009). Avrupa Birliği'nden onay alan 322 farklı gıda katkı maddesi günümüzde aktif olarak kullanılmaktadır (Martyn ve ark., 2013).

Süt ürünlerindeki katkı maddelerinin tarihi, gıda bilimi, halk sağlığı ve tüketici tercihlerini iç içe geçiren çok yönlü bir süreçtir. Süt ürünlerindeki katkı maddelerinin kullanımı, teknolojik gelişmeler, düzenleyici değişiklikler ve değişen tüketici talepleri tarafından yönlendirilen yıllar içinde önemli ölçüde evrimleşmiştir.

20. yüzyılın başlarında süt endüstrisi, ürünlerin güvenliğini ve raf ömrünü artırmak için çeşitli katkı maddelerini benimsemeye başlamıştır. Örneğin, pastörizasyon, yalnızca patojenleri ortadan

kaldırarak güvenliğini iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda ürünün tutarlılığını ve dokusunu korumak için stabilizatörlerin ve emülgatörlerin dahil edilmesine de olanak tanıyan standart bir uygulama haline gelmiştir (Tian, 2021). Bu dönem, süt, peynir ve yoğurt gibi ürünlerin duysal niteliklerini iyileştirmek için katkı maddelerinin kullanıldığı süt üretimine daha bilimsel bir yaklaşımın başlangıcını işaret etmektedir.

Zaman ilerledikçe gıda üretiminde odak noktası sağlık ve beslenmeye kaymıştır. 20. yüzyılın ortalarında yetersiz beslenme ile mücadele etmek için gıdaları güçlendirme uygulamaları önem kazanmaya başlamıştır. Örneğin, raşitizmi önlemek için süte D vitamini sıklıkla ekleniyordu ve bu uygulama Amerika Birleşik Devletleri ve diğer ülkelerde yaygınlaştı. Güçlendirmeye yönelik bu eğilim, süt ürünlerinin halk sağlığı ve beslenmedeki rolüne ilişkin artan farkındalığı yansıtmaktadır.

20. yüzyılın sonlarında süt endüstrisi, özellikle yapay içerikler ve koruyucuların kullanımıyla ilgili olarak katkı maddelerinin sağlık üzerindeki etkileri konusunda artan bir incelemeyle karşı karşıya kalmıştır. Bu durum daha temiz etiketler ve doğal içerikler için savunuculuk yapan tüketici odaklı bir harekete yol açmıştır. Bu nedenle, birçok süt üreticisi ürünlerini yeniden formüle etmeye, yapay katkı maddelerini azaltarak veya ortadan kaldırarak doğal alternatifler lehine çalışmaya başlamıştır. Bu değişime, genellikle sentetik katkı maddelerini tamamen reddeden organik süt ürünlerinin popüleritesindeki artış eşlik etmiştir.

Son yıllarda, araştırmalar süt katkı maddelerinin işlevsel özelliklerini de kapsayacak şekilde genişlemiştir. Araştırmalar,

bağırsak sağlığına ve genel refaha katkıda bulunabilen yoğurttaki probiyotikler gibi belirli süt bileşenlerinin potansiyel sağlık yararları üzerinde durmaktadır. Ek olarak, peynir altı suyu proteini gibi biyoaktif bileşiklerin ürünlere dahil edilmesi, tip 2 diyabetin yönetilmesine yardımcı olabilecek insülinotropik etkileri ile metabolik sağlıktaki olumlu etkileri ile öne çıkmaktadır (Gao ve ark., 2013; Hruby ve ark., 2017).

Özetle süt ürünlerinde kullanılan katkı maddelerinin kronolojik geçmişi, gıda bilimi, teknoloji ve tüketici tercihlerinin evrimini yansıtmaktadır. Aşağıda, geçmişten günümüze süt ürünlerinde kullanılan önemli katkı maddelerinin kapsamlı bir listesi sunulmuştur.

1. Tuz (Antik Çağlar): Tuz, özellikle peynir yapımında süt ürünlerinde koruyucu ve lezzet artırıcı olarak antik çağlardan beri kullanılmaktadır. Mikrobiyal büyümeyi engellemeye yardımcı olur ve lezzeti artırır.

2. Rennet (Antik Çağlar): Geviş getiren hayvanların mide zarından elde edilen bir enzim olan rennet, geleneksel olarak peynir üretiminde sütü pıhtılaştırmak için kullanılmıştır. Kullanımı binlerce yıl öncesine dayanır ve birçok peynir çeşidinin temel bileşeni olmaya devam etmektedir.

3. Sodyum Bikarbonat (19. Yüzyıl): 19. yüzyılda sodyum bikarbonat, süt ürünlerinde, özellikle de bazı peynir türlerinin ve fırın ürünlerinin üretiminde kabartıcı madde olarak kullanılmaya başlanmıştır.

4. Koruyucular (20. Yüzyılın Başları): Endüstriyel süt üretimiyle birlikte süt ve yoğurt gibi ürünlerin raf ömrünü uzatmak

ve bozulmasını önlemek amacıyla sodyum benzoat ve potasyum sorbat gibi çeşitli kimyasal koruyucular kullanılmaya başlanmıştır.

5. Emülgatörler ve Stabilizatörler (20. Yüzyılın Ortaları):

20. yüzyılın ortalarında, özellikle dondurmalarda ve kremalarda olmak üzere süt ürünlerinin tekstürünü ve kıvamını iyileştirmek için emülgatörler (örn. mono ve digliseridler) ve stabilizatörler (örn. karragenan, guar zımkı) kullanılmaya başlanmıştır.

6. Zenginleştirici Maddeler (20. Yüzyıl Ortaları):

20. yüzyılın ortalarında, süt ürünlerinin güçlendirilmesi yaygınlaştı ve toplumdaki beslenme yetersizliklerini gidermek için süte A ve D vitaminleri eklenmiştir.

7. Probiyotikler (20. Yüzyıl Sonları):

20. yüzyılın sonlarında süt ürünlerinde, özellikle yoğurtlarda probiyotiklerin yükselişi görülmektedir. *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi suşlar, bağırsak sağlığını iyileştirmek başta olmak üzere çeşitli sağlık yararları için ürünlere eklenmiştir.

8. Doğal Aroma Maddeleri (21. Yüzyıl):

Tüketicilerin daha temiz etiketlere olan talebine yanıt olarak, birçok süt üreticisi yapay aromalar yerine meyvelerden, bitkilerden ve baharatlardan elde edilen doğal aroma maddeleri kullanmaya başlamıştır.

9. Bitki Bazlı Katkı Maddeleri (21. Yüzyıl):

Bitki bazlı beslenmeye doğru son dönemdeki eğilim, badem veya soya sütü gibi süt alternatiflerine bitki kaynaklı katkı maddelerinin eklenmesine yol açmıştır; bu ürünlerde, geleneksel süt ürünlerinin tekstürünü taklit etmek için karragenan ve keçiyoynuzu zımkı gibi koyulaştırıcılar kullanılmaktadır.

10. Biyoaktif Bileşikler (21. Yüzyıl): Son zamanlarda yapılan araştırmalar, özellikle kardiyovasküler sağlık açısından sağlık yararlarını artırmak amacıyla süt ürünlerine omega-3 yağ asitleri ve fitosteroller gibi biyoaktif bileşiklerin dahil edilmesine odaklanmıştır.

11. Fermente İçerikler (21. Yüzyıl): Kefir taneleri ve belirli bakteri kültürleri gibi fermente içeriklerin kullanımı, sindirimi ve bağışıklık fonksiyonunu iyileştirme gibi potansiyel sağlık yararları nedeniyle popülerlik kazanmıştır.

12. Fonksiyonel Katkı Maddeleri (21. Yüzyıl): Günümüzde, özellikle sporcu beslenmesi ve kilo yönetimine yönelik ürünler, süt ürünlerinin besin profilini geliştirmek için peynir altı suyu proteini ve kazeinatlar gibi fonksiyonel katkı maddelerinin kullanımını içermektedir.

Süt ürünlerinde katkı maddelerinin kullanımı, gıda bilimindeki, teknolojiye ve tüketici tercihlerindeki gelişmeleri yansıtan zengin bir tarihe sahiptir. Aşağıda, süt ürünlerinde kullanılan önemli katkı maddelerinin kronolojik bir listesi ve kullanım amaçları yer almaktadır.

1. 20. Yüzyılın Başları: Koruyucular ve Stabilizatörler

- Koruyucuların ve stabilizatörlerin erken kullanımı, raf ömrünü uzatmayı ve ürün kalitesini korumayı amaçlıyordu.

2. 20. Yüzyılın Ortaları: Güçlendirme

- Süt ürünlerinin vitamin ve minerallerle güçlendirilmesi, besin eksikliklerini gidermek için yaygınlaştı.

3. 1970'ler: Emülgatörler ve Stabilizatörler

- Emülgatörler ve stabilizatörler, süt ürünlerinde tekstür ve kıvamı iyileştirmek için kullanılmıştır.

4. 1980'ler: Probiyotikler

- Probiyotiklerin süt ürünlerine dahil edilmesi, sindirim sağlığını destekleyerek ve yoğurt gibi ürünlerin işlevsel özelliklerini artırarak popülerlik kazanmıştır.

5. 1990'lar: Düşük Yağ ve Şeker Alternatifleri

- Tüketicilerin sağlık bilincinin artması, süt ürünlerinde düşük yağ ve şeker alternatiflerinin geliştirilmesinde etkili olmuştur.

6. 2000'ler: Doğal Katkı Maddeleri ve Temiz Etiketler

- Tüketicilerin şeffaflık ve daha sağlıklı seçeneklere olan talebiyle doğal katkı maddelerine ve temiz etiketlere olan ilgi artmıştır.

7. 2010'lar: Bitki Bazlı Katkı Maddeleri

- Bitki bazlı diyetlere doğru eğilim, süt ürünlerine bitki özleri ve otların dahil edilmesine neden olmuştur (Britto ve ark., 2020).

8. Günümüz: Yenilikçi İşlevsel Bileşenler

- Şu anda süt endüstrisi, süt ürünlerinin sağlık yararlarını artırmak için biyoaktif bileşikler ve yeni probiyotik suşlar da dahil olmak üzere yenilikçi işlevsel bileşenleri araştırmaktadır. Araştırmalar, bu katkı maddelerinin metabolik sağlık ve hastalık önlemedeki potansiyel rolleri nedeniyle dahil edilmesini desteklemektedir (Chen ve ark., 2015; Kim ve Kim, 2017).

Sonuç olarak, süt ürünlerindeki katkı maddelerinin tarihi, bilimsel gelişmeler ve tüketici tercihleri tarafından yönlendirilen sürekli bir evrimi göstermektedir. İlk koruyuculardan modern işlevsel bileşenlere kadar, katkı maddelerinin kullanımı süt endüstrisini önemli lde şekillendirmiştir.

Gıda Katkı Maddeleri Nedir?

İnsanoğlu değişen koşullara ve şartlara bağlı olarak yaşam standartlarında belli başlı değişikliklere gitmiştir. Değişikliklerin başında yer alan gıdaların muhafazası ve farklı tatlara sahip gıdaların üretimi gibi amaçlarla gıda katkı maddelerinin kullanılmaya başlaması gelmektedir (Wiley ve Nee, 2020). Gıda katkı maddeleri, işlenmiş gıdalarda uzun zamandır uygulanan, doğal veya sentetik maddelerdir. Gıda katkı maddelerinin uygulanmasıyla çeşitli amaçlar yerine getirilmiştir; bunlardan en dikkat çeken iki özellikten biri gıda bozulmasını önlemesi diğeri ise belirli renkler ile tatlar sağlaması olduğu bilinmektedir (Lalani ve ark., 2024). Türk Gıda Kodeksine göre Gıda Katkı Maddeleri (GKM): ‘Besleyici değeri olsun veya olmasın, tek başına gıda olarak tüketilmeyen ve gıdanın karakteristik bileşeni olarak kullanılmayan, teknolojik bir amaç doğrultusunda üretim, muamele, işleme, hazırlama, ambalajlama, taşıma veya depolama aşamalarında gıdaya ilave edilmesi sonucu kendisinin ya da yan ürünlerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak o gıdanın bileşeni olması beklenen maddeler’ olarak tanımlanmaktadır (TGK, 2023). Codex Alimentarius(2016), bir gıda katkı maddesini “normalde gıda olarak tüketilmeyen ve normalde gıdanın tipik bir bileşeni olarak kullanılmayan, besin değeri olsun veya olmasın , gıdaya teknolojik (organoleptik dahil) bir amaçla, üretim, işleme, hazırlama işlemi, paketleme, ambalajlama, taşıma veya tutma

sırasında kasıtlı olarak eklenmesi, (doğrudan veya dolaylı olarak) gıdanın veya yan ürünlerinin bir bileşeni haline gelmesine veya başka şekilde bu gıdaların özelliklerini etkilemesine neden olan veya makul olarak sonuçlanması beklenen herhangi bir madde” olarak tanımlamaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), bir gıda katkı maddesini “amaçlanan kullanımı doğrudan veya dolaylı olarak herhangi bir gıdanın bir bileşeni haline gelmesine veya başka şekilde herhangi bir gıdanın özelliklerini etkilemesine neden olan veya makul olarak sonuçlanması beklenen herhangi bir madde” olarak tanımlamaktadır (FDA, 2010).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi'nin (EFSA) gıda katkı maddesi tanımı, “normalde gıda olarak tüketilmeyen ve normalde bir gıdanın karakteristik bir bileşeni olarak kullanılmayan, besin değeri olsun veya olmasın, bir gıdaya üretim, işleme, hazırlama, muamele, paketleme, taşıma veya depolama sırasında teknolojik bir amaçla kasıtlı olarak eklenmesi, kendisinin veya yan ürünlerinin doğrudan veya dolaylı olarak bu gıdanın bir bileşeni haline gelmesiyle sonuçlanan veya makul olarak sonuçlanması beklenen herhangi bir madde olarak tanımlanmaktadır (EFSA, 2008). Gıdaya belirli bir amaç için bir madde ekleniyorsa bu maddeye doğrudan katkı maddesi adı verilmektedir. Dolaylı gıda katkı maddeleri, ambalajlama, depolama ve diğer işlemler sırasında gıdaya eser miktarda eklenen maddelerdir (FDA, 2010).

Gıda katkı maddelerinin kullanımı, en az işlenmiş gıdadan, çok işlenmiş ve dönüştürülmüş gıdaya kadar her türlü gıdayı kapsamaktadır (Carocho ve ark., 2015). En kolay ulaşılabilen ve

düşük maliyetli ürün olduğu söylenen hazır gıdaların çoğu eklenen gıda katkı maddeleri nedeniyle daha uzun raf ömrüne ve güzel bir tada sahiptir. Atıştırılabilir ürünler, ağız sulandıran lezzetleri ve aromalarından dolayı tüketiciler için daha popülerdir. Bu ürünler yüksek sıcaklık işlemlerinden geçmekte ve ayrıca raf ömürlerini uzatmak için koruyucu madde formunda gıda katkı maddeleri içermektedir (Medhi ve ark., 2022).

Gıda katkı maddeleri insanlara büyük duyuşsal keyif ve ticari kolaylık sağlayabilir ancak aynı zamanda insan sağığı için potansiyel risklere de neden olabilmektedir. Bu nedenle, gıda katkı maddelerinin içeriğı hakkında kantitatif analiz yapmak büyük önem taşımaktadır. Gıda katkı maddeleri işlevlerine ve düzenleyici gereksinimlerine göre, renklendiriciler, koruyucu maddeler, antioksidanlar, tatlandırıcılar, emülgatörler, stabilizatörler, kıvam artırıcılar, jelleştirici maddeler olarak sınıflandırılmaktadır (Wu ve ark., 2022).

Günümüzde, yapay sentetik gıda katkı maddeleri, doğal gıda katkı maddelerinin yerini yavaş yavaş almış ve gıda katkı maddelerinin kötüye kullanımı, aşırı katkı maddesi kullanımı ve hatta toksik katkı maddelerinin kullanımı gibi birçok sorun ortaya çıkmıştır (Wu ve ark., 2022). Gıda katkı maddelerinin bu artan tüketimi, tüketici için ciddi sağık tehlikelerine neden olabilmektedir.

Günümüzde gıda katkı maddeleri, insan popölasyonunda zararlı toksinlerin oluşmasının başlıca kaynağı olmuştur. Gıda katkı maddeleri, canlı dokuların metabolik yollarını etkilediğı bilinen ksenobiyotik miktarlarını içermektedir. Beslenme alışkanlıkları,

evre veya ilaç yoluyla ksenobiyotiklere maruz kalma durumu canlılar için kaçınılmazdır. GKM vücuda girdiği zaman, ksenobiyotikler biyolojik sistemde fizyolojik, biyokimyasal veya patolojik değişikliklere neden olmaktadır (Jahan, 2024).

Son yirmi yılda yapılan çalışmalar, bu tür katkı maddeleri içeren gıdaların (rneğin BHA ve BHT) aşırı tüketimi ile kanser ve cilt rahatsızlıkları gibi çeşitli olumsuz sağlık etkileri arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir (Lalani ve ark., 2024).

Gıda Katkı Maddelerinin Kullanım Amaçları Nelerdir?

- Gıdanın tekstürünü, lezzetini ve görünüşünü iyileştirmek,
- Gıdada istenmeyen değişikliklerin ortaya çıkma ihtimalini engellemek,
- Gıdada besleyici ve biyolojik değerini korumak veya düzeltmek,
- Gıdada olası mikrobiyal gelişme ya da bozulmaları engellemek,
- Gıdanın raf ömrünü arttırmak ve kalitesinin devamlılığını sağlamak,
- Gıdada var olan hastalık yapıcı unsurların üremesini önlemek
- Gıda çeşitliliğini değişik kültürdeki damak tatlarına uygun hale getirmek

- Özel durumlar için (hastalık, alerji, intolerans vb.) ihtiyaç durumunda ona uygun gıdalar üretmek (Boğa ve Binokay, 2010 ;Yörük ve Danyer, 2016).

Gıda Katkı Maddelerinin Sınıflandırılması

Gıda katkı maddeleri 6 ana başlık altında değerlendirilmektedir.

- Koruyucular
 - Antimikrobiyaller
 - Antioksidanlar
- Emülgatörler
- Stabilizatörler
- Renklendiriciler
- Tatlandırıcılar
- Diğer katkı maddeleri
 - Esmerleştiriciler
 - Asitliği düzenleyiciler
 - Aroma geliştirenler
 - Zenginleştiriciler
 - Su
 - Tuz
 - Baharatlar

Gıda katkı maddelerinde kullanılan E kodları

Gıda etiketlerinde hazır gıdalarda kullanılan gıda katkı maddelerinin tanımlanması gerekmektedir. Bu sebeple gıda katkı maddeleri, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (Scientific Committee on Food) tarafından verilen Europe” kelimesinin baş harfi olan E harfiyle ilişkilendirilen kodlar taşımaktadır (Özgün ve Küşümler, 2020). Gıda katkı maddeleri ve kontaminantlar kodeks komitesi (CCFAC), farklı gıda katkı maddeleri için uluslararası numaralandırma sistemini (INS) hazırlamıştır ve gıda katkı

maddelerini içerik listesinde tanımlamamıştır (Atman, 2004). Gıda katkı maddelerinin E numaralarının genel listesi Tablo 1 'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Gıda Katkı Maddelerinin Sınıflandırılması

Gıda katkı maddeleri	E kodları
Renklendiriciler	E100-180
Koruyucular	E 200-285, E 330
Antioksidanlar	E300-321
Emülsifiyerler ve Stabilizatörler	E322-500
Asit-baz sağlayıcılar	E500-578
Tatlandırıcılar, koku verenler	E620-637
Geniş amaçlı GKM	E900-927
Asit-baz sağlayıcılar	E500-578

Kaynak: Özgün ve Küşümler, 2020

Gıda katkı maddeleri terminolojisi

Son 20 yılda toksikolojide hayvan testleri yerine in vitro yöntemlerin kullanımının artması yönünde açık bir eğilim olduğu gözlenmektedir (Zink ve ark., 2020). FAO/WHO (JECFA) uzman komitesi, katkı maddelerinin toksisitesi ve güvenliğine ilişkin bilimsel çalışmalardan elde edilen verileri analiz eder, tartışır ve bu verilere dayanarak komite, her gıda katkı maddesi için NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) ve ADI (Acceptable Daily Intake) kısaltmalarıyla belirtilen iki değer belirler. NOAEL, gözlemlenmeyen olumsuz etki düzeyinin kısaltmasıdır ve bilimsel literatürde mevcut çalışmalarda her bir maddenin toksik etki göstermediği sınır miktardır. NOAEL değerinden, kabul edilebilir günlük alım miktarı (ADI), bir maddenin sağlık riski oluşturmadan yaşam boyunca günlük olarak tüketilebileceği tahmini miktar belirlenir (Teixeira, 2018). Yan etkisi bulunmayan NOAEL dozu 100'e bölünerek; insan vücut ağırlığı için kilogram başına düşen

günlük alınabilir katkı maddesi (ADI) miktarı mg cinsinden bulunmaktadır (ADI=NOAEL/100) (Çakır, 2011).

Bu nedenle, literatürde iki ana amaç için uluslararası in vivo toksisite testleri ve kılavuzları mevcuttur: İlki maddelerin potansiyel hedef dokular üzerindeki toksik etkilerini incelemek ve ikincisi ise hedef hücrelere veya dokulara toksik dozların belirlemeye dayalı olarak NOAEL'i hesaplamaktır.

Tablo 2: Gıda Katkı Maddeleri Sağlık Üzerinde Etkileri

GKM	NOAEL (mg/kg/gün)	Oluşan Etki	Kaynak
Aspartam (E 951)	4000	Gastirit, Hamile ve bebeklerde hemoglobin miktarında azalma, adrenal bez ağırlığında azalma	Çalışır ve Çalışkan (2003)
Natamisin (E 235)	3	Bulantı ve diyare	Groten (2000)
Sülfür dioksit ve sülfite (E 220-8)	70	Mide hiperplazi inflamasyon	Groten (2000), Çalışır ve Çalışkan (2003)
Benzoik Asit (E 210)	400	Astım, deri döküntüleri, migren	Erişik (2021) ve (Andersen, 2006).
E 200-3 (Sorbik asit ve tuzlar)	2500	Böbrekte olan etkisi ağırlık artışı,	Çalışır ve Çalışkan (2003).
Sunset Yellow (E 110)	375	Astım, deri döküntüleri, Hiperaktivite	Erişik (2021) ve EFSA ANS Panel, (2014).
Monosodyum glutamat (E 621)	30	Baş dönmesi, çarpıntı, deney hayvanlarında beyin lezyonu, Çin Restoranı Sendromu	Erişik (2021), Hassan ve Salah- Eldin, (2021), Çalışır ve Çalışkan (2003).
Sodyum benzoat (E 211)	1000	Löko Klastik Vaskülit hastalığı	Vogt ve ark.,(1999)

Türkiye'de gıda etiketleri üzerinde yalnızca gıda katkı maddesinin adı ve miktarı basılmaktadır (Bayram ve Öztürkcan, 2022).

ADI değeri, gıda katkı maddesinin kişinin geri kalan yaşamında günlük olarak belirli bir düzeyde tüketilmesi durumunda "önemli bir sağlık riski" olmayacağını garanti eden bir güvenlik faktörü kullanılarak hesaplanan gıda katkı maddesi miktarıdır (Galli ve ark., 2008). Ancak işlenmiş gıdaların tüketimi her yıl artmaktadır ve gıda katkı maddelerinin ADI değerleri aşılabilmektedir. GKM'nin günlük maksimum alım miktarı= ADI x Vücut ağırlığı şeklinde hesaplanmaktadır (Karakaya, 2019; Yurttagül ve Ayaz, 2008).

Tablo 3 : Tatlandırıcıların ADI (mg/kg) Miktarları

Tatlandırıcı	ADI (mg/kg vücut ağırlığına)
Acesulfame K	15
Advantame	5
Neotame	0.3
Steviol glycosides 4	4
Sucralose	5
Aspartam	40

Kaynak : JECFA, 2021

ADI kilogram başına belirlendiğinden katkı maddelerinin toksisitesi çocuklarda daha fazla olabilmektedir. Çünkü çocukların bir yetişkine göre vücut ağırlığının kilogramı başına üç ila dört kat daha fazla gıda tüketimi yaptıkları bilinmektedir (WHO, 2005).

TE (Temporary ADI): Geçici ADI değeri olarak nitelendirilmektedir. Ancak yapılan araştırma sonuçlarında ADI değeri değişkenlik gösterebilir (Erdem, 2014).

Gıda katkı maddeleri için kabul edilebilir günlük alım miktarı (ADI), *in vivo* hayvan deneylerinden elde edilen 'gözlemlenen olumsuz etki yok seviyesi' (NOAEL) değeri kullanılarak türetilir. En hassas test türleri için ADI türetmek amacıyla

NOAEL hesaplamasında genellikle 100'lük bir güvenlik faktörü (SF) uygulanır. SF'nin yüzde değerinin, toksikolojik dinamiklere sahip türlerdeki bireysel farklılıklara bağlı olduğu düşünülmektedir (Mathiyalagan ve Mandal, 2020).

NS (Not Specified): Kullanımı en güvenli düzeyde olan katkı maddeleridir (Erdem, 2014)

Çoğu gıda katkı maddesi için CODEX kullanım için izin verilen maksimum seviyeyi (MPL veya MRL) (mg/kg) belirtmektedir. MPL (Maximal Permissible Level in Foodstuff Concerned), kabul edilebilir günlük alım miktarına (ADI) uyum sağlar (Trakman ve ark., 2020). Maximum kalıntı limiti, MPI (ADI x 60 mg/gün) değerinin gıdanın kilogram olarak günlük tüketim miktarına bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Bu değer ADI değerinden farklı olarak insan ağırlığını kg cinsinden değil, birey başına hesap edilmesini kapsar. MRL aşılsa, ticaret kontrolü için düzenleyici süreçler başlatılır, ancak ADI aşılsa, bir gıda genellikle satıştan çekilir. ADI, gıda ile ilgili insan sağlığı için çok önemli bir koruma sağlamaktadır (Shaw, 2014; Soyseven, 2018). Bir gıda katkı maddesinin belirli bir listede izin verildiği durumlarda, MPL (literatürden alınan konsantrasyon verileri) yılda tüketilen tahmini gıda miktarı (gram cinsinden) ile çarpılarak katkı maddesine yıllık maksimum maruziyet tahmin edilebilmektedir (Trakman ve ark., 2020).

ML (Maximum Level): Maksimum seviye demektir. Besine eklenmesine izin verilen katkı maddesinin en yüksek seviyede katılmasıdır. Genellikle gıda katkı maddesi mg /kg olarak ifade edilir (Erdem, 2014)

GMP (Good Manufacturing Practice): GMP'nin benimsenmesi, 1969 yılında Codex Alimentarius'un Gıda Hijyeni Genel İlkeleri Uygulama Kuralları'nda yer almasına dayanır (Hasnan ve ark., 2022).

GMP, bir gıda tesisindeki çalışma koşullarını kontrol etmek ve böylece güvenli gıda üretmek için hijyenik bir ortam oluşturmak için en iyi uygulamaları içeren bir önkoşul sistemi olarak anlaşılmaktadır. Ürünün ticarileştirilmesi, kalite güvencesi, ürünlerin oluşturulmasına katılan personel ve üretici tarafından kullanılan farklı süreçler için gereken tüm tesisleri kapsayan tüm üretim ortamını vurgular (Bagchi, 2014). GMP uygulandığında ve ardından HACCP veya ISO22000 sertifikalandırıldığında, endüstrinin uluslararası ticarete erişmek için güvenilir, kaliteli üretim yaptığı onaylanmaktadır (Panghal ve ark., 2018).

GMP, gıdaya eklenen katkı maddesinin miktarı istenilen etkiyi elde etmek için mümkün olan en düşük seviyeyi ifade eder (Türker, 2011; Erdem, 2014; Tayfur, 2017). GMP grubundaki gıda katkılarının kullanım miktarı QS olarak belirtilmiştir (Kaya, 2011).

Quantum satis (Belirlenmemiş miktar) birçok gıda katkı maddesine, insanlar tarafından günlük alımını sınırlamak için verilen ve vücut ağırlığının kilogramı başına mg olarak ifade edilen Kabul Edilebilir Günlük Alım (ADI) değeri verilmemiştir; bu nedenle Quantum satis olarak kabul edilmiştir; yani iyi üretim prosedürlerine göre, gıda içerisinde amaçlanan teknolojik görevi yerine getirmek için ihtiyaç duyulan miktarda gıda maddelerine eklenebilmektedir (Carocho ve ark., 2017).

Amerika Birleşik Devleti Gıda ve İlaç Dairesi (FDA), gıdalara eklenen güvenli olarak kabul edilen piyasaya sürülmeden önce ön inceleme gerektiren gıda katkı maddelerini GRAS olarak tanımlamaktadır. Bir maddeye GRAS etiketi atamak için dikkatli bir şekilde kullanımı ve bilimsel prosedürlerin güvenliği açısından değerlendirilmesi gerekmektedir (Frestedt, 2018).

GRAS listesinde, tüketimleri tüketiciler için tehdit oluşturmadığında katkı maddeleri ve içerikler eklenmektedir. Kalsiyum fosfat (E241), GRAS molekülü olup asitlendirici, antioksidan ve topaklanmayı önleyici olarak kullanılır. Peynir yapımında da bu GKM kullanılmaktadır (Carocho ve ark., 2017). GRAS olarak kabul edilen sodyum ve potasyum tartratların da peynir yapımında kullanıldığı belirtilmektedir (Branen ve ark.,2001; Carocho ve ark., 2017).

Kaynaklar

Andersen, A. (2006). Final report on the safety assessment of benzaldehyde. *International Journal of Toxicology*, 25, 11-27.

Ataseven, N. (2015). Gıda katkı maddeleri olarak kullanılan monosodyum glutamat, sodyum propanat ve potasyum propanatın insan lenfosit kültürüne genotoksik etkilerinin belirlenmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 182s, Ankara.

Atman, Ü.C. (2004). Gıda katkı maddeleri ve gıda kontrolü. *Sted*, 13(3), 86-88.

Bagchi, D. (Ed.). (2014). *Nutraceutical and functional food regulations in the United States and around the world*. Elsevier.

Bayram, H.M. & Özturkcan, A. (2022). Intake and risk assessment of nine priority food additives in Turkish adults. *Journal of Food Composition and Analysis*, 114, 104710.

Boğa A. & Binokay S. (2010). Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19, 141-154.

Branen, A.L., Davidson, P.M., Salminen, S. & Thorngate, J. (Eds.) (2001). *Food Additives*. CRC Press, Boca Raton, FL.

Britto, G.C.S.D., Bécker, G., Soares, W. P., Nascimento, E., Rodrigues, E. C., Picanço, N. F. M., ... & Scabora, M. H. (2020). Bioactive compounds and physicochemical properties of dairy products supplemented with plantain and turmeric. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14720.

Carocho, M., Morales, P. & Ferreira, I.C. (2017). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications,

legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science and Technology*, 71, 107-120.

Carocho, M., Morales, P. and Ferreira, I.C. (2015). Natural food additives: Quo vadis?. *Trends in Food Science and Technology*, 45(2), 284-295.

Chen, G.C., Szeto, I. M., Chen, L.H., Han, S.F., Li, Y.J., van Hekezen, R., & Qin, L. Q. (2015). Dairy products consumption and metabolic syndrome in adults: systematic review and meta-analysis of observational studies. *Scientific Reports*, 5(1), 14606.

Codex Alimentarius. (2016). *General Standard for Food Additives (GSFA) Online Database* Accessed: 20 November 2024.

Çakır, R. (2011). Bazı gıda ürünlerinde sorbik asit ve benzoik asit varlığının tespiti. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 81s, Sakarya.

Çalışır, Z.E. & Çalışkan, D. (2003). Gıda katkı maddeleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 207-206.

EFSA Regulation (2008). Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of The Council of 16 December 2008 on food additives. *Official Journal of the European Union L*, 354, 16–33.

EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) (2014). Reconsideration of the temporary ADI and refined exposure assessment for Sunset Yellow FCF (E 110). *EFSA Journal*, 12(7), 3765.

Erdem, N. (2014). Tüketicilerin hazır ve yarı hazır gıdalarda kullanılan gıda katkı maddelerine yönelik görüşlerinin incelenmesi (Konya ili örneği). Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110s, Konya.

Erişik, E. (2012). 1-12 yaş arası çocuğu olan annelerin çocuk beslenmesi ve gıda katkıları konusunda bilgi ve davranışa yönelik tutumlarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

FDA (2010). Food and Drug Administration and US Department of Health and Human Services. Food ingredients and colors. International Food Information Council (IFIC) and US Food and Drug Administration.

Frestedt, J.L. (2018). Foods, food additives, and generally regarded as safe (GRAS) food assessments. *Food Control and Biosecurity*, 543-565.

Galli, C.L., Marinovich, M. & Lotti, M. (2008). Is the acceptable daily intake as presently used an axiom or a dogma?. *Toxicology Letters*, 180(2), 93-99.

Gao, D., Ning, N., Wang, C., Wang, Y., Li, Q., Meng, Z., ... & Li, Q. (2013). Dairy products consumption and risk of type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis. *PloS One*, 8(9), e73965.

Groten, J.P. (2000). An analysis of the possibility for health implication of joint actions and interactions between food additives. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 31, 77-91.

Gündüz, H.H. (2009). *Gıda Katkı Maddeleri ve Riskleri. VI. İslâm Hukuku Ana bilim Dalı Koordinasyon Toplantısı ve İslâm Fıkhı Açısından Helâl Gıda-Gıdalardaki Katkı Maddeleri-Sempozyumu: Bildiriler*, 80-81.

Hasnan, N.Z.N., Basha, R.K., Amin, N.A.M., Ramli, S.H.M., Tang, J.Y.H., & Ab Aziz, N. (2022). Analysis of the most frequent nonconformance aspects related to Good Manufacturing Practices (GMP) among small and medium enterprises (SMEs) in the food industry and their main factors. *Food Control*, 141, 109205.

Hassan, D.M.A. & Salah-Eldin, A.A. (2021). Amerolative influence of chamomile (*Matricaria recutita* L.) on synthetic food additive induced probable toxicity in male albino rats. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 12(7), 161-170.

Jahan, S. (2024). Food additives and brain complications: A risk to public health. *Journal of Applied and Natural Science*, 16(1), 146-157.

Karakaya, A.E. (2019). Kimyasaldan gıdaya doz ve risk. The Kitap Yayınları, İstanbul

Kaya, İ. (2011). İstanbul'da bir ilçede gıda katkı maddesi içeren bazı besinlerin tüketiminin ve sağlığa etkilerinin araştırılması: Gıdaların risk analizi. İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 112s, İstanbul .

Kim, D., & Kim, J. (2017). Dairy consumption is associated with a lower incidence of the metabolic syndrome in middle-aged and older Korean adults: the Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES). *British Journal of Nutrition*, 117(1), 148-160.

Özgün, D. & Küşümler, A.S. (2020). Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(1), 22–26.

Lalani, A.R., Rastegar-Pouyani, N., Askari, A., Tavajohi, S., Akbari, S. & Jafarzadeh, E. (2024). Food Additives, Benefits, and Side Effects: A Review Article. *Journal of Chemical Health Risks*, 14(1).

Maranki, Ahmet & Elmas (2013). Beyaz Ölüm, Hayat Yayın Grubu, İstanbul.

Martyn, D.M., McNulty, B.A., Nugent, A.P. & Gibney, M.J. (2013). Food additives and preschool children. *Proceedings of the Nutrition Society*, 72(1), 109-116.

Mathiyalagan, S. & Mandal, B.K. (2020). A review on assessment of acceptable daily intake for food additives. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. AMG Transcend Association.

Medhi, M., Gupta, A.K., Dhua, S. & Mishra, P. (2022). Food additives. In *Advances in Food Chemistry: Food Components, Processing and Preservation*. Singapore: Springer Nature Singapore. 255-292.

Panghal, A., Chhikara, N., Sindhu, N., & Jaglan, S. (2018). Role of food safety management systems in safe food production: A review. *Journal of Food Safety*, 38(4), e12464.

Shaw, I.C. (2014). Chemical residues, food additives and natural toxicants in food – the cocktail effect. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(10), 2149-2157.

Soyseven, M. (2018). Gıda katkı maddesi olarak kullanılan monosodyum glutamatın çeşitli gıda maddelerinin içindeki miktarının tayini. Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 162s, Eskişehir.

Tayfur, M. (2017). A'dan Z'ye Gıda Katkı Maddeleri. 2. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara.

Teixeira, A.Z.A. (2018). Sodium content and food additives in major brands of Brazilian children's foods. *Ciencia & Saude Coletiva*, 23(12), 4065-4075.

Tian, Y. (2021). Follow the hygienic standard of food additives in develop and produce nutritive dairy products. *International Journal of Health and Pharmaceutical Medicine*, 2(4), 11-20.

Trakman, G. L., Lin, W., Wilson-O'Brien, A. L., Stanley, A., Hamilton, A. L., Tang, W., ... & Kamm, M. A. (2020). Development and validation of surveys to estimate food additive intake. *Nutrients*, 12(3), 812.

Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. Tarih: 13 Ekim 2023, Sayı: 32338, Ankara.

Türker, S. (2011). Gıda katkı maddelerinin gıdalardaki kullanım miktarları. *1. Ulusal Helal Ve Sağlıklı Gıda Kongresi*. Gıda Katkı Maddeleri: Sorunlar Ve Çözüm Önerileri. Kongre Kitabı (Ed: Gültekin F.), Pozitif Tanıtım Hizmetleri, 145-155s, Ankara.

Vogt, T., Landthaler, M. & Stolz, W. (1999). Sodium benzoate-induced acute leukocytoclastic vasculitis with unusual clinical appearance. *Archives of Dermatology*, 135(6), 726-727.

Wiley, D. & Nee, C.N.Y. (2020). Food ingredients. *Food and Society*, 377- 391. Academic Press.

World Health Organization (WHO) (2005). Children's health and the environment: A global perspective: A resource manual for the health sector. Geneva (CH), 367p.

Wu, L., Zhang, C., Long, Y., Chen, Q., Zhang, W. & Liu, G. (2022). Food additives: From functions to analytical methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(30), 8497-8517.

Yörük, N.G. & Danyer, E. (2016). Gıda katkı maddeleri genel bilgiler ve tanımlar. *Türkiye Klinikleri Food Sciences-Special Topics*, 2(2), 1-10.

Yurttagül, M. & Ayaz, A. (2008). Katkı maddeleri: Yanlışlar ve doğrular. Hacettepe Üniversitesi. Birinci Basım. Klasmat Matbaacılık. Sağlık Bakanlığı Yayın, 727. Ankara.

Zink, D., Chuah, J.K.C. & Ying, J.Y. (2020). Assessing toxicity with human cell-based *in vitro* methods. *Trends in Molecular Medicine*, 26(6), 570-582.

BÖLÜM II

Gıda Katkı Maddeleri İle İlgili Uluslararası Kuruluşlar

İlker ATİK¹
Duygu UĞURLU²
Gamze UZUN³

Gıda Katkı Maddeleri İle İlgili Uluslararası Kuruluşlar Hakkında Genel Bilgi

Dünyanın birçok ülkesinde kabul gören gıda katkı maddeleri ile ilgili uluslararası kuruluşlar bulunmaktadır. Gıda katkı maddeleri ile alakalı yasal kurallar hazırlanmasında bu kuruluşlar önemli rol almaktadır. Dünyada, CAC, JECFA VE CCFAC gibi kuruluşlar buna örnek olarak gösterilebilir. Ülkemizde ise bu kuruluşların

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8049-0465, iatik@aku.edu.tr

² Arş. Gör., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0009-0005-3812-8960, dugurlu@aku.edu.tr

³Doktora Öğrencisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0009-0000-2329-8848, gamzeuzun082@gmail.com

hazırladığı yasal düzenlemeler çerçevesinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre denetim ve üretim gerçekleştirilmektedir (Çalışır ve Çalışkan, 2003).

Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (CAC)

İngilizce bir terim olan 'Codex Alimentarius' temelde latince kökenlidir ve Türkçe karşılığı gıda kodu olarak çevirilmektedir (Karabal, 2022). CAC'ın kuruluşunun 1960 yılında Roma'da FAO ve WHO tarafından birlikte oluşturulduğu kabul edilmektedir (Soyer, 2016; Duru ve ark., 2019).

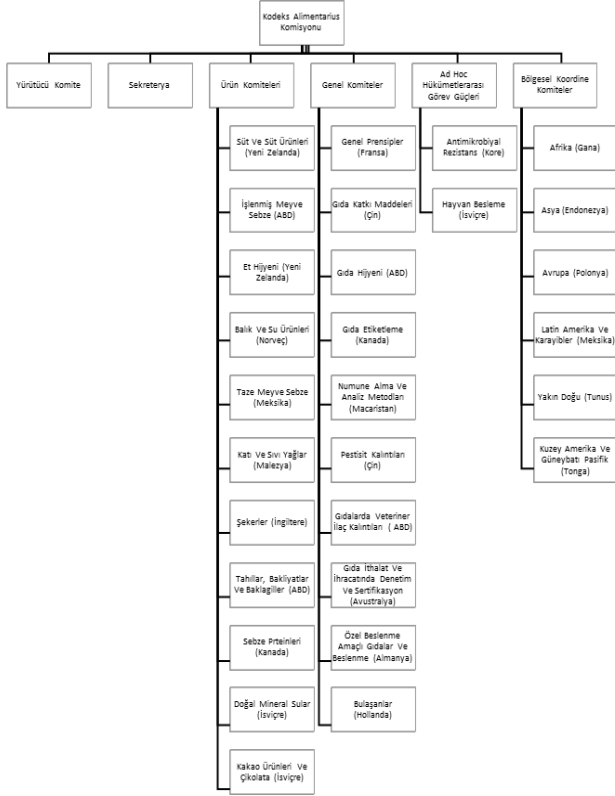
Uluslararası gıda kodeksi komisyonunun kurulmasında birçok amaç bulunmaktadır. Bunlar:

1. Tüketicilerin sağlığını korumak (Soyer, 2016; Duru ve ark., 2019).
2. Dünya Ticaret Örgütü'nün (WTO) prensiplerine göre ticaretin güvenlik standartlarını sağlamak (Soyer, 2016; Duru ve ark., 2019).
3. Komisyonda kabul edilen standartların varlığı birçok ülke için küresel ticaret açısından geliştirilmesi ve kolaylaştırılması, standartların dengelenmesi için gerekli olarak nitelendirilmiştir (Karabal, 2022).

Uluslararası Gıda Kodeks komisyonu bazı konularda çalışmalarda bulunmaktadır. Gıda katkı maddeleri konusunda yaptığı bazı çalışmalar şu şekilde sıralanabilir (Çalışır ve Çalışkan, 2003).

1. Gıda katkı maddelerinin maksimum miktarının belirlenmesi ve onaylanması,
2. Gıda katkı maddeleri ile ilgili listenin hazırlanması ve değerlendirilmesi,
3. Gıda katkı maddelerinin analizi yapılması için kullanılan metotların belli bir standart düzeye getirilmesi,
4. Gıda katkı maddelerinin sağlık açısından oluşabilecek zararlar konusunda çalışmalar yapmak ve yapılan analizler ile günlük tüketilebilen miktar (ADI) ve yan etkinin olmadığı seviye (NOAEL) belirlenmektedir.

Uluslararası gıda kodeks komisyonu 20 adet farklı komisyondan oluşmaktadır. Komiteler yatay ve dikey olarak adlandırılmaktadır. Dikey komitelerin içerisinde süt ürünleri, işlenebilen meyve sebzeler, hububatlar yer alırken yatay komitelerde hijyen, etiketleme, pestisit kalıntıları, gıda katkı ve bozulmaları yer almaktadır. (Soyer, 2016; Duru ve ark, 2019). Türkiye, Uluslararası Gıda Kodeks komisyonuna 1 Ekim 1963 yılında üye olmuştur (Anonim, 2024b) Ülkemiz açısından bu durum değerlendirildiğinde Uluslararası Gıda Kodeks komisyonunun şartları ülkemiz koşullarına uyarlanması için Tarım ve Orman Bakanlığı gerekli yasal çalışmaları yürütmektedir. Ülkemizdeki düzenlemeler temelde gıda maddesinde olması gereken asgari düzeyde kalite ve sağlığa uygun olma prensibini belirleyen kurallar çerçevesinde gerçekleştirilir (Alkusal, 2006).



Şekil 1: CAC Komisyonu Şeması

Kaynak: Anonim, 2024a

Gıda Katkı ve Kontaminantları Kodeksi Komitesi (CCFAC)

Gıda Katkı ve Kontaminantları Kodeksi Komitesi gıda katkı maddelerinin kısıtlanma durumlarını düzenleyen ve bu maddelerin gıdalarda kullanımında izin verilen maksimum miktarı belirleyen kuruluştur (Yiğit ve Uçar, 2023).

Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi (JECFA)

Gıda Katkı Maddeleri Uzman Komitesi, FAO ve WHO tarafından ortak yönetilen 1956 yılından beri faaliyet gösteren uluslararası bir komitedir (JECFA, 2006). JECFA' nın görevi katkı maddelerinin gıda açısından güvenliğini, idari ve teknik bakımdan uzman komiteler aracılığıyla toplanmasını ve düzenlemesini sağlamaktır (WHO, 2024). JECFA'nın amacı gıda katkı maddelerinin insan sağlığı açısından güvenilirliğinin değerlendirilmesi ve dozları belirli gıda katkı maddelerinin kullanımında sakınca olup olmadığının belirlenmesi buna uygun listeler hazırlanmasını sağlamaktadır. Yılda iki kez toplanan JECFA gıda katkı maddeleri, gıdalarda doğal olarak meydana gelen toksik maddeler, kontaminantlar ve veteriner ilaç kalıntılarının gıdalarda bulunması gibi gündemler belirlemektedir ve konu çeşitliliğine göre farklı uzmanlar çağırılmaktadır (WHO, 2024).

Aynı zamanda JECFA'da bulunan uzman tarafsız görevliler gıda katkı maddelerinde toksikolojik değerlendirmeler yapmak için uzun süreli ve ayrıntılı bir süreç gerçekleştirmek adına deney hayvanlarına zararı olmayan dozunu (NOAEL) saptamada önemli rol üstlenmektedir (Atman, 2004).

JECFA'nın görevleri;

- Risk ve güvenlik değerlendirmesi,
- Kimyasal maruziyet değerlendirmesi,
- Veteriner ilaçlarıyla alakalı spesifikasyonların belirlenmesi,

- Toksikolojik ve diğ er alakalı bilimlerin risk değ erlendirilmesi.

JECFA listeleri genel olarak üç liste hazırlar. Bunlar:

JECFA A GRUBU

Hali hazırd a kullanımı mevcut olan gıda katkı maddeleridir.

- Tüm değ erlendirmeler tamamlanmış ve ADI dozları (günlük alınabilecek doz) belirlenen kullanımında sakınca olmayan gıda katkı maddeleri,
- Değ erlendirilmesi daha tamamlanmayan ama günlük alınabilecek dozu belirlenen belli bir süreliğ ine kullanıma izin verilmiş olan gıda katkı maddeleri bu grupta yer almaktadır.

JECFA B GRUBU

Değ erlendirilmesi tamamlanmayan gıda katkı maddeleridir.

- Değ erlendirilmeye baş lanmış ama günlük alınabilecek dozu belirlenmeyen gıda katkı maddeleri,
- Değ erlendirmeye alınması amacıyla bekleyen gıda katkı maddeleri bu grupta yer almaktadır.

JECFA C GRUBU

Toksikolojik araşt ırmaları yapılan katkı maddelerinin insan sağ lığı na olumsuz etkileri nedeniyle izin verilmeyen ya da sınırlı kullanımı ve miktarına izin verilen katkı maddeleridir (Karakaya, 2010).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA)

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi 1990 yılında meydana gelen gıda krizinin getirdiği çeşitli olumsuzlukları önlemek için 2002 yılında Avrupa Birliği 178/2002 EC no’lu ‘Genel Gıda Kanunu’ kapsamına göre kurulmuştur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2024). Ancak Avrupa Birliği’nde meydana gelen deli dana hastalığı olarak tanımlanan BSE krizi meydana gelmiştir. Bu yüzden yeniden yapılanmaya giden AB, 22 Kasım 2011 tarihinde Resmi Gazete’sinde tüketicilere gıdalar ile alakalı bilgi sağlanması için tüzüğün yeniden düzenlenmesi sağlanarak bahsedilen yeniden yapılanma süreci sonlandırılmıştır (Meulen, 2013). Avrupa Birliği’nde halk sağlığını korumak, gıda kaynaklı oluşabilecek riskler için veri toplamak, gıda ve yem zincirlerine katkı sağlamak gibi görevleri bulunan ve bilimsel öneriler sunan bir kuruluştur. Avrupa ülkelerinin otuz altısından toplanan bu veriler, yirmi sekiz üye ülke ve sekiz üye olmayan ülkeyi kapsamaktadır (EFSA, 2021).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi’nin görevleri:

- Bilimsel kuruluşlar ile ulusal kuruluşlar arasında iletişim ağı kurulmasını sağlamak,
- Hızlı alarm sistemi hazırlamak,
- Gıda güvenliği için bilimsel öneriler sunmak,
- Gıda güvenliği konusunda tüketicilerle iletişim kurmak,

olarak sıralama yapılmaktadır (Demirağ ve Yılmaz, 2009).

EFSA, gıda güvenliği hakkında vatandaşların gıda güvenliği konusu ile ilgili kişisel ilgi düzeyini öğrenmek amacıyla 2019 yılının

Nisan ve Kasım ayları arasında Avrupa Birliği ile gelişmekte olan ülkeler için çalışmalar yapılmıştır. alışmalar sonucunda vatandaşların gıda güvenliğine ilgisi ülkeler arasında yüzdesel veriler ifade edildiğinde Almanya %50, Macaristan %26 ve Türkiye %25 olarak saptanmıştır (Atınç ve Kahraman, 2022).

ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)

ABD Gıda ve İlaç dairesi ilk olarak 1862 yılında ABD Tarım Bakanlığı'na bağlı kimya departmanında kurulmuş ve bu dönemde gıdalardaki tağşış ile ilgili sorunlarla ilgilenmiştir. Daha sonra bu kuruluş 19.yüzyılın ortalarına doğru yani 1930 yılında FDA (Food and Drug Administration) adını almıştır. Günümüzde iki yüzden fazla yasası bulunan ve yıllık olarak bir trilyon dolar değerinde ürünleri düzenleyen, Dünya'daki halk sağlığı, tüketicilerin korunması ve etkinliği açısından çok önemli role sahip bir kuruluştur (Güvercin, 2024). FDA, gıda katkı maddeleri için genelde güvenli kabul edilenler (GRAS) listesi hazırlamaktadır. Ek olarak FDA kuruluşu günlük alınabilir doz (ADI) değeri hakkında kapsamlı çalışmalar yapmaktadır (Boğa ve Binokay, 2010).

FDA'nın kurumsal kimlik kazanmasında rol alan dört yasanın kronolojik sıralaması;

- 1906 yılında yayınlanan Federal Gıda ve İlaç Yasası,
- 1938 yılında yayınlanan Federal Gıda, İlaç ve Kozmetik Yasası,
- 1962 yılında yayınlanan Kefauver-Harris Yasası
- 1976 yılında yayınlanan Tıbbi Cihaz Yasası

(Güvercin, 2024).

Dünyada Gıda Katkı Maddelerinin İzin Süreci Ve Toksikolojik Değerlendirilmeler

‘Tüm maddeler zehirdir, zehir olmayan madde yoktur’ sözünü 1473 yılında söyleyen Paracelsius alınan maddenin zehirlilik veya yararlılık durumunu belirlenemeyen en önemli unsurun alınan doz olduğunu belirtmektedir (Boğa Pekmezekmek, 2004).

Sağlık açısından bu maddelerin değerlendirilmesi için belirli prosedürler geliştirilmiştir. Bu prosedürler;

1. Deney hayvanlarına öldürücü dozda katkı maddesi verilir. Burada deney hayvanlarının %50’sinin ölümüne neden olan doz (lethal doz: LD 50) verilmektedir.
2. Deney hayvanlarının organları, dokuları ve hücreleri incelenerek oluşan teratojenik, karsinojenik, mutojenik ve alerjik reaksiyonlar incelenmektedir.
3. Doz – cevap ilişkisine bakmak için doz yavaşça azaltılır. Böylece her dozda katkı maddesinin absorpsiyonu, metabolize edilmesi ve atılımı takip edilmektedir.
4. Hiçbir etkinin olmadığı doz saptanamazsa bu gıda katkı maddesinin gıdalarda kullanımına izin verilmez.
5. Hiçbir etkinin görülmediği (NOAEL) saptanır.
6. NOAEL dozu; deney hayvanlarının yaşam süresi ile organlarında meydana gelen teratojenik, karsinojenik, mutajenik ve alerjik etmenlerin saptanmadığı hayvanın kilogram cinsinden ağırlığı başına düşen miligram

dozunun hesaplanmasıdır. Burada deney hayvanlarında NOEL dozunun 1/100'e bölünerek güvenlik faktörü belirlenir ve insan sağlığı için bu faktör kabul görmektedir. Bu sayede insanlarda kabul edilebilir günlük alım dozu (ADI) belirlenir. ADI değeri kişinin vücut ağırlığı başına düşen miligram miktarı şeklinde hesaplanmaktadır. $ADI = NOEL/100$ şeklinde formulize edilmektedir.

7. Gıdaya katılacak katkı maddesinin maksimum miktarının belirlenmesinde ikinci kısım gıdanın üretimi açısından gereken miktarın ADI ile belirlenmesidir (Boğa ve Binokay, 2010).

Uluslararası Numaralandırma Sistemleri (INS) ve E Kodları

Gıda Katkı ve Kontaminantları Kodeksi Komitesi (CCFAC) tarafından geliştirilen uluslararası numaralandırma sistemi (INS) katkı maddelerinin adının ya da kimyasal yapısının kullanım yerine göre içerik listesi oluşturmak için geliştirilmiştir (Rangan ve Barceloux, 2009). Avrupa Birliği'nde ise her gıda katkı maddesi için 'European' sözcüğünün baş harfı E olan 'E kodları' geliştirilmiştir. Bu kodlama uygulaması ile katkı maddesinin gıdada bulunması ile ilgili daha sağlıklı değerlendirilmeler sağlanmıştır (Yurttagül ve Ayaz, 2008).

Kaynaklar

Alkusal, M. (2006). Dondurulmuş gıda sektöründe bütünleşik lojistik ilişkilerin lojistik hizmet kalitesine ve performansına etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Türkiye.

Anonim (2024a). tarimorman.gov.tr (Erişim tarihi: 23.11.2024).

Anonim(2024b).tarimorman.gov.tr
(https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Gida_Isletmeleri/kodeks_alimentarius_komisyonu.pdf).

(Erişim tarihi: 23.11.2024).

Atınç, M. & Kahraman, T. (2022). Tüketicilerin gıda güvenliği bilinç düzeyleri: Almanya, Macaristan ve Türkiye karşılaştırması. *Aydın Gastronomy*, 6(2), 179-189.

Atman, Ü.C. (2004). Gıda katkı maddeleri ve gıda kontrolü. *Sted*, 13(3), 86-88.

Boğa A. & Binokay S. (2010). Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19, 141-154.

Boğa Pekmezekmek, A. (2004). Magnezyum, Kobalt, Kadmiyum, Çinko ve Nikel'in *Xenopus laevis*'te teratojenik embriyotoksik etkilerinin FETAX testi ile değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.

Çalışır, Z.E. & Çalışkan, D. (2003). Gıda katkı maddeleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 207-206.

Demirağ, K. & Yılmaz, H. (2009). Gıda güvenliği, sürdürülebilirliği ve yerel yönetimler. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu*, 647-656.

Duru, S., Gül, A. & Hayran, S. (2019). Gıda kodekslerinin tarım ve gıda ürünleri dış ticaret bakımından incelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2, 1177-1185.

European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control (2021). The European Union one health 2019 zoonoses report. *EFSA Journal*, 19(2), e06406.

Güvercin, C.H. (2024). *Modern Zamanların İlaç Mabedi: ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'nin Kurumsal Tarih . XV. Türk Tıp Tarihi Kongresi*, Bilecik, Turkey.

JECFA (2006). Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain Food Contaminants. Sixty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (Rome, 8–17 February 2005); WHO Technical Reports Series 930.

Karabal, A. (2022). Ulusal ve Uluslararası Gıda Standardizasyonu. *Academic Knowledge*, 5(1), 64-90.

Karakaya, A.E. (2010). Gıda katkı maddeleri ve gıda kontaminantları. Erişim adresi: <http://www.turktox.org.tr/assets/gida>.

Meulen, B. (2013). Avrupa Birliği'nde Gıda Güvenliği ve Yasal Düzenlemeler, 4. *Gıda Güvenliği Kongresi* (14-15 Mayıs).

Rangan, C. & Barceloux, D.G. (2009). Food additives and sensitives-chemical contamination and additives, *Disease-a-Month*, 55(5), 292-311.

Soyer, E. (2016). Sağlık kamu düzeni bağlamında gıda güvenliği. Yalova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 184s, Yalova.

World Health Organization. (2024). *Evaluation of certain food additives: ninety-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. World Health Organization.

Yiğit, M. F. & Uçar M. (2023). Gıda katkı maddeleri. *Sağlık & Bilim 2023: Beslenme-I*, 157.

Yurttagül, M. & Ayaz, A. (2008). Katkı maddeleri: Yanlışlar ve doğrular. Hacettepe Üniversitesi. Birinci Basım. Klasmat Matbaacılık. Sağlık Bakanlığı Yayın, 727. Ankara.

BÖLÜM III

Süt Ürünlerinde Kullanılan Gıda Katkı Maddeleri

Zeki GÜRLER¹
Duygu UĞURLU²
Azize ATİK³

Giriş

Süt ürünlerinde, besin değerini artırma, duyuşsal özellikleri geliştirme ve raf ömrünü uzatma vb. amaçlarla gıda katkı maddelerinin kullanımı yaygındır. Bu bölüm, prebiyotikler, probiyotikler, antioksidanlar ve bitki bazlı bileşenlere odaklanarak süt ürünlerinde kullanılan çeşitli gıda katkı maddeleriyle ilgili son bulguları içermektedir. Süt ürünlerinde en çok araştırılan katkı maddeleri arasında prebiyotikler ve probiyotikler yer almaktadır.

¹ Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0000-0002-9037-2945, zgurles@aku.edu.tr

² Arş. Gör., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0009-0005-3812-8960, dugurlu@aku.edu.tr

³ Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0000-0002-3294-380X, azizeatik@aku.edu.tr

İnülin ve dirençli nişasta gibi prebiyotikler lezzeti, aromayı ve tekstürü geliştirerek sütlü tatlıların ve yoğurtların duyuşal açıdan kabul edilebilirliğini iyileştirmektedir (Morais ve ark., 2016). Prebiyotik bileşenlerin dahil edilmesi, süt ürünlerinin fonksiyonel özelliklerini artırmanın yanı sıra bağırsak sağılığını destekleyerek sağılık yararlarına da katkıda bulunmaktadır (Iriundo-DeHond ve ark., 2018). Probiyotikler, özellikle *Lactococcus lactis* gibi türler, fermente süt ürünlerinde yaygın olarak kullanılmakta, besin profillerini geliştirmekte, sindirim ve bağışıklık fonksiyonu gibi sağılık yararları sağılamaktadır (Khemariya ve ark., 2017; Kumar ve ark., 2015). Bu fonksiyonel bileşenlerin birleşimi, sadece lezzetli değıil aynı zamanda sağılığa faydalı süt ürünlerinin geliştirilmesine de katkı sağılamaktadır. Hem doğıal hem de sentetik antioksidanlar, süt ürünlerinin raf ömrünü uzatmak ve besin kalitesini artırmak açısından kritik öneme sahiptir. Yapılan araştırmalar yoğıurdun bitki özleri gibi doğıal antioksidanlarla zenginleştirilmesinin, biyoaktif bileşik içeriğini ve antioksidan kapasitesini önemli ölçüde artırmabileceğini göstermektedir (Caleja ve ark., 2016; Stobiecka ve ark., 2022). Süt ürünleri genellikle sınırlı miktarda biyoaktif madde içerir ve bu sebeple bu bileşiklerin eklenmesi önemlidir. Ayrıca antioksidanların kullanımı süt ürünlerindeki oksidatif stresi azaltarak, depolama sırasında kalitelerinin korunmasını sağılamaktadır (Prestes ve ark., 2021). Süt ürünlerinde çok işlevli rolleri nedeniyle bitki bazlı bileşenlerin giderek daha fazla kullanımı söz konusudur. Bitki ekstraktlarının eklenmesi, süt ürünlerinin besin değıerini artırmanın yanı sıra duyuşal özelliklerini de iyileştirir. Örneğin, fenolik bileşikler açısından zengin olan dut posasının yoğıurda eklenmesinin, yoğıurdun fizikokimyasal özelliklerini

olumlu yönde etkilediği, antioksidan kapasitesini ve duyuşal niteliklerini artırdığı yönünde bilimsel çalışmalar vardır (Du ve ark., 2021). Ayrıca, ot ve baharatların kullanımı sadece süt ürünlerinin lezzetini ve görünümünü iyileştirmekle kalmamakta, bununla birlikte mikrobiyal kontaminasyonu önleyerek doğal koruyucu görevi de görmektedir (El-Sayed ve Youssef, 2019). Fonksiyonel süt ürünlerine olan yönelim, tüketicilerin temel beslenmenin ötesinde sağlık yararları sunan ürünlere olan ilgisinin artmasına yol açmıştır. Yapılan araştırmalar, özellikle sağlık bilgisi yüksek olan tüketiciler arasında, probiyotikler ve antioksidanlar gibi fonksiyonel bileşenlerle zenginleştirilmiş süt ürünlerinin giderek daha fazla kabul gördüğünü ortaya koymaktadır (Bimbo ve ark., 2017). Bu durum, söz konusu katkı maddelerini içeren yenilikçi süt ürünlerinin pazarlanabilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak, süt ürünlerine çeşitli gıda katkı maddelerinin eklenmesi, bunların besin değerini, duyuşal özelliklerini ve raf ömrünü artırmak için umut verici bir yoldur. Prebiyotikler, probiyotikler, antioksidanlar ve bitki bazlı bileşenler üzerine devam eden araştırmalar, tüketicilerin sağlık ve zindelik taleplerini karşılayan işlevsel süt ürünleri geliştirme potansiyelini vurgulamaktadır.

Süt Sektöründe Kullanılan Gıda Katkı Maddeleri Sınıflandırmaları

Gıda katkı maddeleri, süt sektöründe ürün kalitesini, güvenliğini ve besin değerini artırarak önemli bir rol oynamaktadır. Bu bölümde süt ürünlerinde kullanılan gıda katkı maddeleri sınıflandırılmakta olup bunların işlevleri, faydaları ve potansiyel sağlık etkileri verilmektedir.

Süt endüstrisinde kullanılan gıda katkı maddeleri, işlevlerine göre koruyucu maddeler, emülgatörler, stabilizatörler, lezzet arttırıcılar ve güçlendirici maddeler olmak üzere çeşitli kategorilere ayrılabilir. Sodyum benzoat ve potasyum sorbat gibi koruyucular, mikrobiyal gelişmeyi engelleyerek raf ömrünü uzatmak ve bozulmayı önlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Al-Harthy ve ark., 2016). Lesitinler ve gelişmiş modifikasyonlar da dahil olmak üzere emülgatörler, özellikle işlenmiş süt ürünlerinde, peynir ve kremalarda dolgunluğunu ve kıvamı korumak için gereklidir (Palanisamy ve Parimalavalli, 2022; Chazelas ve ark., 2020). Karragenan ve guar zambkı gibi stabilizatörler, süt ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini korumaya yardımcı olur, ayrılmayı önler ve ağızda bıraktığı hissi güçlendirir (Chazelas ve ark., 2020).

Monosodyum glutamat (MSG) gibi lezzet arttırıcılar, genellikle süt ürünlerinin tat profilini iyileştirmek ve onları tüketiciler için daha çekici hale getirmek amacıyla kullanılmaktadır (Batista ve ark., 2022). Ayrıca süt ürünlerinin besin değerini arttırmak için vitamin ve mineraller de dahil olmak üzere güçlendirici maddeler eklenmektedir. Örneğin, kemik sağlığını desteklemek amacıyla yoğurt ve süte sıklıkla kalsiyum ve D vitamini eklenmektedir (Martins ve ark., 2018; Drouin-Chartier ve ark., 2016).

Gıda Katkı Maddelerinin Sağlık Üzerindeki Etkileri

Gıda katkı maddeleri önemli işlevlere sahip olmakla birlikte sağlık üzerindeki etkileri de kapsamlı araştırmaların konusu olmuştur. Bazı araştırmalar, özellikle iltihaplanma ve metabolik bozukluklarla ilişkili olarak bazı katkı maddelerinin potansiyel olumsuz etkileri konusunda endişeleri gündeme getirmiştir.

Örneğin, aşırı işlenmiş süt ürünleri ile iltihaplanma ve bağırsak mikrobiyotasında değişiklik gibi sağlık sorunları arasındaki ilişki belgelenmiştir. Ayrıca yapay tatlandırıcılar ve koruyucu maddeler gibi katkı maddelerinin tüketiminin mide-bağırsak rahatsızlıkları ve diğer sağlık sorunlarıyla bağlantılı olduğu yönünde araştırmalar mevcut olduğu bildirilmektedir (Batista ve ark., 2022; Nieman ve ark., 2021).

Öte yandan, özellikle doğal kaynaklardan elde edilen pek çok katkı maddesi sağlık açısından çeşitli faydalar sağlayabilmektedir. Fermente süt ürünlerinde yaygın olarak bulunan probiyotik ve prebiyotiklerin bağırsak sağlığını desteklediği ve bağışıklık fonksiyonunu güçlendirdiği bilinmektedir (Martins ve ark., 2018; O'Connor ve ark., 2014). Ayrıca üzüm posası gibi bitki bazlı katkı maddelerinin kullanımı süt ürünlerinin antioksidan özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılabilir (Marchiani ve ark., 2016).

Düzenleyici ve Güvenlik Hususları

Süt ürünlerinde gıda katkı maddelerinin kullanımı tüketici güvenliğini sağlamak amacıyla ulusal ve uluslararası gıda güvenliği otoriteleri tarafından düzenlenmektedir. Üç binden fazla madde gıda katkı maddesi olarak kullanılmak üzere onaylanmış olup, onaylanmadan önce sıkı güvenlik değerlendirmeleri yapılmaktadır (Al-Harthy ve ark., 2016). Gıda üretiminde bu maddelerin güvenli bir şekilde kullanılmasına ilişkin kılavuzlar sağlanmakta olup olası sağlık risklerini azaltmak için önerilen kullanım seviyelerine uyulmasının önemini vurgulamaktadır.

Gıda katkı maddeleri, süt endüstrisinin ayrılmaz bir parçası olup ürün kalitesini, güvenliğini ve besin değerini artırır. Pek çok

katkı maddesi önemli faydalar sağlasa da, bunların potansiyel sağlık etkileri konusunda dikkatli olmak önemlidir. Süt ürünlerinde gıda katkı maddelerinin kullanımının halk sağlığı hedefleriyle uyumlu olmasını sağlamak için devam eden araştırmalar ve düzenli denetimler oldukça büyük önem taşımaktadır.

Süt Endüstrisinde Kullanılan Koruyucular

Süt endüstrisi, öncelikle mikrobiyal bozulma ve gıda kaynaklı patojenler nedeniyle ürün güvenliğini sağlama ve raf ömrünü uzatma konusunda önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Koruyucular bu zorlukların üstesinden gelmek için büyük öneme sahiptir. Son yıllarda sentetik koruyuculara alternatif olarak doğal koruyucuların kullanımına yönelik çalışmalar artmıştır. Bu bölümde süt ürünlerinde kullanılan çeşitli koruyucu maddeler, etki mekanizmaları, etkinlikleri ve tüketici kabullerine odaklanılarak sınıflandırılmaktadır.

Koruyucular gıdanın lezzetini ve kalitesini korumak, bozulmasını önlemek ya da geciktirmek amacıyla kullanılmaktadır (Abdulahitoğlu ve Cengiz, 2022). Gıdalarda antimikrobiyal aktiviteye sahip üç binden fazla antioksidan ve koruyucu madde bulunmaktadır (Pandey, 2012).

Doğal ve yapay koruyucular, Sınıf I ve Sınıf II koruyucular olarak adlandırılır. Sınıf I koruyucular, genellikle günlük pişirme ve gıdaların korunması durumunda kullanılan tuz, şeker, yağ, baharat, limon gibi doğal gıda maddeleridir ve amaçlanan şekilde kullanıldığında genellikle sağlığa zararlı etki göstermemektedir. Sınıf II koruyucuların içinde yer alanlar ise sorbik asit, potasyum

sorbat, nitrit vb. gibi öngörülen sınırlar içinde kullanılan sentetik kimyasal maddelerdir (Medhi ve ark., 2022).

Antimikrobiyal Etkili Koruyucular

Gıdada mikrobiyolojik açıdan bozulmaların önüne geçerek, raf ömrünü arttırarak kendine has renk ve aromanın korunmasında etkilidir. Süt ürünlerinde kullanılan antimikrobiyal koruyuculara örnek olarak nitrit ve nitrat, sorbik asit, propiyonik asit, kükürt dioksit ve asetik asit verilmektedir (Altuğ, 2009).

Onlarca yıldır incelenmelerine rağmen sentetik koruyucuların birçoğunun hala sağlığa yönelik potansiyel tehlikeleri bulunmaktadır. Antimikrobiyal gıda katkı maddesi olarak kullanımına izin verilen tek doymamış organik asit sorbik asittir. Maya ve küflere karşı koruyucu özelliği nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Özturkcan ve Acar, 2017). Süt endüstrisinde kullanım alanı ise en çok peynir sektöründedir. Peynirler olgunlaşma sürecinde içerisine sorbat ilave edilmiş sıvılara daldırılmakta veya olgunlaşmış peynirlerin üzerine püskürtme yoluyla uygulanmaktadır. Peynir üretim teknolojisinde taze peynirler, pastörize eritme peynirler, meyve veya sebze içeren peynir ürünlerinde sorbat eklemesi yapılmaktadır. Birkaç peynirde ise peynir pıhtısına sorbat toz halinde eklenir ancak bu uygulama sadece olgunlaştırılmadan taze olarak tüketime sunulan peynirlerde kullanılmaktadır (Kurt ve Özdemir, 1995). Özellikle kaşar peyniri için başarılı bir küf engelleyicisi olduğu tespit edilmiştir (Saldamlı, 2005). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 200-202 koduna sahip olan sorbik asit-sorbatlar peynir teknolojisinde olgunlaştırılmamış peynirlerin (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sınıfında yer alan peynirlerde kullanım

miktarı en fazla 1000 mg/kg şeklindedir. Bu maksimum miktar, bu maddelerin toplamı için geçerlidir ve bu miktarlar serbest asit cinsinden ifade edilmektedir. Ayrıca diğer uygulama şekli olarak sadece olgunlaştırılmış peynirlerin yüzey uygulamalarında kullanım miktarları ‘quantum satis’ olarak belirtilmiştir (TGK, 2023).

Tolüenin oksidasyonu ile üretilen benzoik asit aromatik karboksilik familyasında yer alan en basit üye olup gıdalarda mikrobiyal bozulmaya sebep olan çeşitli mayalara, mantarlara ve bakterilere karşı antimikrobiyal ajan olarak kullanımı bulunmaktadır. Organik bileşiklerin birçoğunun sentezinde öncü madde olarak kullanımı mevcut olduğu belirtilmektedir (Akan ve ark., 2021; Carochio ve ark., 2014). Ticari çalışmalar yoğurttaki benzoik asit seviyelerinin 12 ila 47 mg/kg arasında değişebileceğini (Yu ve ark., 2016) ve peynirde kullanım miktarının 28,7 mg/kg kadar yükselebileceğini göstermektedir (Iammarino ve ark., 2011).

Peynirde benzoik asidin oluşumu üzerine genel olarak iki mekanizma bulunmaktadır. Birinci mekanizma fenilalalinin degradasyonu ve benzaldehidin oto-oksidasyonu, ikinci mekanizma fenollü aminoasitlerin anaerobik metabolizması şeklindedir. İkinci mekanizma ile oluşan peynir türü olarak Gruyere peyniri örnek gösterilebilir (Londry ve Fedorak, 1992). Gıda endüstrisinde benzoik asidin kullanım miktarı doğal peynirlerde 0-4,2 mg/kg, işlenmiş peynirlerde ise 0-20,8 mg/kg aralığında değişkenlik göstermektedir (Lim ve ark., 2013). Quark ve Cottage peynir çeşitlerinde, taze yarı sert veya sert peynirlerde benzoik asit doğal olarak oluşum göstermektedir. Bazı ülkelerde benzoik asidin kullanımı mevcuttur (Akan ve ark., 2021). Benzoik asitler maya ve küf tarafından aflatoksin üretimini engelleyebilmekte ve sırasıyla

peynir ve elmadaki *Salmonella* ve *Escherichia coli* O157:H7'yi azaltabilmektedir (Abedini ve ark., 2023). Yapılan bir araştırmada Türkiye'de ticari olarak satılan süt ürünlerinin sodyum benzoat içeriğinin belirlenmesi amaçlanmış olup toplanan numunelerden, süzme yoğurt örneklerinin %74' ve ayran örneklerinin %80'i sodyum benzoat ierdiğı tespit edilmiştir. Sodyum benzoat, güvenli olarak kabul edilmesine rağmen, uzun vadeli maruziyette tehlikeli olmadığı henüz kanıtlanmamıştır (Lennerz ve ark., 2015). Türk Gıda Kodeksi'ne göre peynir dışındaki süt ürünlerinde sodyum benzoat bulunması yasak olduğu belirtilmektedir (Küçükçetin ve ark., 2015). Benzoatların ve türevlerinin yüksek tüketimi ürtiker, astım, rinit veya anafilaktik çok gibi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Bilau ve ark., 2008).

Hem nitritler hem de nitratlar antimikrobiyal özelliğe sahiptir. Bunlar doğrudan veya solüsyon şeklinde kullanılmaktadır. Bakterilere, zellikle *Clostridium botulinum*'a karşı etki mekanizması, vejetatif hücrelerdeki enzimlerle reaksiyona girerek sporların üremesini durdurmak, zar geçirgenliğini engelleyerek hücre zarı işlevinin bozulmasını sağlamak ve enzim inhibisyonu şeklinde (Medhi ve ark., 2022). Bazı peynirlerin üretiminde olgunlaşma esnasında *Clostridium tyrobutiricum* ve *Clostridium butyricum* bakterilerinin yol açtığı geç şişme olayını önlemek için de antibakteriyel madde olarak yine nitrit ve nitrat tuzları kullanılmaktadır (Dıraman ve ark., 2009). Nitrat ve nitrit gıdalarda fazla kullanılmaması gerekmektedir. Bu nedenle nitrat için 500 ppm ve nitritler için 200 ppm'den fazla miktarda olmayacak şekilde kullanım önerilmektedir (Demirci, 2001). Dünya Sağlık rgt tarafından kurulan Gıda Katkı Maddeleri Komitesi'nin belirlediği

sodyum veya potasyum nitrat ve nitrit için günlük maksimum alınabilir değerler sırasıyla, 0 - 3.7 mg/ kg⁻¹ ile 0 - 0.06 mg/ kg⁻¹'dir (Atan, 2010). Potasyum nitratın ilk kullanımına yönelik uygulama (E252), 1676'da Pierre Barra tarafından dondurma yapımında kullanılması şekliyle kayıtlara geğmiştir (Öztürk ve Yaman, 2019). TGK Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 251-252 kodlarına sahip olan nitratlar, peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirlerde en fazla kullanımı 150 mg/kg şeklindeyir. Bu madde peynire işlenecek sütte veya peynir altı suyunun uzaklaştırılmasının ardından eşit miktarda suya eklenir ve sadece sert, yarı-sert ve yarı-yumuşak peynirlerde kullanılmaktadır (TGK, 2023).

Propiyonik asit alifatik mono karboksilik asit grubunda yer alan kokusu hafif keskin ve çok hoş kokusu olmayan, tuzları ise hafif peynirimsi lezzete sahip bir asittir (Altuğ, 2009). Propiyonik asit kullanımı tek başına değil genellikle sodyum ve kalsiyum tuzlarıyla tercih edilmektedir (Saldamlı, 2005). Propiyonik asit elde etmek için bazı süt ürünlerinden *Propionibacterium* fermentasyonu metodu kullanılmaktadır (Çelikyurt ve Arıcı, 2008). Propiyonik asit mayalara karşı etkili değildir ancak küflere karşı etkisi sodyum benzoata göre daha fazla olup emülgatör amaçlı kullanılmaktadır (Altuğ, 2009). Propiyonik asit peynir olgunlaştırılmasında kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddelerinden biri olup, keskin ve ağır bir kokuya sahip olduğu için diğer gıda ürünlerinde çok fazla tercih edilmemektedir (Özturkcan ve Acar, 2017). Peynir çeşitlerinden biri olan İsviçre peynirinde propiyonik asit doğal olarak bulunur ve oranı %1'e kadar değişkenlik gösterebilmektedir (Altuğ, 2009). TGK Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 280-283 arasındaki kodlara sahip olan propiyonik asit-propiyonat peynir teknolojisinde

olgunlaştırılmış peynirlerde ve peynir ürünlerinde (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sadece yüzey uygulamalarında ‘quantum satis’ olarak belirtilmiştir. (TGK, 2023). Fakat özellikle çocuklarda propiyonat tuzlarına bağlı olumsuz etkilerle ilgili olarak sinirlilik, huzursuzluk, dikkatsizlik ve uyku bozuklukları gibi olumsuz etkiler propiyonat tuzlarına bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir (Carocho ve ark., 2014; Molognoni ve ark., 2019).

Nisin, *Lactococcus lactis subsp. lactis* suşları tarafından üretilen ve Gram pozitif ve Gram negatif bakterileri ve ayrıca *Bacillus* ve *Clostridium* sporlarının büyümesini etkili bir şekilde engelleyen doğal bir antimikrobiyal peptittir (de Arauz ve ark., 2009). Nisin ilk zamanlar peynirlerde koruyucu madde olarak kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra peynirlerde gaz oluşumuna sebep olan *Clostridium tyrobutyricum*, diğer Clostridiumlar ve bütirik asitlere karşı oluşumlarını önlemek amacıyla kullanıma başlanmıştır. Ek olarak Clostridiumları inhibe etkisinden dolayı nisin nitratin yerine kullanılabileceği belirtilmiştir (Şimşek ve ark., 2002).

Nisin, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Pediococcus*, *Lactobacillus*, *Listeria* ve *Mycobacterium* suşları da dahil olmak üzere Gram pozitif bakterilere karşı etkili bir bakterisidal maddedir (Sahl ve ark., 1995). Beyaz peynirlerde nisin kullanarak *L.monocytogenes*’in inhibisyonu üzerine çalışmalar mevcuttur. Yapılan çalışmalar sonucunda 30 µg/ml nisin kullanımında bakteri inhibisyonu sağlanmıştır (Aktürkoğlu ve Erol, 1999). Yapılan bir çalışmada ise nisin homojenize edilmemiş tam yağlı sütte homojenize tam yağlı süte kıyasla *L. monocytogenes* hücre sayısının azaltılmasında daha etkili

olduğu gözlemlemiştir (Bhatti ve ark., 2004). FAO/WHO, gıdalardaki nisine karşı bakteriyel direncin endişe verici olmadığı konusunda hemfikirdir (EFSA, 2006). TGK Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 234 koduna sahip olan nisin, peynir teknolojisinde olgunlaştırılmamış peynirlerde yer alan mascarpone peynirlerinde en fazla kullanımı 10 mg/kg şeklindedir. Olgunlaştırılmış peynirlerde, işlenmiş peynirlerde (eritme peynirleri dahil) ve peynir ürünleri (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sınıfında yer alan sadece olgunlaştırılmış ve işlenmiş ürünlerde en fazla kullanımı 12,5 mg/kg şeklindedir. Ek olarak bu gıda katkı maddesi bazı peynir çeşitlerinde fermentasyon işlemi sonucunda doğal olarak bulunabilmektedir (TGK, 2023).

Natamisin, gıda kalitesini korumak için antimikrobiyal olarak uygulanan bir polien makrolittir. Natamisin, Avrupa Topluluğu Bilimsel Komitesi' nin gıda katkı maddeleri ile ilgili yönetmeliğinde, sert, yarı-sert, yarı yumuşak peynirlerin yüzeyinde kullanılabilir koruyucu olarak tanımlanmaktadır (Karalomlu, 2014). Peynirlerin içine nüfuz etmeden organoleptik özelliklere ve doğal mikrobiyatasına zarar vermeden kullanılabilmesi nedeniyle koruyucu madde olarak kullanılmaktadır (Volpon ve Lancelin, 2002).

Peynir ve yoğurttaki kokuşma ve gıda zehirlenmelerine yol açan mikroorganizmalarda üremeyi durduran veya yavaşlatan bir gıda koruyucusu olan natamisin tercih edilmektedir (Öztürk ve ark., 2006).

Natamisin, sorbat, benzoat gibi antimikrobiyal ve antifungal maddeler üreticiler tarafından maya ve küf gelişimini, dolayısıyla

oluşturdukları zararları önlemek amacıyla yaygın şekilde kullanılmaktadır (Karalomlu, 2014).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 235 koduna sahip olan natamisin peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirlerde yer alan sadece sert, yarı sert ve yarı yumuşak peynirlerin yüzey uygulamalarında en fazla kullanımı 1 mg/dm² şeklinde-dir. Peynir ürünleri (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sınıfında yer alan sadece sert, yarı sert ve yarı yumuşak peynirlerin yüzey uygulamalarında en fazla kullanımı 1 mg/dm² lik yüzeyde (5 mm'lik derinlikte bulunmayacak) şeklinde-dir (TGK, 2023).

Monokarboksilik yapıda bir organik asit olan asetik asit sirkenin temel maddesidir. Asetik asit antimikrobiyal, şelatlaştırıcı, asitleştirici ve lezzet verme gibi birçok özelliğinin bulunmasından dolayı gıda endüstrisinde kullanım alanı geniştir. Ayrıca asetik asit pH düştüğü zaman artış gösteren koruyucu bir maddedir (Altuğ, 2009). Asetik asit kullanımına, birçok gıda maddesinde güvenli kullanımları nedeniyle AB Reg. 1333/2008 (E260 olarak kayıtlı) tarafından “quantum satis” yaklaşımıyla tüm taze peynirlerin üretiminde bu gıda katkı maddesinin kullanımına izin verilmektedir (EC, 2008). Organik asitler, zayıf asitler olarak tanımlanır ve matrisin pH'ı pKa (asidik iyonlaşma sabiti) değerlerinin altında olduğunda daha iyi antimikrobiyal aktivite gösterirler; asetik asidin nispeten yüksek pKa değeri (4.76), üretim süreci genellikle fermentatif mikroorganizmaların büyümesini içeren süt ürünlerinde yeterli miktarda ayrışmamış molekülün varlığına izin verir. Her durumda, bir organik asidin göreceli etkinliği, bir tampon görevi görebilen ve organik bileşikleri bağlayabilen karmaşık gıda

substratıyla ilgili birçok faktörden etkilenmektedir (Samelis ve Sofos, 2003). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 260 koduna sahip olan asetik asit peynir teknolojisinde olgunlaştırılmamış peynirlerin (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sınıfında yer alan mozzarella peynirinde ve peynir altı suyu peynirlerin yapımında 'quantum satis' olarak belirtilmiştir (TGK, 2023).

Gıda maddelerinde genellikle koruyucu olarak kullanılan lizozim, Alexander Fleming tarafından 1922 yılında keşfedilmiş ve yumurta akı albümininden tespiti yapılmış ticari olarak kullanılan tek antimikrobiyal doğal bir enzimdir (Sudağıdan ve Aydın ,2013). Lizozim (E1105) süt ve süt ürünlerinde etkili bir antimikrobiyal olarak formaldehit, nitrat ve hidrojen peroksit gibi kimyasal maddelerin alternatifi olarak kullanılmaktadır (Üstümkol, 2006). Lizozim, dünyanın birçok ülkesinde bazı peynir çeşitlerinde özellikle sert ve yarı sert peynirlerde kullanım alanı bulunmaktadır (Borcaklı, 1999). Bunun yanı sıra, lizozim Avrupa'da peynir üreticileri tarafından özellikle "edam" ve "gouda" peynirlerinde gaz oluşumuna neden olan *Clostridium tyrobutyricum*'a karşı sıklıkla kullanılmaktadır (Davidson ve Harisson, 2002). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 1105 koduna sahip olan lizozim peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirlerde ve peynir ürünlerinde (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) 'quantum satis' olarak belirtilmiştir. Ek olarak peynir ürünlerinde (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sadece olgunlaştırılmış ürünlerde kullanım mevcuttur (TGK, 2023). Lizozim 80°C'de 2 dakika stabilitesini koruyabilmekte ve daha düşük sıcaklıklarda pH yükseldiğinde inaktive olmaktadır. Lizozim aktivitesi için optimum

sıcaklık aralığı 55-60°C olup 10-25°C’lerde aktivite %50 civarında olmaktadır (Losso ve ark., 2000; Naidu, 2014; Gould, 2002).

Lizozimin genel olarak *Clostridium botulinum*, *Clostridium thermosaccharolyticum*, *Clostridium tyrobutyricum*, *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus lysodeikticus*, *Listeria monocytogenes* gibi gram-pozitif bakteriler üzerinde etkili olduğu, ancak kalın peptidoglikan dış zara sahip gram-negatif bakteriler üzerinde etkili olamadığı bilinmektedir. Lizozim 25-30 mg/lt oranında, starter kültür aktivitesini etkilememekte ve *C. tyrobutyricum*’un peynirde gelişimini önlemektedir. Ayrıca 20-200 mg/lt oranlarında ise *L. monocytogenes* gelişimini önlediği bilinmektedir (Davidson ve Harisson, 2002).

Lizozimin gıda kaynaklı *Staphylococcus aureus* suşlarının gelişimi araştırıldığı bir araştırma sonuçlarına göre lizozimin gıdalarda tek başına kullanımının yeterli gelmeyeceğini farklı koruyucu madde kombinasyonlarıyla beraber kullanılmasının gerektiği düşünülmektedir (Sudağıdan ve Aydın, 2013).

Son on yılda, sentetik koruyucuların potansiyel sağlık zararları nedeniyle doğal gıda koruyucuları bulmaya yönelik belirgin bir ilgi artışı görülmekte olup; tüketiciler bu yapay katkı maddelerini içeren gıdaları tüketmeye karşı şüpheyile yaklaşmaktadır (Atwaa ve ark., 2022).

Laktoferrin, memeli canlıların sütünde doğal olarak var olan glikoprotein yapıları bir maddedir ve literatüre inek sütünden izole edilerek yapıldığı için laktoferrin adıyla kayıtlara geçmiştir. Sadece canlıların sütünde değil aynı zamanda gözyaşı, salya, tükürük, burun salgısı ve eklem sıvılarında var olduğu bilinmektedir. Süt ile bu

sıvılar kıyaslandığında sütte daha fazla miktarda laktoferrin içerdiği bilinmektedir. Ek olarak laktoferrin canlının yapısında kemik hücrelerinin gelişimine yardımcı olmaktadır ve kemik dokusunu yok eden hücreleri önlemektedir (Yıldız Akgül ve Karaman, 2017). Laktoferrin bazı önemli biyoaktif işlevlere sahip peptitlerde de (β -laktoferrin, β -laktoferrisin ve β -laktoferrampin) kullanılmaktadır (FitzGerald ve Meisel, 1999; Hou ve ark., 2011; Yoshikawa, 2015). β -laktoferrin ve β -laktoferrampin antimikrobiyal özelliklere sahipken β -laktoferrisin antimikrobiyal olmanın yanında anti tümör olarak etki göstermektedir (Bruni ve ark., 2016; Giansanti ve ark., 2016). Temel yapısında demir bulunmaktadır. Ayrıca Fe^3 'e karşı ilgi seviyesi çok yüksek düzeydedir. Asidik koşullarda bile demiri bağlama yeteneğine sahiptir (Volpon ve Lancelin, 2002). Süt ve süt ürünleri endüstrisinde peynir altı suyu tozundan veya yağsız süttten elde edilmektedir. Proteolize karşı oldukça dirençli olan laktoferrin yüksek demir bağlama yeteneğine sahiptir. Bu sayede çok düşük seviyedeki pH'larda bile etki gösterebilmektedir (Gonzalez ve ark., 2009; Öztürkcan ve Acar, 2017). Laktoferrinin antimikrobiyal, antifungal, antibakteriyel ve antiprotozoal özelliği bulunmaktadır (Madureira ve ark., 2007; Bruni ve ark., 2016; Giansanti ve ark., 2016). Bu özellikler sayesinde birçok patojenik bakteri çeşidini (*Streptococcus pneumonia*, *Vibrio cholera*, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella Typhimurium*, *E. Coli* ve *Shigella dysenteria*) ve bazı virusları baskılama yeteneğine sahiptir (Gonzalez ve ark., 2009; Öztürkcan ve Acar, 2017).

Tablo 4: Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre süt ve süt ürünlerinde kullanılabilen bazı antimikrobiyeller

E kodu	Adı	Maksimum miktar (mg/l veya mg/kg)	Sınırlamalar/istisnalar
200 -202	Sorbik asit- sorbatlar	1000 mg/kg	Sadece pıhtılaştırılmış süt (geleneksel ürünler hariç), Olgunlaştırılmış peynirlerde sadece hazır ambalajlı kesilmiş ve dilimlenmiş peynir, katmanlı peynir ve farklı gıdalar ilave edilmiş peynirlerde, Peynir altı suyu peynirlerinde sadece hazır ambalajlı, dilimlenmiş, katmanlı peynir ve peynir ve peynir ilave edilmiş gıdalarda kullanımı, İşlenmiş peynirlerde kullanımı, Peynir ürünleri (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sadece olgunlaştırılmamış ürünler, hazır ambalajlı, dilimlenmiş olgunlaştırılmış ürünler, katmanlı olgunlaştırılmış ürünler ve çeşitli gıda bileşenleri eklenmiş olgunlaştırılmış ürünlerde
		2000 mg/kg	Sadece işlenmiş peynirlerde (eritme peyniri dahil)
		Quantum satis	Sadece olgunlaştırılmış peynirlerin yüzey uygulamalarında
210-211	Benzoik asit- Sodyum benzoat	12000 mg/kg (Enzim preparatlarında miktar)	Peynir mayasında
		5 mg/kg (son üründe maksimum miktar, içecek hariç)	Peynir mayasının kullanıldığı peynirde,
		2,5 mg/l (içeceklerde)	Peynir mayasının kullanıldığı peynir altı suyu bazlı içeceklerde
200 – 213	Sorbik asit- potasyum sorbat; Benzoik asit- benzoatlar	300 mg/kg	Sadece ısıl işlem görmemiş süt bazlı tatlılar
234	Nisin	10 mg/kg	Sadece clotted kremada, olgunlaştırılmamış peynirlerde yer alan mascarpone peynirlerinde
		12,5 mg/kg	Olgunlaştırılmış peynirlerde, işlenmiş peynirlerde (eritme peynirleri dahil) ve peynir ürünleri (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sınıfında yer alan sadece olgunlaştırılmış ve işlenmiş ürünlerde

235	Natamisin	1 mg/dm ² lik yüzeyde (5 mm'lik derinlikte bulunmayacak)	Olgunlaştırılmış peynirlerde yer alan ve Peynir ürünleri (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sınıfında sadece kesilmemiş/dilimlenmemiş sert, yarı sert ve yarı yumuşak peynirlerin dış yüzey uygulamalarında
251- 252	Nitratlar	150 mg/kg	Olgunlaştırılmış peynirlerde sadece sert, yarı-sert ve yarı yumuşak peynirde, Peynir altı suyu peynirlerinde peynirlerde sadece sert, yarı-sert ve yarı yumuşak peynire işlenecek sütte, Peynir ürünlerinde (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sadece sert, yarı-sert ve yarı yumuşak olgunlaştırılmış üründe,
260	Asetik asit	Quantum satis	Peynir teknolojisinde olgunlaştırılmamış peynirlerin (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sınıfında yer alan mozzarella peynirinde, Peynir altı suyu peynirlerin yapımında,
280-283	Propiyonik asit- propiyonatlar	Quantum satis	Olgunlaştırılmış peynirlerde ve peynir ürünlerinde (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç) sadece yüzey uygulamalarında

Kaynak: T GK, 2023

Antioksidan Etkisi Olanlar

E ve INS sayıları 300 ile 326 arasında olan antioksidanlar, gıdada yer alması istenmeyen koku, tat, aroma, acıma veya enzimatik kararmayı engellemek için kullanılmaktadır (Altuğ, 2009). Antioksidanlar, bozulmaya yol açan otooksidasyonu önlemektedir. Antioksidanlar doğal ve sentetik iki başlık altında sınıflandırılabilir. Doğal olan antioksidanlara C (askorbik asit) ve E vitaminleri, sentetik (yapay) olanlara ise bütillenmiş hidroksil anisol (BHA), bütillenmiş hidroksil toluen (BHT), tetrabutyl hidrokinon (TBHQ), etanol, formaldehit vb. örnek olarak verilebilir (Medhi ve ark., 2022). Bitkiler, antioksidan bileşiklerin başlıca kaynaklarından

biri olduğundan tarımsal yan ürünler, ürün kalitesinin korunması için yararlanılabilecek doğal antioksidan kaynakları arasındadır (Faustino ve ark., 2019). Doğal antioksidanlardan olan tokoferoller yalnızca bitkiler tarafından üretildiğinden ötürü, bitkisel yağlar ve yağlı tohumlar ekstraksiyonu E vitamini için zengin kaynakları oluşturmaktadır (Lalani ve ark., 2024). Ayrıca yapılan çalışmalar tokoferol tüketiminin özellikle çocuklarda kayda değer bir yan etkisi olmadığını göstermektedir (Carocho ve ark., 2014).

Sentetik olan koruyucu maddeler yağ açısından zengin ürünlerde; bitkisel yağlar, hayvansal yağlar, yüksek proteinli ürünler, kekler, süt ürünleri, işlenmiş kuruyemişlerde ve ekmek hamurunun hazırlanmasında antioksidan olarak kullanılır. Artan BHA, BHT ve TBHQ alımı cilt alerjilerine, kandaki kolesterol ve lipit düzeylerinin artmasına ve vücutta yağ birikmesi riskine neden olabilir (Xu ve ark., 2021).Yapılan araştırmalar antioksidan bileşiklerin hiçbirinin bebek ve çocukların diyetine uygulanmasının güvenli olmadığı göstermektedir. Ayrıca uzun süreli kullanımda TBHQ kansere yol açabilmektedir (Gharavi ve El-Kadi, 2005).

Doğal bir antioksidan olan askorbik asit süt yağının oksidatif stabilitesinde büyük rol oynamaktadır. Yapılan bir araştırma sonucuna göre yağsız ve tam yağlı sütte %0.1'lik askorbik asit uygulamasıyla oksidasyon nedeni ile oluşan riboflavin kaybı sırasıyla %25.5 ve %50 olarak azaltılmıştır (Lee ve Shibamoto, 2002).

Bitkiler arasında en yüksek antioksidan seviyesine sahip biberiye ekstraktı, oksidasyona duyarlı olan lipit içerikli ürünler olan

süt, süt tozu ve tereyağının raf ömrünü artırmada etkilidir (Baladura ve Şimsek, 2013).

Antioksidanlar, gıda bileşenlerinin özellikle lipitlerin oksidatif stabilitelerini artırarak besin değerini korumakta ve oksidatif bozulmayı, renk değişimini önlemektedir (Güler ve Özbey, 2024). Ayrıca antioksidan bileşiklerin kanser, kalp-damar ve diyabet hastalığı riskini azalttığı tespit edilmiştir (Carocho ve ark., 2014).

Tablo 5: Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre süt ve süt ürünlerinde kullanılabilen bazı antioksidanlar ve kullanım koşulları

E kodu	Adı	Maksimum miktar (mg/l veya mg/kg)	Sınırlamalar/istisnalar
300	Askorbik asit	Quantum satis	Türk gıda kodeksi koyulaştırılmış süt ve süt tozu tebliğinde tanımlanan koyulaştırılmış süt ve süttozu
319	Tersiner- bütıl hidrokinon (TBHQ)	200 mg/kg	Türk gıda kodeksi koyulaştırılmış süt ve süt tozu tebliğinde tanımlanan sadece otomatik satış makineleri için kullanılan süttozu
320	Bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA)	200 mg/kg	Türk gıda kodeksi koyulaştırılmış süt ve süt tozu tebliğinde tanımlanan sadece otomatik satış makineleri için kullanılan süttozu
392	Biberiye ekstraktları	30 mg/kg	Sadece dondurma üretimi için kullanılan kurutulmuş süt
		200 mg/kg	Sadece otomatik satış makineleri için kullanılan süttozu

Kaynak: TGK, 2023

Süt Endüstrisinde Kullanılan Emülgatörler

Stabilizatörler, gıdanın stabilitesini ve kalınlığını artıran bu nedenle emülsiyonun ve fiziksel özelliklerinin korunmasına yardımcı olan maddelerdir. Genellikle, emülgatörün aktivitesini arttırdığı için gıdaya az miktarda stabilizatör eklenir. Stabilizatörün temel işlevleri gıdanın optimum kıvamını korumak ve emülgatörlerle sınırlanmış bileşenleri tutmaktır. Stabilizatör, tatlandırıcı bileşiklerin homojen bir şekilde dağılmasını sağlayarak gıdanın tekdüze bir yapıya sahip olmasını sağlar (Medhi ve ark., 2022).

İyi bir stabilizatör toksik olmamalı, karışımda kolayca dağılmalı, karışımda aşırı viskozite, ayrılma veya köpük oluşturmamalı, süzgeç ve filtreleri tıkamamalı, dondurma gibi süt ürünlerinde istenen erimeyi sağlamalı, ekonomik olmalı ve karışıma tat vermemelidir (Kılara ve Chandan, 2015).

Süt üreticilerinin temel hedeflerinden biri, yeterli raf ömrü boyunca istenen kalite özelliklerine (görünüm, doku ve lezzet) sahip süt ürünleri üretmektir. Bu hedefe ulaşmak için süt üreticileri, gıda emülsiyonlarının kinetik stabilitesini iyileştirmek için stabilizatörler gibi bileşenler kullanmaktadır (Dickinson, 1992; Dickinson, 2000; Dickinson, 2003).

Emülgatörler ve stabilizatörler zenginleştirilmiş sütün işlenmesinde yardımcı olmasına ek olarak homojenizasyon ve pastörizasyon gibi işleme koşulları, zenginleştirilmiş sütün başarılı bir şekilde formüle edilmesi için emülgatör/stabilizatör kombinasyonu kadar önemlidir (Lal ve ark., 2006).

Stabilizatörlerin yüksek su bağlama kapasitesi yoğurt gibi süt ürünlerinde koyulaştırıcı ve jelleştirici etki sağlamakta ve diğer süt

ürünlerinin üretimi ve depolanması sırasında ürünün stabilitesini korumaktadır (Williams ve Phillips, 2004).

Yoğurda stabilizatör eklemenin temel amacı, viskozite/ kıvam, görünüm ve ağız hissi, gövde ve tekstür gibi istenen özellikleri geliştirmektir ve bunlar genellikle düşük kalorili yoğurtlarda kullanılmaktadır (Nielsen ve ark., 1991). Yoğurtlarda kullanılan stabilizatörleri arasında modifiye zamlar, deniz yosunu özleri (agar, karragenanlar, aljinatlar), pektin, modifiye nişasta ve karboksimetilselüloz ve hayvansal kökenli olarak jelatin yer almaktadır. Bu bileşenler jel ağları oluşturma yeteneğine sahip olduğundan, bunların dahil edilmesi, daha iyi tekstüre sahip ve sinerezise karşı iyi dirençli yoğurtların üretilmesini sağlamaktadır (Augustin, 1999; Alparslan ve Gündüz, 2000).

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) sodyum aljinatı Federal Kurallar Kodu (CFR) genellikle güvenli olarak kabul edilir (GRAS) madde olarak nitelendirmiş ve kullanımını stabilizatör, emülsifiye edici, koyulaştırıcı ve jelleştirici madde olarak sınıflandırmıştır (Kocarık , 2023). Sodyum aljinat kullanımında sıklıkla karşılaşılan sorun, yüksek kalsiyumlu bir ortamda çözünememesidir. Bu durum genellikle sitrik asit gibi bir bağlayıcı kullanılarak giderilmektedir (Lal ve ark., 2006). Bakteriyel ekzopolisakkarit olan Ksantan (E415) *Xanthomonas campestris*'in kültürde büyümesiyle elde edilmektedir (Marshall ve ark., 2003). Ksantan zambı ile sodyum aljinatın kombinasyonu sütlü içeceklerde dengeleyici olarak kullanılabilir (Glicksman, 1982). Ekzopolisakkarit (EPS) üreten laktik asit bakterileri (LAB), süt ürünlerinde arzulanan viskozite, tekstür ve stabilitenin sağlanmasında bitkisel ve hayvansal kaynaklı hidrokolloid katkı

maddelerine alternatif olarak önerilebilmektedir (Shah, 2003; Ruas-Madiedo ve ark., 2010; Soukoulis ve ark., 2010).

Dondurma üretiminde ticari doğal kaynaklı stabilizör olarak sodyum karboksimetil selüloz (CMC) (E466) kullanılabilmektedir. Dondurmada stabilizatör kullanım amacı pürüzsüz bir yüzey ve tekstür elde etmek ve depolama süresince buz ve laktoz kristallerinin oluşumunu azaltmaktır. Özellikle sıcak şoku olarak bilinen ısı değişim periyotları süresince ürünün stabil bir yapıda kalmasını sağlamak ve erimeye karşı dayanıklılık kazandırmak amacıyla stabilizör kullanımı oldukça önemlidir. Dondurma karışımında genellikle %0,1–0,5 oranında stabilizatör kullanılır. (Bahramparvar ve Mazaheri Tehrani, 2011). Polisakkarit stabilizatörler de, depolama sırasında büyük buz kristallerinin oluşumunu geciktirmek ve ayrıca nihai ürüne daha istenen bir tekstür sağlamak için genellikle dondurma karışımına dahil edilmektedir (McClements, 2004).

Karagenan (E407), süt proteiniyle etkileşime girerek faz ayrılmasını (peynir altı suyunun ayrılmasını) önlemek için birçok stabilizatör karışımında %0,01–0,02 oranında kullanılmaktadır (Kilara ve Chandan, 2015).

Nişasta, düşük maliyeti ve mükemmel koyulaştırma özellikleri nedeniyle asitleştirilmiş süt jellerinde en sık kullanılan stabilizatörlerden biridir. Nişasta, süt asitlenmesine katılmadan önce genellikle çiğ sütle birlikte ısıl işleme tabi tutulur. Nişastanın faz hacmi, su şişmesi nedeniyle artar. Sonuç olarak, kazein miselleri lokal olarak yoğunlaştırılabilir ve asit kaynaklı süt jeli oluşumu hızlanmaktadır (Wong ve ark., 2020). Önceden yapılan çalışma

sonuçlarına göre nişastanın eklenmesinin, fermente süt jelinin soğutma sırasında asitliğindeki artışı etkili bir şekilde engelleyebileceği bildirilmiştir. Bu özelliği, floranın metabolik seviyesini azaltan nişastanın su emilimine bağlanabilir (Altemimi, 2018).

Mikrokristalin selüloz (MCC) (E460), dondurma karışımına %0,4 ve üzeri MCC ilavesi, dondurulmuş tatlı ürünlerinin ısı şokuna karşı direncini artırarak ve bu ürünlerde hava-yağ-su üç fazlı sisteminin korunmasını sağlayarak, depolama ve dağıtım sırasında orijinal tekstürünü koruyan bir jel oluşumu gerçekleştirmektedir (Glicksman, 1986). MCC kolay bulunması, düşük maliyetli olması, düşük yoğunluk ve yüksek mekanik dayanım özelliklerinden ötürü organik esaslı dolgu malzemeleri arasında giderek daha fazla ilgi görmektedir (Huang ve ark., 2018). MCC toksik ve alerjik olmadığı için gıda ürünlerinde kullanılmasında herhangi bir sakınca bulunmamaktadır (Hamdan ve ark., 2021).

Bir süt proteini olarak tanımlanan, hidrofilik gruba ve hidrofobik gruba sahip sodyum kazeinat genellikle stabilizör ve emülgatör olarak kullanılmaktadır. Su ve yağ moleküllerini birbirlerine bağlamakta ve yağ partiküllerini küçülterek gıdaların görünüşünü geliştirmektedir (Güzeller ve Özbek, 2021).

Yapılan bilimsel araştırmalar sodyum kazeinat miktarı arttıkça yoğurt örneklerinin fermantasyon sürelerinin kısaldığı, verim, depolama modülü ve pıhtı sıkılığının arttığını göstermektedir (Damin ve ark., 2009). Sodyum kazeinat, süt, yoğurt ve peynirde yağ ikamesi olarak kullanılabilir. Bu sayede beslenme açısından daha faydalı olan yağı azaltılmış sağlıklı ürünler elde edilebilmekte,

kalorisi daha düşük gıdalar geliştirilebilmektedir (Güzeller ve Özbek, 2021).

Guar gamı (E412), Pakistan ve Hindistan’ da bulunan *Cyamopsis tetragonoloba* tohum bitkisinin üretiminden elde edilen doğal karbonhidrat yapılı bir polimerdir. Süt ve süt ürünlerinde (süt, peynir, yoğurt ve bazı süt ürünleri) stabilite edici ve kıvam arttırıcı olarak kullanım alanı bulunmaktadır (Güzeller ve Özbek, 2021). Guar gamının birçok fonksiyonel özelliği mevcuttur. Ayrıca izin verilen günlük alım dozu 20 gramdır. Gıda maddelerinde çözünür ve diyet lifi olarak kullanılabilir (Mudgil ve ark., 2012).

Kalsiyum klorür E kodu sistemine göre E 509 koduna sahiptir (Abdulahitoğlu ve Cengiz, 2022). Yapılan bir çalışma süte kalsiyum klorür ilave edilmesiyle sütte inkübasyon süresinde artış olduğunu ve pH’sını düşürdüğünü göstermiştir (Ergin, 2022). Kullanılacak olan kalsiyum klorürün miktarı önemlidir. Örneğin peynirlerde tuzlama işleminde kalsiyum klorür veya magnezyum klorür fazla kullanılırsa acılık artışı meydana gelmektedir (Grummer ve ark., 2012). Ancak kalsiyum klorürün fazla kullanılması sonucunda oluşan acımsı tadı önlemek için peynirlerde gam eklenebilir bu sayede oluşan acılık maskelenmiş olmaktadır (Puspitasari ve ark.,1991).

Tablo 6: Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’ne göre süt ve süt ürünlerinde kullanılabilen bazı emülgatörler ve kullanım koşulları

E kodu	Adı	Maksimum miktar (mg/l veya mg/kg)	Sınırlamalar/istisnalar
--------	-----	-----------------------------------	-------------------------

322	Lesitinler	Quantum satis	Türk gıda kodeksi koyulaştırılmış süt ve süt tozu tebliğinde tanımlanan koyulaştırılmış süt ve süttozu
432-436	Polisorbatlar	1000 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıtılmış işlem görmüş ürünler dahil, Dondurmalarda,
		5000 mg/kg	Sadece süt ve krema analogları
471	Yağ asitlerinin mono- ve digliseritleri	Quantum satis	Aromalandırılmamış pastörize krema (yağı azaltılmış kremalar hariç), Aromalandırılmamış, fermentasyonu devam eden krema ürünleri ve %20'den az yağ içeren ikame ürünler)

Kaynak: TGK, 2023

Süt Endüstrisinde Kullanılan Renklendiriciler

Günümüzde gelişen ve artan üretim teknolojilerinde gıdalar ısı, ışık, pH ve oksijen gibi fiziksel ve kimyasal koşullar nedeniyle işleme, depolama ve satışın çeşitli aşamalarında solar veya renk değiştirir. Renk, ışığın spektral dağılımından kaynaklanan görsel bir özelliktir. Işığın oluşum mekanizması: madde ve ışığın etkileşimi sonucunda insanlar 380-770 nm arasındaki dalga boylarını görmektedirler. Doğadaki diğer konularda olduğu gibi besinlerin renkleri de bu temel prensibe dayanmaktadır (Demirağ ve Uysal, 2006). Gıdanın işlenmesi sırasında fiziksel ve kimyasal koşullara bağlı olarak renk değişimleri meydana gelebilir. Gıda ürünlerinin

renklendirilmesinin birçok nedeni vardır. Renklendiriciler, bu renk değişimlerini önlemek, rengi olmayan gıdayı renkli hale getirmek amacıyla kullanılmaktadır (Boğa ve Binokay, 2010; Ceyhun Sezgin ve Ayyıldız, 2019). Çoğu ticari renklendirici, eritrosin (kırmızı), kantaksantin (turuncu), amarant (azoik kırmızı), tartrazin (azoik sarı) ve annatto biksin (sarı turuncu) dahil olmak üzere sentetik olarak üretilmektedir (Abdulumumeen ve ark., 2012). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 102 koduna sahip olan tartrazin kullanım miktarı peynir teknolojisinde işlenmiş peynirlerde sadece aromalandırılmış işlenmiş peynirlerde en fazla kullanımı 100 mg/kg şeklindedir. Ek olarak E 100, E 102, E 104, E 110, E 120, E 122, E 124, E 160e, E 161b kodlu renklendiricilerin tek başına veya birlikte kullanılabileceği maksimum miktardır (TGK, 2023).

Anatto, biksin, norbiksin birçok karotenoidin karışımıdır. Biksin maddesinin hidrolizi sonucunda norbiksin oluşur. Biksin yağda, norbiksin ise suda çözünür. Anatto'nun hem renklendirici olarak hem de antioksidan olarak kullanımı mevcuttur (Figueirêdo ve ark., 2014; Carrocho ve ark., 2017). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 160b koduna sahip olan anatto, biksin, norbiksin peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirlerde sadece olgunlaştırılmış sarı-kırık beyaz renkte peynirlerde en fazla kullanımı 15 mg/kg şeklindedir. Sadece Red Leicester peynirlerde en fazla kullanımı 50 mg/kg şeklindedir. Mimolette peynirlerde ise en fazla kullanımı 35 mg/kg'dır. Yenilebilir peynir kabuğunda ise kullanımı en fazla 20 mg/kg olmalıdır. İşlenmiş peynirlerde kullanımı en fazla 15 mg/kg şeklindedir.

Bununla birlikte, karotenoidler (β -karoten, astaksantin, kantaksantin ve zeaksantin) gibi birkaç renklendirici, domates,

kırmızı biber ve alg gibi doğal kaynaklardan elde edilmektedir (Rodriguez-Amaya, 2016). Karotenler genelde kırmızı-sarı renk arasındaki renklere sahiptir. Aynı zamanda hidrokarbondur ve A vitamini kaynağıdır (Arslan, 2011). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 160a koduna sahip olan karotenler peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirler sınıfında yer alan sadece olgunlaştırılmış sarı-kırık beyaz renkte peynirde ve işlenmiş peynirde kullanım miktarı 'quantum satis' olarak belirtilmiştir. Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 160e koduna sahip olan Beta-apo-8'Karotenol (C 30) işlenmiş peynirler sınıfında yer alan sade aromalandırılmış işlenmiş peynirlerde en fazla kullanımı 100 mg/kg şeklindedir. Ek olarak E 100, E 102, E 104, E 110, E 120, E 122, E 124, E 160e, E 161b kodlu renklendiricilerin tek başına veya birlikte kullanılabileceği maksimum miktardır (TGK, 2023).

Kalsiyum karbonat (E170), quantum satis statüsüne sahip tek boyadır ve gıdaya beyaz renk verir (Medhi ve ark., 2022). Yoğurtlara kalsiyum karbonat ilavesi ile yoğurtlarda CaCO₃ miktarının artması istenmeyen koku ve tat değişimine neden olmaktadır. Bu değişimin kalsiyum karbonattan çıkan karbondioksit gazından olabileceği düşünülmektedir (Şenoğlu, 2009). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 170 koduna sahip olan kalsiyum karbonat peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirlerde kullanım miktarı 'quantum satis' olarak belirtilmiştir (TGK, 2023).

Likopen (E160d), gıda endüstrisinde bir gıda katkı maddesi (gıda boyası) olarak en yaygın kullanılan karotenoiddir. Süt ürünleri, meyveler, et, balık ve soslar gibi çok çeşitli gıdalarda kullanılmaktadır (Gutiérrez-del-Río ve ark., 2021). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre E 160d koduna sahip olan likopen

peynir teknolojisinde yenilebilir peynir kabuğu sınıfında en fazla kullanımı 30 mg/kg şeklindedir. İşlenmiş peynirlerde sadece aromalandırılmış işlenmiş peynirlerde kullanım miktarı en fazla 5 mg/kg'dır (TGK, 2023).

Safran, kelime kökeni bakımından tepecik kısmında yer alan sarı-turuncu renkte olan stigmadan olduğu varsayılmaktadır (Ceylan, 2005). Süt ürünlerinde örneğin tereyağı, peynir ve dondurma gibi ürünlerde lezzet ve renk iyileştirmesi için kullanımı mevcuttur (Hosseini ve ark., 2010).

Renklendiriciler Sınıfında Yer Alan Peynir Teknolojisinde Kullanılan Diğer Farklı Renklendiricilerden Bazıları

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre, E 163 koduna sahip olan antosiyaninler peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirler sınıfında yer alan sadece marbled peynirde, E 153 koduna sahip olan bitkisel karbon peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirler sınıfında yer alan sadece mor bier peynirde, E 140 koduna sahip olan klorofiller, klorofilinler ve E 141 koduna sahip olan klorofillerin bakır kompleksleri ve klorofilinler peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirler sınıfında yer alan sadece Sage Derby peynirde, E180 koduna sahip olan litolrubin BK ve E 160c koduna sahip olan paprika ekstraktı, kapsantin, kapsorubin peynir teknolojisinde olgunlaştırılmış peynirler sınıfında yer alan sadece olgunlaştırılmış sarı-kırık beyaz renkte peynirde kullanım miktarı 'quantum satis' olarak belirtilmiştir (TGK, 2023). E 100 koduna sahip olan kurkumin, E 102 koduna sahip olan tartrazin, E 122 koduna sahip olan azorubin, karmosin ve E 161b koduna sahip olan lutein peynir teknolojisinde

sadece aromalandırılmış işlenmiş peynirlerde en fazla kullanımı 100 mg/kg şeklindedir (TGK, 2023).

Tablo 7: Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre süt ve süt ürünlerinde kullanılabilen bazı renklendiriciler ve kullanım koşulları

E kodu	Adı	Doğal/Yapay	Maksimum miktar (mg/l veya mg/kg)	Sınırlamalar/istisnalar
102	Tartrazin	Yapay	100 mg/kg	Sadece aromalandırılmış işlenmiş peynir
110	Sunset yellow FCF/ Orange yellow S	Yapay	5 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıt işlemler görmüş dahil Sadece aromalandırılmış kremalar
120	Koşineal, karmik asit, karminler	Doğal	100 mg/kg	Sadece aromalandırılmış işlenmiş peynirlerde
			125 mg/kg	Sadece kırmızı marbled ve kırmızı pesto peynirlerde
160a	Karotenler	Doğal	Quantum satis	Sadece olgunlaştırılmış sarı-kırmızı beyaz renkte peynirler, İşlenmiş peynirler (eritme peyniri dahil), Sadece olgunlaştırılmış turuncu, sarı ve kırmızı-beyaz peynirler, Koyun ve keçi sütünden hariç elde edilen tereyağlarda

160b (i)	Anatto biksin,	Yapay	15 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıt �şlemler görmüş dahil Sadece olgunlaştırılmış sarı-kırık beyaz renkte peynirler, kırmızı ve yeşil pesto peynirlerde, �şlenmiş peynirler (eritme peyniri dahil), Sadece olgunlaştırılmış turuncu, sarı ve kırık-beyaz ürünler
			20 mg/kg	Sade dondurma hariç ve Yenilebilir peynir kabuğunda
160b (ii)	Anatto norbiksin	Yapay	4 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıt �şlemler görmüş dahil
			8 mg/kg	�şlenmiş peynir (eritme peyniri dahil), Sadece olgunlaştırılmış turuncu, sarı ve kırık-beyaz peynirler
			15 mg/kg	Sadece olgunlaştırılmış sarı-kırık beyaz renkte peynirler, kırmızı ve yeşil pesto peynirlerde
160b (ii)	Anatto norbiksin	Yapay	35 mg/kg	Sadece mimolette peynirler
			50 mg/kg	Sadece kırmızı Leicester peynirler
160c	Paprika ekstraktı, kapsantin, kapsorubin	Doğal	Quantum satis	�şlenmiş peynirler (eritme peyniri dahil), Sadece olgunlaştırılmış turuncu, sarı ve kırık-beyaz peynirler ve kırmızı pesto peynir

160d	Likopen	Doğal	5 mg/kg	Sadece aromalandırılmış işlenmiş peynir
			30 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıtılmış işlem görmüş ürünler dahil Yenilebilir peynir kabuğu
			40 mg/kg	Sade dondurmalar hariç

Kaynak: TGG, 2023

Süt Endüstrisinde Kullanılan Tatlandırıcılar

Aşırı şeker tüketiminin sağlık üzerindeki olumsuz etkisi uzun yıllardır bilinmektedir. Bu sebeple 1800’lü yıllarda şeker alımını azaltmak için tatlandırıcılar ortaya çıkmıştır. Şeker tüketiminin aşırı olmasında işlenmiş gıdaların rolü büyüktür. Aşırı miktarda şeker tüketimi genellikle kilo alımı veya diş çürümesine sebebiyet vermekle ilişkilendirilmektedir (Carocho ve ark., 2017). Aşırı şeker tüketimi sonucunda meydana gelen metabolik anormallikler veya obezite riski taşımadan, şeker ihtiyacının oluşturduğu isteği gidermek için tatlandırıcılar kullanılmaktadır (Mooradian ve ark., 2017). WHO direktifleri, şekerin günlük kalori katkısının %10'undan fazlasını temsil etmemesi gerektiğini belirtmekte ve yakın gelecekte %5'e düşürmeyi önermeye hazırlanmaktadır (Mooradian ve ark., 2017).

Sağlık açısından tatlandırıcıların aşırı tüketiminde kan hücrelerinde oksidatif stres oluşumu (tavsiye edilen günlük doz olan 40 mg/kg de bile), böbreklerin işlevini bozma ve hepatotoksositeye sebep olma, nöronal hücrelerde işlevsellik özelliği kaybetmesi gibi birçok sağlık problemlerine neden olabilmektedir (Ardalan ve ark., 2017, Choudhary ve Pretorius, 2017). Ayrıca son zamanlarda gerçekleştirilen araştırmalarda yapay tatlandırıcıların canlının bağırsak mikrobiyotasında değişmelere neden olduğu ve gıda intoleransına sebebiyet verdiği anlaşılmıştır (Suez ve ark., 2014).

Kategori olarak ikiye ayrılan tatlandırıcılar yüksek yoğunluğa sahip (yapay) olanlar ve besleyici (doğal) olanlar şeklinde sınıflandırılmıştır. Tatlandırıcılar pazar talepleri doğrultusunda gıda üreticileri tarafından gıda formüllerinde doğal veya sentetik olarak kullanılmaktadır. Sentetik olarak adlandırılan yapay tatlandırıcılar birçok üründe tatlandırma işlemi sırasında şekeri değiştirerek şekerin yerine geçenler veya şekersiz tatlandırıcılar olarak kullanılmaktadır. Geleneksel şekerlerden farklı olarak yapay tatlandırıcılar daha yoğun tatlandırma gücü gösterdikleri için yoğun tatlandırıcılar olarak ifade edilmektedir. Birçok işlenmiş gıdada bulunan yapay tatlandırıcılar özellikle tatlılar, içecekler, reçeller ve süt ürünleri gibi gıdalarda kullanılmaktadır. Tatlandırıcılara aspartam, asesülfam-k, neonatam, sukraloz, sakkarin ve advantam örnek olarak verilebilir (Castro-Muñoz ve ark., 2022).

Yoğun tatlandırıcılar, tatlandırma gücü olarak sakkarozdan daha güçlü yapıya sahiptir. Bu nedenle çok düşük miktarlarda bile yoğun tatlılık elde etmede yeterli olmaktadır (Carocho ve ark., 2017). Yüksek yoğunluğa sahip tatlandırıcılar genelde güvenli olarak kabul edilmediği için piyasaya sürülmeden önce ön inceleme

gerektiren GRAS gıda katkı maddeleri olarak tanımlanmaktadır (Mooradian ve ark., 2017). ABD’de Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanan altı adet yüksek yoğunluklu tatlandırıcı gıda katkı maddesi olarak onay almıştır (Godshall, 2007; Chattopadhyay ve ark., 2014).

FDA tarafından onaylanan ilk tatlandırıcı aspartamdır. Aspartam (E 951) katı gıdalarda 1981 yılında, içeceklerde 1983 yılından itibaren kullanılmaya başladığı bilinmektedir (Castro-Muñoz ve ark., 2022). Sakkarozdan 200 kat daha tatlı olan aspartamın metabolizması sonucunda formaldehit, formik asit ve diketopiperazin oluşmaktadır (George ve ark., 2010). Aspartamın gıda ürünlerinde kullanım alanı oldukça fazladır. Gıda olarak çiğnenebilir multivitaminler, sakız, kahvaltılık gevrekler, puding ve dolgular, kuru içecek karışımları, soğutulmuş veya soğutulmamış hazır içecekler, gazlı içecekler, ilaçlar ve meyveli yoğurt gibi ürünlerde geniş bir kullanımın alanına sahiptir (Rencüzoğulları ve ark., 2004).

Meyveli yoğurtlarla yapılan bir çalışmada aspartam, sakkarin, sükraloz, asesülfam-K, stevia ve bunların karışımları kullanılarak bu tatlandırıcıların tatlılık değerleri arasında karşılaştırma yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise en zayıf olan tatlandırıcının aspartam ve en kuvvetli tatlandırıcının ise sükraloz olduğu belirlenmiştir. Farklı kombinasyonlarında ise tatlılık derecesinin arttığı anlaşılmıştır. Özellikle stevia ve asesülfam-K karışımının gıdalarda daha hoş olan bir tat oluşturabileceği bildirilmiştir (Reis ve ark., 2011). Tatlandırıcı çeşidi olan asesülfam-K maddesi 1967 yılında keşfedilmiştir ve sakkaroz ile kıyaslandığında tatlılık açısından 120 kat daha fazla tatlı olduğu bilinmektedir. FDA kuruluşu tarafından 2003 yılında

gıdalarda lezzet artırıcı ve tatlandırıcı olarak kullanımına onay alan asesülfam potasyum maddesi gıdalarda veya içeceklerde tek başına kullanıldığında acı bir tada neden olabilmektedir (Horne ve ark., 2002; Mooradian ve ark., 2017).

Tatlandırıcı çeşidi olan neonatam (E 961) aspartam maddesinin N-alkilasyonu sonucu elde edilmektedir (Chattopadhyay ve ark., 2014). FDA tarafından 2002 yılında onay alan aspartam maddesi günümüzde sakkarozdan yaklaşık 7000 kat daha fazla tatlılığa sahip olan en etkili tatlandırıcı olarak kabul edilmektedir (Mooradian ve ark., 2017). Vücutta birikimi olmadan, hızla metabolize edilmekte ardından tamamen atılmaktadır (Chattopadhyay ve ark., 2014). Yapılan bir çalışmada aspartam ve neonatam maddesinin yoğurtların üretim ve depolama sürecinde belirli bir stabilite sağlayıp sağlamadığı araştırılmıştır. Uygulanan pastörizasyon işlemi sonucunda (85 °C 30 dakika) aspartam maddesinde %47, neonatam maddesinde %3 oranında bir kayıp tespit edilmiştir. Fermentasyon işleminde ise aspartam maddesinde %3 oranında kayıp oluşmuştur ancak neonatam maddesinde herhangi bir kayıp söz konusu olmamıştır. Depolama sürecinde 15 gün ve 4-7 °C arası sıcaklıkta tutulan yoğurtlarda aspartam ve neonatam maddelerinin stabilite konusunda ciddi bir değişiklik meydana getirmediği tespit edilmiştir (Kumari ve ark., 2017). FDA kuruluşunun onayladığı tatlandırıcılardan biri olan advantam maddesi sükrozdan yaklaşık 20.000 kat daha tatlı olduğu tespit edilmiştir Advantam maddesi ısıya dayanıklıdır bu durum fırınlanmış ürünlerde şeker ikamesi olarak kullanımına olanak sağlamaktadır (Carocho ve ark., 2017).

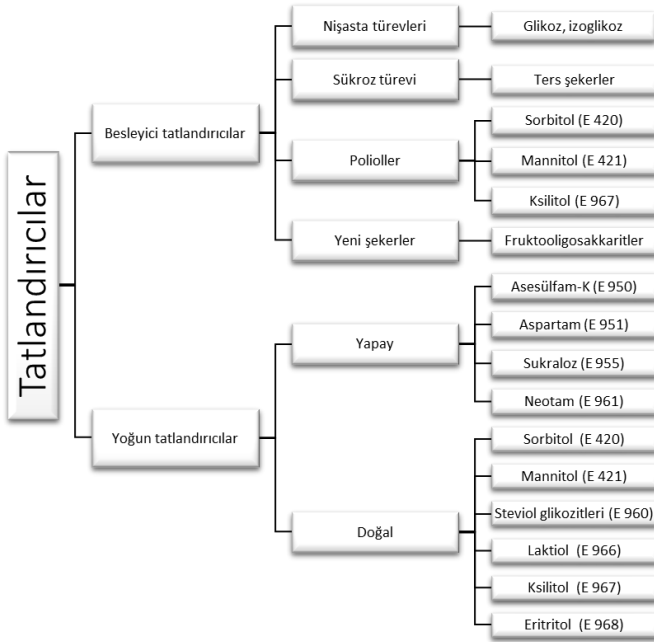
Tatlandırıcı çeşidi olan sukraloz şekerden 600 kat daha tatlı olup vücutta parçalanmamaktadır. Sukralozun bağırsaklardan yaklaşık olarak %11-27'si emilir ve böbrekler aracılığıyla atılım işlemi gerçekleşmektedir (Castro-Muñoz ve ark., 2022; Mooradian ve ark., 2017). Yapılan bazı çalışmalarda sukraloz maddesinin canlının sindirim sürecine müdahalede bulunduğunu ve kilo artışına ve diyabetine sebebiyet veren glikoz ve insülin seviyelerini arttırdığı tespit edilmiştir (Khamise ve ark., 2020). Süt ürünlerinden biri olan vanilya aromalı sütlerde belirli miktarlarda (0, 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm) sukraloz kullanılmıştır. Çalışmanın amacı sukraloz kullanılan sütlerde renk, kıvam, görünüm, aroma özelliği, genel kabul edilebilirlik üzerinden birçok parametre değerlendirilmesidir. Araştırma sonuçlarına göre ise aromalı sütlerde 150 ppm sukraloz kullanımının kalite açısından daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Kashid ve Chavan, 2019).

İnsanların doğal unsurlara bağlanmaya olan ilgisi doğuştan var olan bir gerçektir (Wilson, 2017). Gıda endüstrisi açısından değerlendirildiğinde tüketicilerin doğal içeriklere olan ilgisi giderek artması sonucunda üretim süreçlerinde önemli değişimler meydana gelmiştir (Román ve ark., 2017). Son on yılda kalorisiz ve doğal yolla elde edilen tatlandırıcılarda talep ciddi bir şekilde artmıştır. Bunun nedeni tüketicilerin sağlık konusunda daha dikkatli olmasıdır (Philippe ve ark., 2014). Doğal tatlandırıcılara şeker alkolleri, şekerler, proteinler, aminoasitler, bazı polifenoller ve terpenoid glikozitler örnek verilebilir (Grembecka, 2015; Chéron ve ark., 2019).

Doğal tatlandırıcılardan biri olan Stevia maddesi *Stevia rebaudiana* bitkisinin çoğunlukla steviol glikozitlerinden meydana

gelen doğal bir madde olarak nitelendirilmektedir. Sağlık açısından değerlendirildiğinde düşük kaloriye sahip, sıfır glisemik indeksli, kan şekerini düşürücü, diş sağlığının korunmasına yardımcı olan bir tatlandırıcıdır. Yüksek sıcaklıklarda gösterdiği stabilitiye bağlı olarak birçok üründe kullanım alanı bulmaktadır. Stevia fırınlama yapılmış ürünler, sakız, sos, çikolata, reçel, içecekler, dondurma, yoğurt ve süt ürünlerinde kullanılabilir (Singh ve ark.,2020; Castro-Muñoz ve ark. ,2022; Yang, 2010; Carocho ve ark.,2015; Pielak ve ark.,2019). Meşrubat üretiminde yaygın şekerle tatlandırılmış olan ürünlerle kıyaslandığında Stevia'nın tatlandırıcı kullanımı tüketici tarafından daha olumlu karşılanmıştır (Olivo, 2019). Stevia maddesi anti-inflamatuvar, anti-hipertansif ve immunomodülatör diüretik özelliklere sahiptir. Ayrıca diyabet hastalarının Stevia maddesinin kullanımında bir sakınca olmadığı tespit edilmiştir (Chatsudthipong ve Muanprasat, 2009).

Yoğurtlar üzerinde yapılan bir çalışmada sükroz ile Stevia maddeleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışmada yoğurdun birine %8 oranında sükroz ilave edilmiş, diğer yoğurda ise %0,04 oranında Stevia maddesi eklenmiştir. Depolama süresi boyunca (21 gün) tekstürel, fizikokimyasal ve duyuşal gibi parametreler üzerinden değerlendirme yapılmış ve Stevia maddesinin konsantrasyonu arttıkça yoğurtta asitlik derecesi artışı olduğu tespit edilmiştir (Kalicka ve ark., 2017).



Şekil 2: Tatlandırıcı çeşitleri
Kaynak: TGK, 2023

Tablo 8: Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre süt ve süt ürünlerinde kullanılabilen bazı tatlandırıcılar ve kullanım koşulları

E kodu	Adı	Doğal /Yapay	Maksimum miktar (mg/l veya mg/kg)	Sınırlamalar/istisnalar
420	Sorbitol	Doğal	Quantum satis	Tüm gıda katkı maddeleri
421	Mannitol	Doğal	Quantum satis	Tüm gıda katkı maddeleri

950	Asesülfam-K	Yapay	350 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıl işlem görmüş ürünler dahil bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
			800 mg/kg	Dondurmalar bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
951	Aspartam	Yapay	800 mg/kg	Dondurmalar bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
			1000 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıl işlem görmüş ürünler dahil bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
955	Sukraloz	Yapay	320 mg/kg	Dondurmalar bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
			400 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıl işlem görmüş ürünler dahil bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler

960a-960d	Steviol glikozitleri	Doğal	100 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıl işlem görmüş ürünler dahil bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
			200 mg/kg	Dondurmalar bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
961	Neotam	Yapay	26 mg/kg	Dondurmalar bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
			32 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıl işlem görmüş ürünler dahil bölümünde yer alan sadece enerjisi azaltılmış veya şeker ilavesiz ürünler
966	Laktitol	Doğal	Quantum satis	Tüm gıda katkı maddeleri
967	Ksilitol	Doğal	Quantum satis	Tüm gıda katkı maddeleri
968	Eritritol	Doğal	Quantum satis	Tüm gıda katkı maddeleri

Kaynak: TGK, 2023

Süt Endüstrisinde Kullanılan Stabilizatörler

Süt endüstrisinde kullanılan stabilizatörler, süt ürünlerinin tekstürünü, kıvamını ve genel kalitesini koruması açısından büyük öneme sahiptir. Faz ayrımını önlemeye, ağızda bıraktığı hissi iyileştirmeye ve ürünlerin raf ömrünü uzatmaya yardımcı olmaktadır. Bu bölümde süt ve süt ürünlerinin üretiminde

kullanılan çeşitli stabilizatörlerin etki mekanizmaları tartışılmakta ve ürün özellikleri üzerindeki etkileri incelenmektedir.

Süt Ürünlerinde Stabilizatör Çeşitleri

Stabilizatörler; polisakkaritler, proteinler ve sentetik stabilizatörler olmak üzere çeşitli kategorilere ayrılabilir. Süt ürünlerinde karragenan, guar gam ve ksantan gam gibi polisakkaritler yaygın olarak kullanılmaktadır. Kırmızı deniz yosunundan elde edilen karragenan, yoğurt ve çikolatalı süt gibi ürünlerde emülsiyonların stabilize edilmesinde ve sineresisin önlenmesinde özellikle etkilidir. (Seo ve Yoo, 2021). Jel oluşturma ve çözeltileri koyulaştırma özelliğinden dolayı süt ürünlerinin tekstürünü iyileştirmek için stabilizatör kullanımı popüler bir tercihtir (Khatkar ve Gupta, 2014).

Xanthomonas campestris'in fermantasyonu ile üretilen ksantan zımkı, süt ürünlerinin viskozitesini ve stabilitesini artıran çok yönlü bir stabilizatördür. Genellikle tam yağlı ürünlerin ağızda bıraktığı hissi taklit etmek için az yağlı ürünlerde tercih edilmektedir (Wijaya ve ark., 2021). Guar fasulyesinden elde edilen guar gam da özellikle dondurmalarda ve soslarda koyulaştırıcı ve sabitleyici özelliğinden dolayı kullanılmaktadır (Khatkar ve Gupta, 2014).

Proteinler, özellikle süt proteinleri, süt formüllerinde doğal dengeleyiciler olarak görev yapmaktadır. Kazein ve peynir altı suyu proteinleri, çırpılmış krema ve peynir gibi ürünlerdeki emülsiyonların ve köpüklerin stabilitesini artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Meldrum ve ark., 2019). Proteinler ve polisakkaritler arasındaki etkileşim, süt ürünlerinin stabilitesini ve dokusunu daha da artırabilir. Bu durum, keçiyoynuzu zımkının süt

proteinleriyle birleştirildiği çırpılmış krema formüllerinde görülmektedir (Rezvani ve ark., 2020).

Etki Mekanizmaları

Bu bileşiklerin dengeleyici etkisi öncelikle süt ürünlerindeki su ve yağ fazlarıyla etkileşime girebilme yeteneklerinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, polisakkaritler sürekli fazın viskozitesini artırabilir, bu da yağ küreciklerinin hareketliliğini azaltarak ve birleşmeyi önleyerek emülsiyonların stabilize edilmesine yardımcı olmaktadır (Seo ve Yoo, 2021). Öte yandan proteinler, yağ küreciklerinin yüzeyine tutunarak, emülsiyonları ve köpükleri stabilize eden koruyucu bir tabaka oluşturabilmektedir (Meldrum ve ark., 2019).

Araştırmalar, farklı stabilizatörlerin kombinasyonunun sinerjik etkilere yol açarak süt ürünlerinin genel stabilitesini artırabileceğini göstermiştir. Örneğin, κ -karragenan ve süt proteinleri arasındaki etkileşim süt emülsiyonlarının reolojik özelliklerini ve mikro yapısını iyileştirmiştir (Seo ve Yoo, 2021). Krema ve yoğurt gibi ürünlerde istenilen tekstür ve kıvamın elde edilmesi için bu etkileşim çok önemlidir.

Ürün Özellikleri Üzerindeki Etkiler

Stabilizatör seçimi süt ürünlerinin duyuusal ve fizikokimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Örneğin, karragenan ve ksantan zımkı gibi stabilizatörlerin eklenmesi, dondurmaların ağızda bıraktığı hissi ve kremamsı yapıyı iyileştirerek onları tüketiciler için daha çekici hale getirebilmektedir (Wijaya ve ark., 2021; Khatkar ve Gupta, 2014). Ayrıca stabilizatörler, yoğurt ve

süzme peynir gibi ürünlerde sıkça görülen sineresis ve faz ayrışmasını önleyerek süt ürünlerinin depolama sırasında kalitesinin korunmasına yardımcı olmaktadır (El Bouchikhi ve ark., 2019).

Stabilizatörlerin kullanımı ayrıca çırpılmış süt ürünlerinin havalandırma özelliklerini de etkiler. Çalışmalar, stabilizatörlerin varlığının çırpılmış kremadaki hava kabarcıklarının stabilitesini artırabileceğini ve daha stabil bir köpük yapısına yol açabileceğini göstermiştir (Rezvani ve ark., 2020; Ihara ve ark., 2010). Bu, özellikle mus ve krema gibi hafif ve havanın etkisiyle kabarmış bir tekstür gerektiren ürünler için önemlidir.

Tüketici Kabulü ve Düzenleyici Hususlar

Tüketici tercihleri doğal ve temiz etiketli ürünlere doğru kaydıka, süt endüstrisi bitki veya hayvan kaynaklarından elde edilen doğal dengeleyicilerin kullanımını giderek daha fazla araştırmaktadır (Seo ve Yoo, 2021; Mehwish ve ark., 2023). Düzenleyici kurumlar da bu eğilimlere uyum sağlayarak tüketicilerin şeffaflık ve sağlık taleplerini karşılayan güvenli ve etkili stabilizatörlerin kullanımını teşvik etmektedir (Khatkar ve Gupta, 2014).

Stabilizatörler süt endüstrisinde çok önemli bir rol oynamakta ve süt ürünlerinin tekstürüne, stabilitesine ve genel kalitesine katkıda bulunmaktadır. Doğal ve sürdürülebilir stabilizatörlere doğru devam eden değişim, değişen tüketici tercihlerini yansıtmaktadır. Çeşitli stabilizatörlerin etki mekanizmaları üzerine devam eden araştırmalar, süt formüllerinin optimize edilmesi ve tüketicilerin daha sağlıklı ve daha şeffaf gıda ürünlerine yönelik taleplerinin karşılanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Tablo 9: Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre süt ve süt ürünlerinde kullanılabilen bazı stabilizatörler ve kullanım koşulları

E kodu	Adı	Maksimum miktar (mg/l veya mg/kg)	Sınırlamalar/istisnalar
401	Sodyum aljinat	Quantum satis	Aromalandırılmış pastörize krema (yağı azaltılmış kremalar hariç)

402	Potasyum aljinat	Quantum satis	Aromalandırılmış pastörize krema (yağı azaltılmış kremalar hariç)
407	Karragenan	Quantum satis	Türk gıda kodeksi koyulaştırılmış süt ve süt tozu tebliğinde tanımlanan koyulaştırılmış süt ve süttozu Aromalandırılmamış pastörize krema (yağı azaltılmış kremalar hariç) Aromalandırılmamış, fermentasyonu devam eden krema ürünleri ve %20'den az yağ içeren ikame ürünler)
412	Guar gamı	Quantum satis	Aromalandırılmamış, fermentasyonu devam eden krema ürünleri ve %20'den az yağ içeren ikame ürünler)
415	Ksantan gamı	Quantum satis	Aromalandırılmamış, fermentasyonu devam eden krema ürünleri ve %20'den az yağ içeren ikame ürünler)
427	Cassia gam / Sinemaki gam	2500 mg/kg	Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısıtılmış işlem görmüş ürünler dahil, İşlenmiş peynirler (eritme peyniri dahil), Dondurmalarda
466	Karboksi metil selüloz	Quantum satis	Aromalandırılmamış pastörize krema (yağı azaltılmış kremalar hariç) Aromalandırılmamış, fermentasyonu devam eden krema ürünleri ve %20'den az yağ içeren ikame ürünler)

Kaynak: TGG, 2023

Kaynaklar

Abdulummeen, H.A., Risikat, A.N. & Sururah, A.R. (2012). Food: Its preservatives, additives and applications. *Int. J. Pharm. Chem. Biol. Sci.* , 1, 36–47.

Abdulvahitoğlu, A., & Cengiz, N. (2022). Peynir üretiminde kullanılan gıda katkı maddelerinin SWARA yöntemi ile değerlendirilmesi. In *1st International Conference on Scientific and Academic Research*.

Abedini, A., Sadighara, P., Alizadeh Sani, M. and McClements, D. J. (2023). The impact of synthetic and natural additives on biogenic amine production in food products. *Food Bioscience*, 56, 103295.

Akan, E., Yerlikaya, O., Güçer, L., Meriç, Ş., Topdemir, P. Ç. ve Kınık, Ö. (2021). Taze ve örgü peynirlerinde doğal yolla meydana gelen benzoik asit miktarının belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 293-301.

Aktürkoğlu, E., ve Erol, İ. (1999). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by nisin during manufacture of white pickled cheese. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23(10), 785-792.

Al-Harthy, A. M., Harib, A., Al-Shaabi, A.J., Al-Toubi, S.S., & AbuKhader, M.M. (2016). Food additives content in selected snack foods and beverages and public perception of E-numbers in Muscat, Oman. *ATHENS Journal of Health*, 4(1), 83â.

Alparslan, M., & Gündüz, H. (2000). Yoğurt Kalitesini Düzeltme İmkânı Üzerine Araştırma. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri*, 6, 500-508.

Altemimi, A. B.(2018). Extraction and optimization of potato starch and its application as a stabilizer in yogurt manufacturing. *Foods*, 7(2), 14.

Altuğ T. (2009).Gıda Katkı Maddeleri. 3. Baskı. İzmir: Sidas Yayınevi, s.268.

Ardalan, M. R., Tabibi, H., Attari, V.E. & Mahdavi, A.M. (2017). Nephrotoxic effect of aspartame as an artificial sweetener: A brief review. *Iranian Journal of Kidney Diseases*, 11(5), 339.

Arslan, G. (2011). Gıda katkı maddeleri ve yeni yapılan dioksimlerin gıda katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 273s, Konya.

Atan, M.M. (2010). Hatay bölgesinde tüketilen et ve süt ürünlerindeki zararlı anyonların belirlenmesi. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 84s, Hatay.

Atwaa, E.S.H., Shahein, M.R., Radwan, H.A., Mohammed, N.S., Aloraini, M.A., Albezrah, N.K.A., ... & Elmahallawy, E.K. (2022). Antimicrobial activity of some plant extracts and their applications in homemade tomato paste and pasteurized cow milk as natural preservatives. *Fermentation*, 8(9), 428.

Augustin, M.A. (1999). Ingredients for recombination of dairy products.

Bahramparvar, M. & Mazaheri Tehrani, M. (2011). Application and Functions of Stabilizers in Ice Cream. *Food Reviews International*, 27(4), 389–407. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.563399>

Baladura, E. & Şimsek, B. (2013). Doğal antioksidanlar ve süt ve süt ürünlerinde kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 155-162.

Batista, C.H.K., Leite, F.H.M., & Borges, C.A. (2022). Association between advertising patterns and ultra-processed food in small markets. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27, 2667-2678.

Bhatti, M., Veeramachaneni, A. & Shelef, L.A. (2004). Factors affecting the antilisterial effects of nisin in milk. *International Journal of Food Microbiology*, 97(2), 215-219.

Bilau, M., Matthys, C., Vinkx, C. & De Henauw, S. (2008). Intake assessment for benzoates in different subgroups of the Flemish population. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 717-723.

Bimbo, F., Bonanno, A., Nocella, G., Viscecchia, R., Nardone, G., De Devitiis, B., & Carlucci, D. (2017). Consumers' acceptance and preferences for nutrition-modified and functional dairy products: A systematic review. *Appetite*, 113, 141-154.

Boğa, A., & Binokay, S. (2010). Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19(3), 141-154.

Borcaklı, M. (1999). Gıda Üretiminde antimikrobiyal maddelerin kullanımı ve mikrobiyolojik güvencenin sağlanması. TMMOB yayınları Globus Dünya Basınevi. 16-21.

Bruni, N., Capucchio, M. T., Biasibetti, E., Pessione, E., Cirrincione, S., Giraudo, L., ... & Dosio, F. (2016). Antimicrobial activity of lactoferrin-related peptides and applications in human and veterinary medicine. *Molecules*, 21(6), 752.

Caleja, C., Barros, L., Antonio, A.L., Carocho, M., Oliveira, M.B.P., & Ferreira, I.C. (2016). Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives. *Food Chemistry*, 210, 262-268.

Carocho, M., Barreiro, M.F., Morales, P. & Ferreira, I.C. (2014). Adding molecules to food, pros and cons: A review on synthetic and natural food additives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(4), 377-399.

Carocho, M., Morales, P. & Ferreira, I.C. (2017). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science and Technology*, 71, 107-120.

Carocho, M., Morales, P. and Ferreira, I.C. (2015). Natural food additives: Quo vadis?. *Trends in Food Science and Technology*, 45(2), 284-295.

Castro-Muñoz, R., Correa-Delgado, M., Córdova-Almeida, R., Lara-Nava, D., Chávez-Muñoz, M., Velásquez-Chávez, V. F., Carlos Eduardo, H.T. & Ahmad, M.Z. (2022). Natural sweeteners: Sources, extraction and current uses in foods and food industries. *Food Chemistry*, 370, 130991.

Ceyhun Sezgin, A., & Ayyıldız, S. (2019). Çocukların tükettiği atıştırmalık gıdalarda kullanılan renklendiricilere ilişkin bir

araştırma. *OPUS International Journal of Society Researches*,11(18),877-913.

Ceylan, . (2005). Taşranın altın ieği safran. *Osmanlı Araştırmaları (The Journal Of Ottoman Studies) Prof. Dr. Mehmed avuşoğlu'na Armağan-II*, 26, 147-162.

Chatsudthipong, V. & Muanprasat, C. (2009). Stevioside and related compounds: therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & Therapeutics*, 121(1), 41-54.

Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U. & Chakraborty, R. (2014). Artificial sweeteners – A Review. *Journal of Food Science Technoogy*, 51, 611–621.

Chazelas, E., Deschasaux, M., Srour, B., Kesse-Guyot, E., Julia, C., Alles, B., ... & Touvier, M. (2020). Food additives: distribution and co-occurrence in 126,000 food products of the French market. *Scientific Reports*, 10(1), 3980.

Chéron, J.-B.; Marchal, A. & Fiorucci, S. (2019). Natural sweeteners. In *Encyclopedia of Food Chemistry*; Varelis, P., Melton, L., Shahidi, F., (Eds.). Elsevier: Amesterdam, The Netherlands,;1, pp. 189–195.

Choudhary, A.K. & Pretorius, E. (2017). Revisiting the safety of aspartame. *Nutrition Reviews*, 75(9), 718-730.

elikyurt, G., & Arıcı, M. (2008). Gıda koruyucusu olarak mikrobiyal kaynaklı organik asitler ve önemi. *Türkiye*, 10, 1023-1026.

Damin, M.R., Alcântara, M.R., Nunes, A.P. & Oliveira, M.N.D. (2009). Effects of milk supplementation with skim milk

powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 42(10), 1744-1750.

Davidson, P.M. & Harrison, M.A. (2002). Resistance and adaptation to food antimicrobials, sanitizers, and other process controls. *Food Technology-Champaign Then Chicago-*, 56(11), 69-78.

de Arauz, L.J., Jozala, A.F., Mazzola, P.G. & Penna, T.C.V. (2009). Nisin biotechnological production and application: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 20(3-4), 146-154.

Demirağ K. & Uysal V. (2006). Renklendiriciler. Altuğ, T. (Ed.). Gıda Katkı Maddeleri. Meta Basım, İzmir, 169-191.

Demirci, M. (2001). Gıda Kimyası. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, 219s. ISBN975-97146-2-0.

Dıraman, H., Özdemir, D., Gündüz, H.H. & Demirci, M. (2009). Trakya bölgesinde üretilen çeşitli süt ürünlerinin nitrat ve nitrit düzeylerine göre kemometrik yöntemlerle sınıflandırılması. *Gıda*, 34(6), 387-394.

Dickinson, E. (1992). An introduction to food colloids. *Oxford University Press*.

Dickinson, E. (2000). Gums and Stabilisers for the Food Industry, Volume 10.

Dickinson, E. (2003). Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. *Food Hydrocolloids*, 17(1), 25-39.

Drouin-Chartier, J.P., Brassard, D., Tessier-Grenier, M., Cote, J.A., Labonte, M.E., Desroches, S., ... & Lamarche, B. (2016). Systematic review of the association between dairy product consumption and risk of cardiovascular-related clinical outcomes. *Advances in Nutrition*, 7(6), 1026-1040.

Du, H., Yang, H., Wang, X., Zhu, F., Tang, D., Cheng, J., & Liu, X. (2021). Effects of mulberry pomace on physicochemical and textural properties of stirred-type flavored yogurt. *Journal of Dairy Science*, 104(12), 12403-12414.

EFSA Regulation (2008). Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of The Council of 16 December 2008 on food additives. *Official Journal of the European Union L*, 354, 16–33.

El Bouchikhi, S., Pagès, P., El Alaoui, Y., Ibrahimi, A., & Bensouda, Y. (2019). Syneresis investigations of lacto-fermented sodium caseinate in a mixed model system. *BMC Biotechnology*, 19, 1-10.

El-Sayed, S. & Youssef, A. (2019). Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. *Heliyon*, 5(6), e01989.

Ergin, F. (2022). Süt tozu, peyniraltı suyu izolatu veya inülin ile kurumaddesi arttırılan ve kalsiyum klorür eklenen sütlerden

retilen probiyotik yoğurtların bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal zellikleri. *Akademik Gıda*, 20(2), 145-160.

European Food Safety Authority (EFSA) (2006). Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) related to The use of nisin (E 234) as a food additive. *EFSA Journal*, 4(3), 314.

Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Geneva: World Health Organization; 2021 (<https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Search.aspx>, Accessed 8 November 2024).

Faustino, M., Veiga, M., Sousa, P., Costa, E.M., Silva, S., & Pintado, M. (2019). Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. *Molecules*, 24(6), 1056.

Figueirdo, B.C., Trad, I.J., Mariutti, L.R.B. & Bragagnolo, N. (2014). Effect of annatto powder and sodium erythorbate on lipid oxidation in pork loin during frozen storage. *Food Research International*, 65, 137-143.

FitzGerald, R.J. & Meisel, H. (1999). Lactokinins: Whey protein-derived ACE inhibitory peptides. *Food/Nahrung*, 43(3), 165-167.

George, V., Arora, S., Wadhwa, B.K. & Singh, A.K. (2010). Analysis of multiple sweeteners and their degradation products in lassi by HPLC and HPTLC plates. *Journal of Food Science and Technology*, 47, 408-413.

Gharavi, N. & El-Kadi, A.O. (2005). tert-Butylhydroquinone is a novel aryl hydrocarbon receptor ligand. *Drug Metabolism and Disposition*, 33(3), 365-372.

Giansanti, F., Panella, G., Leboffe, L., & Antonini, G. (2016). Lactoferrin from milk: Nutraceutical and pharmacological properties. *Pharmaceuticals*, 9(4), 61.

Glicksman, M. (1986). Food Hydrocolloids, 3, Boca Raton, FL : CRC Press.

Glicksman M. (ed) (1982). Food hydrocolloids, 1. CRC Publ, Boca Raton, Florida, pp: 4–

Godshall, M. A. (2007). The expanding world of nutritive and non-nutritive sweeteners.

González-Chávez, S.A., Arévalo-Gallegos, S. & Rascón-Cruz, Q. (2009). Lactoferrin: structure, function and applications. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 33(4), 301-e1.

Gould, G.W. (2002). Control with naturally occurring antimicrobial systems including bacteriolytic enzymes (pp. 281-302). Marcel Dekker, New York.

Grembecka, M. (2015). Natural sweeteners in a human diet. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 66(3).

Grummer, J., Karalus, M., Zhang, K., Vickers, Z. & Schoenfuss, T.C. (2012). Manufacture of reduced-sodium Cheddar-style cheese with mineral salt replacers. *Journal of Dairy Science*, 95(6), 2830-2839.

Gutiérrez-del-Río, I., López-Ibáñez, S., Magadán-Corpas, P., Fernández-Calleja, L., Pérez-Valero, Á., Tuñón-Granda, M., Miguélez, E.M., Villar, C.J. & Lombó, F. (2021). Terpenoids and polyphenols as natural antioxidant agents in food preservation. *Antioxidants*, 10(8), 1264.

Güler, E.A. & Özbey, E. (2024). Yenilebilir film ve kaplamalarda gıda katkı maddelerinin kullanımı, uygulama yöntemleri ve alanları. *Özal Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 1(1), 44-60.

Güzeller N & Özbek. Ç. (2021). Guar gam ve süt endüstrisinde kullanım olanakları. *İstanbul International Modern Scientific Research Congress*.

Hamdan, M.A., Ramli, N.A., Othman, N.A., Amin, K.N.M., & Adam, F. (2021). Characterization and property investigation of microcrystalline cellulose (MCC) and carboxymethyl cellulose (CMC) filler on the carrageenan-based biocomposite film. *Materials Today: Proceedings*, 42, 56-62.

Horne, J., Lawless, H.T., Speirs, W. & Sposato, D. (2002). Bitter taste of saccharin and acesulfame-K. *Chemical Senses*, 27(1), 31-38.

Hosseini, M., Hemati, K., Karbasi, A.R. (2010). Study of socio-economic effects of ten years research on saffron (*Crocus Sativus* L.). *Acta Horticulture*, 850, 287-292. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.850.49>.

Hou, I.C., Suzuki, C., Kanegawa, N., Oda, A., Yamada, A., Yoshikawa, M., ... & Ohinata, K. (2011). β -Lactotensin derived from

bovine β -lactoglobulin exhibits anxiolytic-like activity as an agonist for neurotensin NTS2 receptor via activation of dopamine D1 receptor in mice. *Journal of Neurochemistry*, 119(4), 785-790.

Huang, X., Xie, F. & Xiong, X. (2018). Surface-modified microcrystalline cellulose for reinforcement of chitosan film. *Carbohydrate Polymers*, 201, 367-373.

Iammarino, M., Di Taranto, A., Palermo, C., & Muscarella, M. (2011). Survey of benzoic acid in cheeses: contribution to the estimation of an admissible maximum limit. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 4(4), 231-237.

Ihara, K., Habara, K., Ozaki, Y., Nakamura, K., Ochi, H., Saito, H., ... & Iwatsuki, K. (2010). Influence of whipping temperature on the whipping properties and rheological characteristics of whipped cream. *Journal of Dairy Science*, 93(7), 2887-2895.

Iriondo-DeHond, M., Miguel, E., & Del Castillo, M.D. (2018). Food Byproducts as Sustainable Ingredients for Innovative and Healthy Dairy Foods. *Nutrients*, 10, 1358.

Kalicka, D., Znamirska, A., Buniowska, M., Esteve Más, M.J. & Frigola Canoves, A. (2017). Effect of stevia addition on selected properties of yoghurt during refrigerated storage. *Polish Journal of Natural Sciences*, 32(2), 323-334.

Karalomlu Ö. (2014). Bazı peynir ve yoğurt ürünlerinde bulunan natamisin miktarı tayini ve analitik method validasyonu. Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 188s, İstanbul.

Kashid, Y.M. & Chavan, K.D. (2019). Utilization of artificial sweetener (sucralose) for preparation of flavoured milk. *International Journal of Chemical Studies*, 7(3), 202-207.

Khamise, N., Tayel, D., Helmy, M. & Aborhyem, S. (2020). Effect of aspartame and sucralose artificial sweeteners on weight and lipid profile of male albino rats. *Journal of High Institute of Public Health*, 87-100.

Khatkar, S. K., & Gupta, V. K. (2014). Physicochemical and functional quality attributes of dairy whitener prepared from ultrafiltration process. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 1145-1154.

Khemariya, P., Singh, S., Nath, G., & Gulati, A.K. (2017). Probiotic *Lactococcus lactis*: A review. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(6), 556-562.

Kilara, A., & Chandan, R.C. (2015). Ice cream and frozen desserts. *Dairy Processing and Quality Assurance*, 367-396.

Kocarı, B. (2023). Hasat Sonrası Sodyum Aljinat Uygulamalarının Torry ve Kuzeyköy Domates Çeşitlerinde Kalite Özelliklerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68. Konya.

Kumari A, Arora S, Choudhary S, Singh A.K. & Tomar S.K. (2017). Comparative stability of aspartame and neotame in yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 71, 81-88.

Kurt, A. & Özdemir, S.(1995). Farklı dozlarda hidrojen peroksit (H₂O₂) ve potasyum sorbat katılarak muhafaza edilmiş

koyun sütlerinden yapılan beyaz peynirlerin randımanı ve bileşimi. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 19, 51-57.

Küçükçetin, A., Şık, B. & Demir, M. (2015). Bazı ticari süt ürünlerindeki sodyum benzoat, potasyum sorbat, nitrat ve nitritin belirlenmesi. *Gıda*, 33(4), 159-164.

Lal, S.N., O'Connor, C.J. & Eyres, L. (2006). Application of emulsifiers/stabilizers in dairy products of high rheology. *Advances in Colloid and Interface Science*, 123, 433-437.

Lalani, A.R., Rastegar-Pouyani, N., Askari, A., Tavajohi, S., Akbari, S. & Jafarzadeh, E. (2024). Food Additives, Benefits, and Side Effects: A Review Article. *Journal of Chemical Health Risks*, 14(1).

Lee, K.G. & Shibamoto, T. (2002). Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17), 4947-4952.

Lennerz, B.S., Vafai, S.B., Delaney, N.F., Clish, C.B., Deik, A.A., Pierce, K.A., ... & Mootha, V.K. (2015). Effects of sodium benzoate, a widely used food preservative, on glucose homeostasis and metabolic profiles in humans. *Molecular Genetics and Metabolism*, 114(1), 73-79.

Lim, S. D., Park, M. S., Kim, K. S., & Yoo, M. Y. (2013). Evaluation of benzoic acid level of fermented dairy products during fermentation. *Food Science of Animal Resources*, 33(5), 640-645.

Londry, K.L. & Fedorak, P.M. (1992). Benzoic acid intermediates in the anaerobic biodegradation of phenols. *Canadian Journal of Microbiology*, 38(1), 1-11.

Losso, J.N., Nakai, S. & Charter, E.A. (2000). Lysozyme. *Natural Food Antimicrobial Systems*, Chapter 6, CRC Press, Boca Raton.

Madureira, A.R., Pereira, C.I., Gomes, A.M., Pintado, M.E., & Malcata, F.X. (2007). Bovine whey proteins—Overview on their main biological properties. *Food Research International*, 40(10), 1197-1211.

Marchiani, R., Bertolino, M., Belviso, S., Giordano, M., Ghirardello, D., Torri, L., ... & Zeppa, G. (2016). Yogurt enrichment with grape pomace: Effect of grape cultivar on physicochemical, microbiological and sensory properties. *Journal of Food Quality*, 39(2), 77-89.

Marshall, R.T., Goff, H.D., Hartel, R.W. (2003). Ice Cream Ingredients. In: Ice Cream. Springer, Boston,

Martins, N., Oliveira, B., & Ferreira, I.C. (2018). Development of functional dairy foods. *Bioactive Molecules in Food*, 1-19.

McClements, D. J. (2004). *Food emulsions: principles, practices, and techniques*. CRC press.

Medhi, M., Gupta, A.K., Dhua, S. & Mishra, P. (2022). Food additives. In *Advances in Food Chemistry: Food Components, Processing and Preservation*. Singapore: Springer Nature Singapore. 255-292.

Mehwish, Ahmad, U., Manzoor, M., Aleem, K., Shafi, F., Shamoon, F., ... & Rohail. (2023). A review exploring the incorporation of microalgae to enhance the nutritional profile and health benefits of dairy products. *Agrobiological Records*, 13, 92-100.

Meldrum, A.D., Ünlü, G., & Joyner, H.S. (2019). Dairy protein stabilizers affect both rheological properties and growth of *Zygosaccharomyces parabailii* in lite salad dressings. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(9), e14069.

Molognoni, L., Daguer, H., Motta, G.E., Merlo, T.C. & Lindner, J.D.D.(2019). Interactions of preservatives in meat processing: Formation of carcinogenic compounds, analytical methods, and inhibitory agents. *Food Research International*, 125, 108608.

Mooradian, A.D., Smith, M. & Tokuda, M. (2017). The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. *Clinical Nutrition eSPen*, 18, 1-8.

Morais, E.C., Esmerino, E.A., Monteiro, R.A., Pinheiro, C. M., Nunes, C.A., Cruz, A.G., & Bolini, H. M. (2016). Prebiotic low sugar chocolate dairy desserts: physical and optical characteristics and performance of PARAFAC and PCA preference map. *Journal of Food Science*, 81(1), S156-S164.

Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2012). Effect of enzymatic depolymerization on physicochemical and rheological properties of guar gum. *Carbohydrate Polymers*, 90(1), 224-228.

Naidu, A. S. (2014). Antimicrobials from animals. *Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods*, 133.

Nielsen H, Thygesen B. & Olesen A.M. (1991). The influence of functional ingredients on the quality of yoghurt. *Food Ingredients Europe*, Conference Proceedings. p. 94.

Nieman, K.M., Anderson, B.D., & Cifelli, C.J. (2021). The effects of dairy product and dairy protein intake on inflammation: a systematic review of the literature. *Journal of the American College of Nutrition*, 40(6), 571-582.

O'Connor, L.M., Lentjes, M.A., Luben, R.N., Khaw, K.T., Wareham, N.J., & Forouhi, N.G. (2014). Dietary dairy product intake and incident type 2 diabetes: a prospective study using dietary data from a 7-day food diary. *Diabetologia*, 57, 909-917.

Olivo, L. (2019). Sweeteners offer natural appeal. *Nutraceuticals World*.

Öztürk, E. & Yaman, H. (2019). Dondurmanın tarihsel gelişimi ile kültürlerarası düzeyde karşılaştırması (Historical development of ice cream and comparison at intercultural level). *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 7(3), 2336-2359.

Öztürk, U., Gürbüz, Ü. & Çalım, H.D. (2006). Besinlerin muhafazasında bazı doğal antimikrobiyal sistemlerin rolü ve önemi. *Türkiye*, 9, 24-26.

Öztürkcan, A. & Acar, S. (2017). Yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri ile ilgili genel bir değerlendirme. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1, 1-17.

Palanisamy, A., & Parimalavalli, R. (2022). Resistant starch: A functional ingredient in dairy products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11), e17126.

Pandey, R.M. (2012). Upadhyay SK. Food additive. *InTech. India*, 5, 1-31.

Philippe, R.N., De Mey, M., Anderson, J. & Ajikumar, P.K. (2014). Biotechnological production of natural zero-calorie sweeteners. *Current Opinion in Biotechnology*, 26, 155-161.

Pielak, M., Czarniecka-Skubina, E., Trafiałek, J. & Głuchowski, A. (2019). Contemporary trends and habits in the consumption of sugar and sweeteners—A questionnaire survey among poles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(7), 1164.

Prestes, A.A., Vargas, M.O., Helm, C.V., Esmerino, E.A., Silva, R., & Prudencio, E.S. (2021). How to improve the functionality, nutritional value and health properties of fermented milks added of fruits bioactive compounds: A review. *Food Science and Technology*, 42, e17721.

Puspitasari, N.L., Lee, K. & Greger, J.L. (1991). Calcium fortification of cottage cheese with hydrocolloid control of bitter flavor defects. *Journal of Dairy Science*, 74(1), 1-7.

Reis, R.C., Minim, V.P., Bolini, H.M., Dias, B.R., Minim, L.A. & Ceresino, E.B. (2011). Sweetness equivalence of different sweeteners in strawberry-flavored yogurt. *Journal of Food Quality*, 34(3), 163-170.

Rencüzoğulları, E., Tüylü, B.A., Topaktaş, M., İla, H.B., Kayraldız, A., Arslan, M. & Diler, S.B. (2004). Genotoxicity of aspartame. *Drug and Chemical Toxicology*, 27(3), 257-268.

Rezvani, F., Abbasi, H., & Nourani, M. (2020). Effects of protein–polysaccharide interactions on the physical and textural characteristics of low-fat whipped cream. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10), e14743.

Rodriguez-Amaya, D. B. (2016). Natural food pigments and colorants. *Current Opinion in Food Science*, 7, 20-26.

Roman, S., Sánchez-Siles, L.M. & Siegrist, M. (2017). The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 44-57.

Ruas-Madiedo, P., Salazar, N. & de los Reyes-Gavilán, C.G. (2010). Exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria in food and probiotic applications. In *Microbial Glycobiology*. Academic Press. pp. 885-902.

Sahl, H.G., Jack, R.W. & Bierbaum, G. (1995). Biosynthesis and biological activities of lantibiotics with unique post-translational modifications. *European Journal of Biochemistry*, 230(3), 827-853.

Saldamlı İ. (2005). Gıda Kimyası Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.

Samelis, J. & Sofos, J.N. (2003). Organic acids. (Ed : In S. Roller). Natural antimicrobials for the minimal processing of foods . Cambridge, UK: Woodhead Publishing. pp. 98–132.

Seo, C. W., & Yoo, B. (2021). Effect of κ -carrageenan/milk protein interaction on rheology and microstructure in dairy emulsion systems with different milk protein types and κ -carrageenan concentrations. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), e15038.

Shah, N. P. (2003). The exopolysaccharide production by starter cultures and their influence on textural characteristics of fermented milk.

Singh, P., Ban, Y. G., Kashyap, L., Siraree, A. & Singh, J. (2020). Sugar and sugar substitutes: recent developments and future prospects. *Sugar and Sugar Derivatives: Changing Consumer Preferences*, 39-75.

Soukoulis, C., Lyroni, E. & Tzia, C. (2010). Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. *LWT-Food Science and Technology*, 43(9), 1351-1358.

Stobiecka, M., Król, J., & Brodziak, A. (2022). Antioxidant activity of milk and dairy products. *Animals*, 12(3), 245.

Sudağıdan, M. & Aydın, A. (2013). Lizozim ve nisinin gıda kaynaklı *Staphylococcus aureus* suşlarında gelişim ve biyofilm oluşumu üzerine etkileri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 39(2), 254-263.

Suez, J., Korem, T., Zeevi, D., Zilberman-Schapira, G., Thaiss, C.A., Maza, O., ... & Elinav, E. (2014). Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*, 514(7521), 181-186.

Şenoğlu, C. Farklı oranlarda kalsiyum karbonat kullanımının yoğurdun fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82s, Tekirdağ.

Şimşek, B., Sağdıç, O. & Karahan, A.G. (2002). Süt starter kültürleri tarafından üretilen bakteriosinlerin süt teknolojisindeki önemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(3), 335-341.

Türk Gıda Kodeksi. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. Tarih: 13 Ekim 2023, Sayı: 32338, Ankara.

Üstümkol, N. (2006). Farklı ortam koşullarında nisin, lizozim ve bazı bitkisel kaynakların küf gelişiminin kontrol altına alınması üzerine etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 100s, İstanbul.

Vijaya Kumar, B., Vijayendra, S.V.N., & Reddy, O.V.S. (2015). Trends in dairy and non-dairy probiotic products-a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 6112-6124.

Volpon, L. & Lancelin, J. M. (2002). Solution NMR structure of five representative glycosylated polyene macrolide antibiotics with a sterol-dependent antifungal activity. *European Journal of Biochemistry*, 269(18), 4533-4541.

Wijaya, H., Fortunata, S. A., & Rahmawati, D. (2021). Candlenut milk and cream application for non-dairy ice cream with higher polyunsaturated fatty acid. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 3(1).

Williams, P.A. & Phillips, G.O. (Eds.). (2004). Gums and stabilisers for the food industry 12 (Vol. 12). Royal Society of Chemistry.

Wilson, E.O. (2017). Biophilia and the conservation ethic. In *Evolutionary Perspectives on Environmental Problems*. 250-258, Routledge.

Wong, S., Wicklund, R., Bridges, J., Whaley, J. & Koh, Y.B. (2020). Starch swelling behavior and texture development in stirred yogurt. *Food Hydrocolloids*, 105274.

Xu, X., Liu, A., Hu, S., Ares, I., Martínez-Larrañaga, M.R., Wang, X., and Martínez, M.A. (2021). Synthetic phenolic antioxidants: Metabolism, hazards and mechanism of action. *Food Chemistry*, 353, 129488.

Yang, Q. (2010). Gain weight by “going diet?” Artificial sweeteners and the neurobiology of sugar cravings: Neuroscience, 2010. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 83(2), 101.

Yıldız Akgül, F. & Karaman, A.D. 2017. Süt Ürünlerinde Serum Protein İzolatı Kullanımı *ADÜ Ziraat Dergisi*, 14(1), 95-99.

Yoshikawa, M. (2015). Bioactive peptides derived from natural proteins with respect to diversity of their receptors and physiological effects. *Peptides*, 72, 208-225.

Yu, H.S., Lee, N.K., Jeon, H.L., Eom, S.J., Yoo, M.Y., Lim, S.D. & Paik, H.D. (2016). Benzoic acid production with respect to starter culture and incubation temperature during yogurt fermentation using response surface methodology. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(3), 427.

BÖLÜM IV

Süt Endüstrisinde Kullanılan Diğer Katkı Maddeleri

İlker ATİK¹
Azize ATİK²
Gamze UZUN³

Su

Süt ve süt ürünleri endüstrisinde su, üretiminden ürün işleme ve sanitasyona kadar çeşitli süreçlerde kritik bir rol oynayan temel bir bileşendir. Suyun özelliklerini, kullanımını ve kalitesinin etkilerini anlamak, süt ürünlerinin güvenliğini ve kalitesini sağlamak için çok büyük önem taşımaktadır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8049-0465, iatik@aku.edu.tr

² Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0000-0002-3294-380X, azizeatik@aku.edu.tr

³ Doktora Öğrencisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü, Afyonkarahisar/Türkiye, Orcid: 0009-0000-2329-8848, gamzeuzun082@gmail.com

Suyun Özellikleri

Su, yüksek özgül ısı kapasitesi, çözücü özellikleri ve hidrojen bağları oluşturma yeteneği ile karakterize edilen benzersiz bir maddedir. Bu özellikler suyu çeşitli biyokimyasal reaksiyonlar ve süreçler için mükemmel bir ortam haline getirir. Suyun yüksek özgül ısı kapasitesi, süt işleme sırasında sabit sıcaklıkların korunmasında çok önemlidir. Bu sayede sıcaklıkta önemli miktarda artış olmaması sağlanmaktadır (Milani ve Nutter 2011). Ek olarak, suyun çözücü özellikleri, çok çeşitli maddeleri çözmesini sağlayarak süt işlemlerinde besin maddelerinin taşınmasını ve atık ürünlerin uzaklaştırılmasını kolaylaştırmaktadır (Yan ve Holden, 2019).

Süt işlemede kullanılan suyun kalitesi, nihai ürünlerin güvenliğini ve kalitesini doğrudan etkilediği için son derece önemlidir. Kirlenmiş su, süt ürünlerine patojenler ve zararlı maddelerin bulaşmasına neden olarak gıda güvenliği sorunlarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, kirlenmeyi önlemek için su kalitesi izlenmeli ve etkili bir şekilde yönetilmelidir (Higham ve ark., 2017). Çözünmüş katıların, mikrobiyal kirlenmenin ve kimyasal kirlleticilerin varlığı, süt işlemede kullanılan suyun kalitesini önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Boguniewicz-Zabłocka ve ark., 2017).

Süt İşlemede Su Kullanımı

Suyun süt endüstrisindeki amacı başta temizlik olmak üzere soğutma ve süt ürünlerinde bir katkı maddesi olarak kullanılmasıdır. Süt endüstrisinin, söz konusu belirli işlemlere bağlı olarak işlenmiş süt kilogramı başına 1-60 litre arasında su kullanabileceği tahmin edilmektedir (Leandro ve ark., 2019). Bu yüksek su kullanımı, öncelikle süt işleme tesislerinde hijyeni korumak ve

kontaminasyonu önlemek için gerekli olan yerinde temizlik (CIP) sistemlerine atfedilmektedir (Galvão, 2018).

Ayrıca süt endüstrisi, genellikle işlenmiş sütün hacminin bir ila üç katı olan önemli miktarda atık su üretir (Usai ve ark., 2024). Bu atık su, uygun şekilde yönetilmezse çevresel zorluklara yol açan yüksek düzeyde organik madde, besin ve patojen içerebilir. Süt işlemenin çevresel etkisini en aza indirmek için etkili atık su arıtımı ve geri dönüşüm stratejileri gereklidir (Ekka ve ark., 2021; Johnsen ve ark., 2021).

Süt Ürünlerinde Su Kullanımına İlişkin Hususlar

Süt ürünlerinde su kullanırken, ürün güvenliğini ve kalitesini sağlamak için çeşitli faktörler dikkate alınmalıdır. İlk olarak, suyun kaynağı ve kalitesi değerlendirilmelidir. Su güvenilir ve emniyetli kaynaklardan temin edilmeli ve patojenler, ağır metaller ve kimyasal kalıntılar gibi kirleticileri izlemek için düzenli testler yapılmalıdır (Boguniewicz-Zabłocka ve ark., 2017).

İkinci olarak, suyun sıcaklığı ve işlenmesi işleme sırasında kritik öneme sahiptir. Temizlik için kullanılan su, ekipmana veya ürünlere zarar vermeden kalıntıları ve kirleticileri etkili bir şekilde gidermek için uygun sıcaklıklarda olmalıdır (Farooq ve Shahid, 2023). Membran filtrasyonu ve gelişmiş oksidasyon süreçleri gibi yenilikçi teknolojilerin kullanımı su kalitesini artırabileceği gibi işlem suyunun geri dönüşümünü de kolaylaştırabilir (Kapil ve Mathur, 2020; Drastig ve ark., 2010).

Üçüncüsü, su kullanımının çevresel etkisi dikkate alınmalıdır. Yağmur suyu hasadı ve arıtılmış atık suyun yeniden kullanımı gibi sürdürülebilir uygulamalar, süt ürünleri işletmelerinin genel su ayak

izini önemli ölçüde azaltmaktadır (Shine ve ark., 2020). Su tasarrufu sağlayan teknolojilerin ve uygulamaların kullanılması, su verimliliğinin artması ve süt ürünleri işlemede su kullanımına bağlı maliyetlerin azaltılmasında etkilidir (Filho ve ark., 2021).

Son olarak, su kalitesinin hayvan sağlığı ve süt üretimi üzerindeki etkisi göz ardı edilmemelidir. Süt sığırlarına temiz ve güvenli içme suyu sağlamak, sağlıkları ve üretkenlikleri için elzemdir ve bu da süt kalitesini etkilemektedir (Lindgaard-Jørgensen ve ark., 2015). Kirlenmiş su kaynaklarından kaynaklanabilecek sağlık sorunlarını önlemek için hayvancılıkta su kalitesinin izlenmesi çok önemlidir (Bourbon ve Huet, 2018).

Türk Gıda Kodeksi – Su

Türk Gıda Kodeksi, süt ürünlerinin güvenliğini, kalitesini ve işlevselliğini sağlamak için önemli olan suyun çeşitli özelliklerini ana hatlarıyla belirtir. Aşağıda, bu özelliklerin süt işleme için etkileriyle birlikte özetlendiği bir tablo bulunmaktadır.

Tablo 10: Süt ürünlerinde kullanılan suyun özellikleri

Özellik	Açıklama	Süt Ürünlerindeki Uygulama	Referans
pH değeri	Ürünün asitliğini değiştirmemek için suyun pH değerinin nötr (yaklaşık 7) olması gerekir.	Süt ürünlerinin tadını, tekstürünü ve mikrobiyal stabilitesini etkiler.	Britto ve ark., 2020
Mikrobiyal kalite	Suyun patojenlerden ve zararlı mikroorganizmalardan arındırılmış olması gerekir.	Kontamine olmuş su, bozulmaya ve gıda kaynaklı hastalıklara yol açabilir.	Cousin ve ark., 2012

Kimyasal kompozisyon	Çözünmüş katılar, ağır metaller ve kimyasal kirleticiler açısından düşük olmalıdır.	Yüksek düzeydeki kirleticiler süt ürünlerinin lezzetini ve güvenliğini etkileyebilir.	Simmons, 2023; Maria ve ark., 2022
Sertlik	Su sertliği kontrol edilmelidir; aşırı sertlik işlemeyi etkileyebilir.	Sert su ekipmanlarda kireçlenmeye yol açabilir ve süt kalitesini etkileyebilir.	Koca ve ark., 2015
Sıcaklık	Özellikle temizlik işlemleri sırasında su sıcaklığının kontrol altında tutulması gerekir.	Yüksek sıcaklıklar temizleme verimliliğini artırabilir ancak ekipmana zarar verebilir.	Zuo ve ark., 2014
Çözünmüş oksijen	Bazı fermentasyon süreçleri için yeterli düzeyde çözünmüş oksijene ihtiyaç vardır.	Fermente süt ürünlerinde yararlı mikroorganizmaların büyümesi için gereklidir.	Farooq ve Shahid, 2023
Bulanıklık	Su berrak olmalı ve askıda partiküllerden arındırılmış olmalıdır.	Yüksek bulanıklık kontaminasyon belirtisi olabilir ve ürünün berraklığını etkileyebilir.	Junior ve ark., 2022
Toplam çözünmüş katı madde	Ürün kalitesinin sağlanması için kabul edilebilir sınırlar içerisinde olmalıdır.	Fazla miktarda toplam çözünmüş kuru madde, süt ürünlerinin tatlarının bozulmasına ve stabilitesinin bozulmasına yol açabilir.	Kc ve ark., 2020
Su aktivitesi	Süt ürünlerinde mikrobiyal üremeyi önlemek için kontrol altında tutulmalıdır.	Raf ömrü uzun ürünler için su aktivitesinin düşük olması şarttır.	Liao ve Su, 2019
Besin içeriği	Su, süt ürünlerinin kalitesini artırabilecek temel mineralleri içermelidir.	Mineraller süt ürünlerinin besin profiline katkıda bulunabilir.	Osaki, 2024

Suyun özellikleri süt işlemede kritik öneme sahiptir çünkü bunlar son ürünlerin kalitesini ve güvenliğini doğrudan etkiler. Suyun pH seviyesi özellikle önemlidir, çünkü süt ürünlerinin asitliğini etkileyebilir ve bu da lezzeti ve tekstürü etkiler. Örneğin, ürünü bozabilecek istenmeyen asitlenmeyi önlemek için nötr bir pH değerini korumak önemlidir (Britto ve ark., 2020).

Mikrobiyal kalite bir diğer önemli husustur çünkü suda patojenlerin varlığı ciddi gıda güvenliği sorunlarına yol açabilir. Su kaynaklarının güvenlik standartlarını karşıladığından emin olmak için düzenli olarak izlenmesi ve arıtılması gerekir (Cousin ve ark., 2012). Ek olarak, ağır metallerin ve kirleticilerin varlığı da dahil olmak üzere suyun kimyasal bileşimi, süt ürünlerinin lezzeti ve güvenliği üzerinde olumsuz etkileri önlemek için kontrol edilmelidir (Simmons, 2023; Maria ve ark., 2022).

Su sertliği ekipman bakımını ve ürün kalitesini etkileyebilir. Sert su, işleme ekipmanlarında kireçlenmeye neden olabilir ve bu da verimsizliğe ve artan bakım maliyetlerine yol açabilir (Koca ve ark., 2015). Bu nedenle, sert suyun olduğu bölgelerde su yumuşatma işlemleri gerekli olabilir.

Temizlik işlemleri sırasında sıcaklık kontrolü çok önemlidir çünkü sıcak su temizlik maddelerinin etkinliğini artırabilir ancak hassas ekipmanlara zarar verme riski de taşıyabilir. Uygun sıcaklık yönetimi, ekipman bütünlüğünü korurken temizlik işlemlerinin verimli olmasını sağlar (Zuo ve ark., 2014).

Çözünmüş oksijen seviyeleri, özellikle yoğurt ve peynir üretiminde, belirli mikrobiyal kültürlerin optimum büyüme için oksijene ihtiyaç duyduğu fermantasyon süreçleri için hayati öneme

sahiptir (Farooq ve Shahid, 2023). Bulanıklık ve toplam çözünmüş madde miktarı su kalitesinin göstergelerinden biridir. Yüksek bulanıklık derecesi kontaminasyona işaret edebilirken, yüksek seviyede toplam çözünmüş madde miktarı da lezzeti ve stabiliteyi olumsuz etkileyebilir (Junior ve ark., 2022; Kc ve ark., 2020).

Son olarak, özellikle raf ömrü uzun ürünlerde, mikrobiyal büyümeyi engellemek için süt ürünlerinin su aktivitesi kontrol edilmelidir. Ürün güvenliğini ve kalitesini sağlamak için nem içeriğinin dengesini anlamak esastır (Liao ve Su, 2019). Ek olarak, suyun besin içeriği süt ürünlerinin besin profilini iyileştirebilir ve bu da onu ürün formülasyonunda değerli bir husus haline getirmektedir (Osaki, 2024).

Sonuç olarak su, süt endüstrisinde hayati bir kaynaktır ve hem süt ürünlerinin işlenmesini hem de süt hayvanlarının sağlığını etkilemektedir. Suyun özelliklerini, uygulamalarını ve etkili kullanımı için gerekli hususları anlamak, süt ürünlerinin güvenliğini ve kalitesini sağlamak için önemlidir. Süt endüstrisi su kıtlığı ve çevresel sürdürülebilirlikle ilgili zorluklarla karşılaşmaya devam ederken, yenilikçi su yönetimi uygulamalarını benimsemek süt üretiminin geleceği için çok önemlidir.

Tuz

Tuz, esas olarak sodyum klorür (NaCl) formunda, süt endüstrisinde, özellikle peynir, yoğurt ve tereyağı gibi süt ürünlerinin üretimi ve muhafazası konusunda çok yönlü bir rol oynamaktadır. Süt ürünlerinde tuzun kullanımı yalnızca lezzeti artırmak için değil, aynı zamanda muhafaza, doku modifikasyonu ve mikrobiyal kontrolde de kritik işlevler görmektedir.

Süt Ürünlerinde Tuzun Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Tuz, süt ürünlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini etkileyen önemli bir bileşendir. Bu özelliklerde süt ürünlerinin kalitesini, güvenliğini ve duyuşal niteliklerini belirlemektedir.

Süt Ürünlerindeki Tuzun Fiziksel Özellikleri

Tuzun fiziksel özellikleri, özellikle çözünürlüğü ve iyonik yapısı, süt işlemede önemli bir rol oynamaktadır. Tuz, suda oldukça çözünür bu da süt ve diğere süt ürünlerinde kolayca çözünmesini sağlayarak tekstürlerini ve nem içeriklerini etkilemektedir. Süt ürünlerinde tuz ilavesi mikrobiyal büyümeyi ve enzimatik reaksiyonları kontrol etmek için çok önemli olan su aktivitesini (a_w) önemli ölçüde etkilemektedir. Tuz ilavesi ile su aktivitesinde düşüş meydana gelmekte, buna bağılı olarak ürünün mikrobiyal ve enzimatik bozulma olasılığı azalmaktadır. Sonuç olarak süt ürünlerinin stabilitesi ve raf ömrü artmaktadır (Alu'datt ve ark., 2014).

Ayrıca, tuzun iyonik yapısı süt ürünlerindeki jelleşme ve pıhtılaşma süreçlerine katkıda bulunmaktadır. Sodyum iyonlarının varlığı, peynir yapımı gibi süreçler için gerekli olan süt içindeki serum ve misel fazları arasındaki hassas mineral dengelerini etkilemektedir (Koutina ve ark., 2016). Tuzun süt proteinleriyle, özellikle kazeinle etkileşimi, süt ürünlerinin tekstüründe ve sertliğinde değışikliklere yol açarak tuzu peynir üretiminde çok

önemli bir bileşen haline getirmektedir (Bijl ve ark., 2013). Tuz bozulmayı en aza indirerek ve patojenlerin büyümesini önleyerek peynirin korunmasına yardımcı olmakla birlikte ürünün fiziksel stabilitesini artırmaktadır (Jakabová ve ark., 2021).

Süt Ürünlerindeki Tuzun Kimyasal Özellikleri

Kimyasal olarak tuz, süt ürünlerinde lezzet artırma, koruma ve diğer bileşenlerle etkileşim gibi birden fazla işlev görür. Tuzun eklenmesi yalnızca süt ürünlerinin lezzet profilini artırmakla kalmaz, aynı zamanda fermentasyon ve olgunlaşma sırasında meydana gelen kimyasal reaksiyonları da etkiler. Araştırmacılar, gıda ürünlerindeki değişen tuz seviyelerinin kalite özelliklerini önemli ölçüde etkileyebileceğini vurgulamaktadır (Lee ve Chin 2011). Bu da tuz konsantrasyonunun lezzeti ve dokuyu değiştirebildiği süt ürünleri için de benzer ilkelerin geçerli olduğunu göstermektedir.

Tuz ayrıca pH ve su aktivitesini etkileyerek süt ürünlerinin korunmasında önemli bir rol oynar. Tuz miktarından etkilenen su aktivitesi, pH ve redoks potansiyeli, saprofit mikroorganizmaların ve patojenlerin gelişmesinin engellenmesinde rol oynamaktadır (Jakabová ve ark., 2021). Tuz ve süt proteinleri arasındaki kimyasal etkileşimler, bu proteinlerin çözünürlüğünde ve stabilitesinde değişikliklere de yol açarak süt ürünlerinin genel kalitesini etkileyebilir (Bijl ve ark., 2013). Dahası tuzun varlığı, süt ürünlerinin besin profili için çok fazla önem taşıyan kalsiyum gibi belirli minerallerin emilimini kolaylaştırabilir (Barone ve ark., 2021).

Süt Ürünlerindeki Tuzun Mikrobiyolojik Özellikleri

Mikrobiyolojik olarak tuz, süt ürünlerinde hem bozulmaya neden olan mikroorganizmalarının hem de yararlı bakterilerin

büyümesini kontrol etmek için gereklidir. Tuzun eklenmesi, patojenik mikroorganizmalar için daha az elverişli bir ortam yaratır ve böylece gıda güvenliğini artırır. Kara ve ark., (2020), mayaların düşük su aktivitesinde, yüksek tuz konsantrasyonunda, düşük pH değerinde ve düşük sıcaklıkta gelişebileceğini bildirerek, tuzun fermantasyon sırasında yararlı laktik asit bakterilerinin (LAB) çoğalmasına izin verirken, istenmeyen mikrobiyal büyümeyi etkili bir şekilde engelleyebileceğini belirtmektedir.

Tuzun mikrobiyal popülasyonları düzenlemedeki rolü, fermantasyon süreci üzerindeki etkisine kadar uzanır. Süt fermantasyonunda önemli bir bakteri olan *Lactococcus lactis*, kullanılan seviyelere bağlı olarak aktivitesini artırabilen veya engelleyebilen tuz konsantrasyonundan etkilenmektedir (Yerlikaya, 2019). Bu durum, çeşitli süt ürünleri üretmek için kritik öneme sahiptir çünkü tuz konsantrasyonunun dengesi, bozulmaya neden olan mikroorganizmaları bastırması, yararlı bakterilerin büyümesini teşvik etmek için dikkatlice yönetilmelidir.

Tuz içeriği süt ürünlerinin mikrobiyolojik kalitesini önemli ölçüde etkileyebilir. Tuzun varlığı bozulma mikroorganizmalarının büyümesine daha az elverişli bir ortam yaratarak süt ürünlerinin stabilitesini artırmaktadır (Taylor ve Lathrop, 2015). Tuz sadece lezzete katkıda bulunmakla kalmayıp aynı zamanda nem içeriğini azaltarak ve mikrobiyal büyümeyi engelleyerek koruyucu görevi gördüğü için peynir üretiminde özellikle önemlidir (Jakabová ve ark., 2021).

Muhafaza

Süt ürünlerindeki tuzun temel işlevlerinden biri koruyucu olarak etki etme yeteneğidir. Tuz, süt ürünlerindeki su aktivitesini (a_w) azaltmaktadır. Bozulma etmeni ve patojen mikroorganizmaların büyümesini engellemek için tuz önemlidir. Tuzlama, peynir çeşitlerinde aşırı nemi gidermek, böylece raf ömürlerini uzatmak ve mikrobiyal bozulma riskini azaltmak için kullanılan geleneksel bir yöntemdir (Kaur ve ark., 2022). Tuz ozmotik dengeyi ve besin bulunabilirliğini etkileyerek istenmeyen mikrobiyal büyümeye karşı koruyucu özellik gösterirken *Lactococcus lactis* olmak üzere peynir kültürlerinin gelişmesi için uygun ortam oluşmasına da yardımcı olmaktadır (Gonzalez ve Aryana 2018).

Üstelik tuzun mikrobiyal popülasyonları kontrol etmedeki rolü salt korumanın ötesine uzanır. Tuz, süt ürünlerindeki fermantasyon süreçleri için gerekli olan laktik asit bakterilerinin aktivitesini modüle edebilmektedir. Tuz konsantrasyonunun dengesi bu nedenle oldukça kritik olup, fermantasyonun olumlu yönde gerçekleşmesine izin verirken istenmeyen mikroorganizmaları engellemek için yeterli olmalıdır.

Lezzet Geliştirme ve Duyusal Özellikler

Tuz geleneksel olarak peynir yapımında yalnızca koruma için değil aynı zamanda ürünün genel duyusal deneyimini iyileştiren bir lezzet arttırıcı olarak da kullanılmaktadır (Soares ve ark., 2016). Örneğin, peynirin duyusal özellikleri, yalnızca tada katkıda bulunmakla kalmayıp aynı zamanda tekstürü ve ağız hissini de etkileyen tuz içeriğinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Tuz ve diğer lezzet bileşikleri arasındaki etkileşim, tüketici kabulü için olmazsa olmaz olan lezzet profilinin oluşmasında etkilidir.

Ayrıca süt ürünlerinin duyuusal özellikleri kullanılan tuzun türü ve miktarına göre değişmektedir. Örneğin, sodyum klorürün potasyum klorür ile değiştirilmesi, lezzeti korurken sodyum alımını azaltmanın bir yolu olarak araştırılmaktadır (Soares ve ark., 2016). Bu ikame ile, farklı tuzlar süt ürünlerinin protein matrisiyle farklı şekilde etkileşime girdiğinden, peynirin tekstürünü ve genel kalitesini etkileyebilmektedir. Yapılan araştırmalar peynirdeki azaltılmış tuz seviyelerinin, tüketici algısını olumsuz etkileyebilecek putresin ve kadaverin gibi istenmeyen lezzet bileşiklerinin oluşumuna yol açabileceğini göstermektedir (Tidona ve ark., 2022).

Beslenme Etkileri

Süt ürünlerindeki tuzun besinsel etkileri karmaşık ve çok yönlüdür. Tuz temel bir besin maddesi olsa da, aşırı sodyum alımı hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli sağlık sorunlarıyla ilişkilidir. İşlenmiş gıdaların yaygın olduğu düşük ve orta gelirli ülkelerde tuz, süt ürünleri ile sodyum alımına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Menyanu ve ark., 2019). Bu durum lezzet, koruma ve sağlık hususlarını dengelemek için süt ürünlerinde kullanılan tuz seviyelerinin dikkatli bir şekilde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır.

Ayrıca, tuzun süt ürünlerindeki belirli besinlerin biyoyararlanımını artırmadaki rolü göz ardı edilmemelidir. Örneğin, sodyum, kalsiyum ve fosforun bol olduğu peynirlerde özellikle beslenme açısından önemli olan belirli minerallerin emilimi kolaylaşmaktadır. Peynir çeşitli popülasyonlarda sodyum alımının önemli bir kısmına katkıda bulunur ve bu, genel diyet bağlamına bağlı olarak hem olumlu hem de olumsuz sağlık etkilerine sahip olabilir (Ayyash ve ark., 2013).

Yenilikler ve Alternatifler

Son yıllarda, sağlık endişeleri nedeniyle süt ürünlerindeki tuz içeriğini azaltmaya yönelik artan bir ilgi vardır. Gıda teknolojisindeki yenilikler, tuzun etkilerini sağlık riskleri olmadan taklit edebilen alternatif koruyucuların ve lezzet arttırıcıların keşfine yol açmıştır. Örneğin, doğal antimikrobiyallerin ve bitki bazlı koruyucuların kullanımı, süt ürünlerinde sodyum klorürün potansiyel ikameleri olarak araştırılmaktadır (Lima ve ark., 2021). Bu alternatifler yalnızca sodyum seviyelerini azaltmayı değil, aynı zamanda süt ürünlerinin besin profilini ve güvenliğini de artırmayı amaçlamaktadır.

Baldissera ve ark., (2020) tarafından yapılan araştırma, geleneksel koruma yöntemlerinin modifiye atmosfer paketlenme ve doğal koruyucuların kullanımı gibi modern tekniklerle birleştirilmesinin, süt ürünlerinin raf ömrünü kalitelerini korurken etkili bir şekilde uzatabileceğini göstermektedir. Bu yaklaşım, sentetik katkı maddelerinden arındırılmış temiz etiketli ürünlere yönelik tüketici tercihleriyle uyumludur.

Türk Gıda Kodeksi'ne Göre Süt Ürünlerindeki Tuz İçeriği

Türk Gıda Kodeksi, çeşitli süt ürünlerindeki kabul edilebilir tuz seviyeleriyle ilgili özel düzenlemeler sağlamaktadır. Bu düzenlemeler, üreticilerin sağlık standartlarına uyum sağlamaları ve tüketicilerin bilinçli diyet seçimleri yapmaları için çok önemlidir. Türk Gıda Kodeksi tarafından öngörülen farklı süt ürünleri için tuz içeriği sınırları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12: Farklı süt ürünleri için tuz içeriği

Süt �r�n�	Kabul Edilebilir Tuz Miktarı (%)	Kaynakça
Taze Ka�ar Peyniri	2.54 - 5.24	Ercan ve ark., 2019
Ayran	AĞırlıkça en fazla %0.8	Anonim, 2022
Beyaz Peynir	3.0 - 5.0	Kilci ve �etin, 2023
Tereyağı	1.0 - 2.0	Dervi�oğlu ve ark., 2013
Yoğurt	0.5 - 1.0	Demir, 2023
Eritme Peynir	Kuru maddede en çok %4.5	Anonim, 2015
Dondurma	0.1 - 0.5	Akba�, 2023

Süt  r nlerindeki tuz içeriği sadece lezzet üzerinde değil, aynı zamanda gıda güvenliği ve korunmasında da önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, kaçar ve feta gibi peynirlerdeki tuz içeriği mikrobiyal büyümeyi engellemek ve lezzeti artırmak için çok önemlidir. TGG, tüketicilerin hipertansiyon gibi sağlık sorunlarına yol açabilen aşırı sodyuma maruz kalmamasını sağlamak için kullanılacak tuz miktarı ile ilgili sınırları belirlemektedir.

Taze ka ar peyniri için bildirilen %2.54 - %5.24 tuz içeriği, üretim yöntemlerine ve bölgesel uygulamalara bağlı olabilecek önemli bir farklılığa işaret etmektedir (Ercan ve ark., 2019). Benzer şekilde, feta peyniri ve beyaz peynir için sınırlar, bu peynirlerin

yaygın olarak tüketildiği Türkiye'deki geleneksel uygulamaları yansıtmaktadır.

Tereyağı ve krem peynirdeki tuz içeriğinin düzenlenmesi de önemlidir çünkü bu ürünler genellikle tuzluluklarıyla yemeklerin genel lezzet profilini etkileyebileceği pişirme ve fırınlamada kullanılmaktadır. Daha düşük kabul edilebilir tuz içeriğine sahip yoğurt, sodyum alımını azaltmaya yönelik küresel diyet önerileriyle uyumlu olduğu için sağlıklı süt ürünü olarak değerlendirilmektedir (Demir, 2023).

Özetle, Türk Gıda Kodeksi süt ürünlerindeki tuz içeriği için lezzet, güvenlik ve sağlık hususlarını dengeleyen kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Üreticiler, ürün kalitesini ve tüketici güvenliğini sağlamak için bu yönergelere uymak zorundadır.

Süt Ürünlerinde Kullanılan Eritme Tuzları

Eritme tuzları, çeşitli süt ürünlerinin, özellikle işlenmiş peynirlerin üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu tuzlar, süt ürünlerinin erime özelliklerini, tekstürünü ve stabilitesini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır.

Eritme Tuzların Çeşitleri ve Uygulamaları

1. Sodyum Fosfat (E339)

Kullanıldığı Ürün: İşlenmiş peynir, krem peynir

Miktarı: Genellikle ürünün toplam ağırlığının %0,5 ila %2,0'si.

Fonksiyonu: Sodyum fosfat, emülgatör görevi görerek, erime sırasında yağın ayrışmasını önleyerek pürüzsüz bir tekstür oluşmasına yardımcı olur (Sarıçay ve ark., 2019).

2. Sodyum Sitrat (E331)

Kullanıldığı Ürün: İşlenmiş peynir, peynir sosları

Miktarı: Genellikle %0,5 ile %1,5 konsantrasyonlarında kullanılır.

Fonksiyonu: Sodyum sitrat, peynirin erime özelliğini artırır ve emülsiyonların stabilize edilmesine yardımcı olur, bu da onu soslar ve krem peynirler için ideal hale getirir (Schatz ve ark., 2014).

3. Potasyum Fosfat (E340)

Kullanıldığı Ürün: Analog peynirler, işlenmiş peynir

Miktarı: Genellikle %0,5 ile %1,0 arasında kullanılır.

Fonksiyonu: Sodyum fosfata benzer şekilde potasyum fosfat da emülsifikasyona yardımcı olur ve peynir ürünlerinin erime özelliklerini iyileştirir (Schatz ve ark., 2014).

4. Kalsiyum Fosfat (E341)

Kullanıldığı Ürün: Peynir ürünleri, özellikle kalsiyum içeriğinin artırılması amaçlananlar.

Miktarı: Genellikle %0,5 ile %1,0 arasında kullanılır.

Fonksiyonu: Kalsiyum fosfat sadece bir emülgatör olarak görev yapmaz, aynı zamanda ürünlerdeki kalsiyum seviyelerini artırarak besin profiline de katkıda bulunur (Sarıçay ve ark., 2019).

5. Sodyum Aljinat (E401)

Kullanıldığı Ürün: Dondurma, yoğurt

Miktarı: Genellikle %0,1 ile %0,5 oranında katılır.

Fonksiyonu: Sodyum aljinat, süt ürünlerinin tekstürünü ve ağızda bıraktığı hissi iyileştirmeye yardımcı olan bir koyulaştırıcı ve dengeleyici madde görevi görür (Schatz ve ark., 2014).

6. Magnezyum Klorür (E511)

Kullanıldığı rn: Peynir retimi, özellikle tofu benzeri peynirlerin yapımında.

Miktarı: Genellikle %0,1 ile %0,5 arasında kullanılır.

Fonksiyonu: Magnezyum klorür pıhtılaşma sürecine yardımcı olabilir ve son ürünün tekstürünü iyileştirebilir (Schatz ve ark., 2014).

7. Sodyum Klorür (E500)

Kullanıldığı rn: Her türlü peynir, tereyağı, yoğurt

Miktarı: Çok değişkindir; peynirde toplam ağırlığın %1,5'inden %3,5'una kadar olabilir.

Fonksiyonu: Sodyum klorür, öncelikli olarak lezzet verici olarak kullanılmasına rağmen aynı zamanda koruyucu olarak da etki eder ve peynirin erime özelliğini etkiler (Schatz ve ark., 2014).

Süt endüstrisinde kullanılan başlıca eritme tuzları ve kullanım miktarları Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12: Süt endüstrisinde kullanılan başlıca eritme tuzları ve kullanım miktarları

E-Kodu	Eritme Tuzu Çeşidi	Kullanıldığı Ürün	Miktarı (%)
331	Sodyum Sitrat	İşlenmiş peynir, soslar	0.5 - 1.5
339	Sodyum Fosfat	İşlenmiş peynir, krem peynir	0.5 - 2.0
340	Potasyum Fosfat	Analog peynirler, işlenmiş peynir	0.5 - 1.0
341	Kalsiyum Fosfat	Peynir ürünleri	0.5 - 1.0
401	Sodyum Aljinat	Dondurma, yoğurt	0.1 - 0.5
500	Sodyum Klorür	Her türlü peynir, tereyağı	1.5 - 3.5
511	Magnezyum Klorür	Peynir Üretimi	0.1 - 0.5

Kaynak: Schatz ve ark., 2014; Sarıca ve ark., 2015

Süt ürünlerinde eritme tuzlarının kullanımı, istenen dokuları, tatları ve stabilizeyi elde etmek için önemlidir. Bu tuzların belirli türleri ve miktarları, ürüne ve amaçlanan kullanımına göre değişebilir. Bu tuzların rolünü anlamak, üreticilerin formüllerini tüketici tercihlerini ve düzenleyici standartları karşılayacak şekilde optimize etmelerine yardımcı olmaktadır.

Tuz, süt endüstrisinde koruyucu, lezzet artırıcı ve süt ürünlerinin besin profiline katkıda bulunan bir bileşen olarak kritik bir rol oynar. Faydaları iyi belgelenmiş olsa da, aşırı sodyum alımıyla ilişkili zorluklar tuz kullanımında dikkatli bir denge gerektirir. Alternatif koruma yöntemleri ve düşük sodyumlu süt

ürünlerinin geliştirilmesi üzerine devam eden araştırmalar, süt ürünlerinin kalitesini ve güvenliğini korurken halk sağlığı endişelerini ele almak için önemlidir. Geleneksel uygulamaların modern yeniliklerle bütünleştirilmesi, ürünlerin hem lezzetli hem de sağlıklı olmalarının bilincinde olunmasını sağlayarak süt ürünlerinin üretiminin geleceği için umut vaat etmektedir.

Sonuç olarak, tuz süt ürünlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini etkileyerek çok önemli bir rol oynar. Lezzeti artırma, kaliteyi koruma ve mikrobiyal popülasyonları düzenleme yeteneği onu süt endüstrisinde vazgeçilmez bir bileşen yapar. Tuz seviyelerinin dikkatli bir şekilde yönetilmesi, süt ürünlerinin kalitesini ve güvenliğini optimize etmek, tüketici beklentilerini karşılamalarını sağlarken aynı zamanda sodyum alımıyla ilgili sağlık endişelerini de ele almak için önemlidir. Gelecekteki araştırmalar, özellikle kaliteyi tehlikeye atmadan sodyum içeriğini azaltma bağlamında süt ürünlerindeki tuz dengesini keşfetmeye devam etmelidir.

Baharatlar

Baharatların süt ürünlerine dahil edilmesi, potansiyel sağlık yararları ve duyu nitelikleri geliştirme yetenekleri nedeniyle son yıllarda oldukça ilgi görmektedir. Zerdeçal, zencefil ve karanfil gibi baharatlar, süt ürünlerinin antioksidan, anti-inflamatuar ve antimikrobiyal özelliklerine katkıda bulunan biyoaktif bileşenleriyle önem kazanmaktadır.

Baharatlarla zenginleştirilmiş fonksiyonel süt ürünlerinin geliştirilmesi, gıda teknolojisine yönelik yenilikçi bir yaklaşımdır. Araştırmacılar zerdeçal ve zencefil gibi baharatların süt içeceklerine

entegre edilmesinin yalnızca biyolojik değerlerini artırmakla kalmayıp aynı zamanda daha sağlıklı seçeneklere yönelik tüketici talebini de karşıladığını vurgulamaktadır (Buyanova ve ark., 2024). Benzer şekilde peynir ve yoğurt gibi süt ürünlerine baharat ilavesi fizikokimyasal özelliklerini geliştirdiği gibi antioksidan etkiler de dahil olmak üzere çeşitli sağlık yararları sağlamaktadır (Britto ve ark., 2020). Süt ürünlerinde kullanılan baharatların antioksidan aktivitesi, oksidatif bozunmayı önleyerek raf ömrünü uzatmaya ve kaliteyi korumaya yardımcı olmaktadır (Shende ve ark., 2014).

Baharatların süt ürünlerine dahil edilmesinin teknolojik uygulanabilirliği çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır. Örneğin, Frolova ve ark., (2019), yumuşak olgunlaştırılmış keçi peyniri üretiminde zerdeçal ve çemen otu gibi baharatların eklenmesinin, işleme sırasında peynir altı suyu atılımını azaltarak ürün verimini artırabildiğini ve tekstürü iyileştirebileceğini göstermiştir. Benzer şekilde, Kochubei-Lytvynenko ve ark., (2019), baharatların keçi sütü peynirlerinin lezzet profilini çeşitlendirebileceğini ve bunları besin değerlerine katkıda bulunan biyolojik olarak aktif bileşiklerle zenginleştirebileceğini belirtmiştir. Bu, baharatların doğal koruyucu olarak hareket edebileceğini ve süt ürünlerinde bozulma mikroorganizmalarının büyümesini engelleyebileceğini gösteren araştırmalarla da desteklenmektedir (Puvača ve ark., 2020).

Baharatların antimikrobiyal özellikleri, gıda güvenliği bağlamında özellikle dikkat çekicidir. Çalışmalar, belirli baharatların *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* gibi süt ürünleriyle yaygın olarak ilişkilendirilen patojenlerle etkili bir şekilde mücadele edebildiğini göstermektedir (Puvača ve ark., 2020). Bu antimikrobiyal etki yalnızca süt ürünlerinin güvenliğini

artırmakla kalmayıp aynı zamanda genel kalitelerine de katkıda bulunmaktadır. Baharatların doğrudan kullanımının yanında baharatlardan elde edilen esansiyel yağların da süt ürünlerinde gıda güvenliğini sağlamak amaçlı kullanımı mümkündür. Örneğin kimyon ve dereotu esansiyel yağlarının peynir ve yoğurt üretiminde doğal anti-patojen ajanlar olarak kullanılabileceği bu baharatların ürünlerde kullanımının daha güvenli ve daha stabil süt ürünlerinin elde edilmesinde etkili olacağını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Aćimović ve ark., 2015).

Baharatlar potansiyel sağlık yararlarının yanı sıra süt ürünlerinde duyuasal özelliklerin geliştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Zencefil gibi baharatların ilavesinin yoğurtta lezzet ve aromayı geliştirdiği ve tüketiciler için daha çekici hale getirdiği bilinmektedir (Chi, 2024). Dahası, baharat kullanımı çeşitli tüketici tercihlerine hitap eden benzersiz ürün formüllerinin oluşturulmasına imkan sağlayarak süt üreticileri için pazar fırsatlarını genişletmeye de yardımcı olmaktadır (Ghizzawi, 2023).

Türk Gıda Kodeksi, gıda güvenliğini ve kalitesini sağlamak için süt ürünlerinde çeşitli baharatların kullanımına ilişkin düzenlemeler yapmaktadır. Süt ürünlerinde kullanılan baharatlar ve kullanım amaçları Tablo 13'te verilmiştir (Aćimović ve ark., 2015; El-Sayed ve Youssef, 2019; Britto ve ark., 2020).

Tablo 13: Süt ürünlerinde kullanılan baharatlar ve kullanım amaçları

Baharat	Kullanıldığı Süt Ürünü	Kullanım Amacı
Karabiber	Peynir, yoğurt, aromalı süt ürünleri	Antimikrobiyal, aroma zenginleştirici
Karanfil	Peynir, yoğurt, aromalı, süt içecekleri	Antioksidan, antimikrobiyal
Kişniş	Peynir, yoğurt, geleneksel süt ürünleri	Antimikrobiyal, aroma zenginleştirici
Nane	Yoğurt, aromalı süt, dondurma	Antimikrobiyal, ferahlık verici
Rezene	Peynir, yoğurt, aromalı süt ürünleri	Antimikrobiyal, sindirime yardımcı
Tarçın	Yoğurt, sütlü tatlılar, aromalı süt	Antioksidan, antimikrobiyal
Zencefil	Yoğurt, aromalı süt, peynir	Antioksidan, antiinflamatuvar,
Zerdeçal	Yoğurt, peynir, dondurma	Antioksidan, antiinflamatuvar, antimikrobiyal

Kaynak: Acimović ve ark., 2015; El-Sayed ve Youssef, 2019; Britto ve ark., 2020

TGK, baharatların sadece lezzeti artırmak için değil aynı zamanda sağlık yararları için de kullanılmasının önemini vurgulamakta ve bu çerçevede çeşitli baharatların süt ürünlerinde kullanılmasına izin vermektedir. Zerdeçal ve zencefil gibi baharatlar, antioksidan ve anti-inflamatuvar özelliklere sahip olduğu gösterilen biyoaktif bileşenleri nedeniyle özellikle dikkat çekmektedir (Britto ve diğerleri, 2020; El-Sayed ve Youssef, 2019). Bu özellikler süt ürünlerinde faydalıdır çünkü bu gıdaların besin profilini ve raf ömrünü artırmaktadır.

Ayrıca, karanfil ve karabiber gibi baharatların antimikrobiyal etkileri, bozulma mikroorganizmalarının ve patojenlerin büyümesini engelleyerek, gıda güvenliğine katkıda bulunmaktadır (El-Sayed & Youssef, 2019). Bu durum, ürün kalitesine ve güvenliğine dikkat eden süt endüstrisinde oldukça önemlidir.

Sonuç olarak baharatların süt endüstrisinde kullanımı, ürün kalitesini, güvenliğini ve tüketici çekiciliğini artırmak için çok yönlü bir fırsat sunmaktadır. Devam eden araştırmalar, baharatların işlevsel özelliklerini ve süt teknolojisindeki potansiyel uygulamalarını anlamının önemini vurgulamaktadır. Tüketicilerin sağlık yararları konusundaki farkındalığı artmaya devam ettikçe, süt endüstrisinde baharatların avantajlarından yararlanan ürünlere olan talebin artacağı tahmin edilmektedir.

Esterifikasyon Ajanları

Esterleştirme ajanları süt endüstrisinde, özellikle çeşitli süt ürünlerinin üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Esterleştirme ajanları süt ürünlerinde lezzet, tekstür ve stabiliteye olumlu katkıda bulunmaktadır.

Süt ürünlerinde ester sentezi için birincil mekanizmalardan biri, fermantasyon süreçlerinde önemli olan laktik asit bakterilerinin (LAB) etkisidir. LAB, özellikle *Lactobacillus* ve *Propionibacterium* türleri, hem alkoliz hem de esterleşme yoluyla etil bütanoat sentezleyebilmektedirler (Mukdsi ve ark., 2018). Costello ve ark. (2013), LAB tarafından etil esterlerin sentezlenmesinde asetil-koenzim A, alkol asiltransferazın rolünü vurgulamış ve LAB'nin süt ürünlerinde lezzet gelişimi için hayati önem taşıdığı fikrini daha da desteklemiştir.

Ayrıca LAB tarafından üretilen ekzopolisakkaritlerin (EPS) kullanımının süt ürünlerinin fizikokimyasal özelliklerini etkilediği bilinmektedir. EPS'nin doğal bir koyulaştırıcı madde olarak hareket ederek yoğurt ve ayran gibi fermente süt ürünlerinin tekstürünü ve stabilitesini arttırmaktadır (Yılmaz ve ark., 2015; Prete ve ark., 2021). EPS üreten kültürlerin kullanıldığı ürünlerin reolojik özellikleri önemli ölçüde iyileşerek daha arzu edilir bir ağız hissi ve genel tüketici kabulü sağlanmaktadır. EPS'nin nemi tutma ve suyu bağlama yeteneği, tüketici memnuniyeti için çok önemli olan süt ürünlerinin duyu niteliklerine katkıda bulunmaktadır (Lynch ve ark., 2018).

Başka bir önemli esterleştirme maddesi olan pektin, jel oluşturma ve stabilize etme özellikleri nedeniyle süt endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Düşük esterleştirilmiş pektin, sinerezisi azaltarak tekstürü iyileştirdiği için düşük yağlı yoğurt üretiminde özellikle kullanılmaktadır (Chandel ve ark., 2022). Pektin moleküllerinin esterleşme derecesi, işlevselliğini doğrudan etkiler ve onu stabil süt ürünleri formüle etmede kritik bir bileşen haline getirir. Özellikle süt ürünlerinde koyulaştırıcı ve kıvam arttırıcı olarak pektin kullanılmaktadır (Sobmor ve Banjong, 2020).

Lipazlar kullanılarak esterifikasyona yönelik enzimatik yaklaşım, etkinliği ve özgüllüğü nedeniyle ilgi görmektedir. *Candida antarctica*'dan türetilenler gibi enzimler, süt uygulamalarında esterifikasyon reaksiyonlarını katalize etmek, lezzet profillerini geliştirmek ve ürün kalitesini iyileştirmek için kullanılmaktadır (He ve ark., 2022). İmmobilize lipazların kullanılması, esterifikasyon süreçlerini optimize etmede umut verici

sonuçlar vermiş ve reaksiyon koşulları ve ürün çıktıları üzerinde daha iyi kontrol sağlamıştır.

Sonuç olarak LAB, EPS ve pektin gibi esterleştirme ajanları, süt ürünlerinin lezzetini, tekstürünü ve stabilitesini artırarak süt endüstrisinde önemli bir rol oynamaktadır. Ester sentezinin mekanizmaları ve enzimatik süreçlerin uygulanması üzerine devam eden araştırmalar, süt ürünleri formüllerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Tüketici tercihleri, geliştirilmiş duysal özelliklere ve sağlık yararlarına sahip ürünlere doğru evrildikçe, süt ürünlerinin üretiminde esterleştirme ajanlarının kullanımı daha önemli hale gelecektir.

Asitlik Düzenleyiciler

Asitlik düzenleyiciler, gıda ürünlerinin pH'sını korumaya veya ayarlamaya yardımcı olan maddelerdir. Süt ürünlerindeki asitlik düzenleyicilerin rolü, gıda bilimi, beslenme ve sağlığın çeşitli yönlerini kapsayan çok yönlü bir konudur. Asitlik düzenleyiciler gıdaların lezzetlerini, tekstürlerini ve raf ömürlerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu asitlik düzenleyiciler, gıda ürünlerinin kalitesini ve güvenliğini korumak için çok önemli olan lezzet artırma, koruma ve pH stabilizasyonu dahil olmak üzere gıda işlemede birden fazla amaca hizmet eder (Yazıcı-Kabadayı ve Öztemel, 2022; Kasapoğlu ve ark., 2020; Doğan, 2018). Süt ürünlerinde kullanılan asitlik düzenleyiciler fermantasyon sürecini, emülsiyonların stabilitesini ve nihai ürünün genel duysal özelliklerini etkileyebilir. Süt ürünlerindeki asitliğin düzenlenmesi, kalite, lezzet ve güvenliğin korunması için çok önemlidir. Süt endüstrisinde çeşitli organik asitler, fosfatlar gibi asitlik düzenleyiciler kullanılmaktadır.

Süt ürünlerindeki asit düzenleyicilerin temel işlevlerinden biri, özellikle yoğurt ve peynir gibi ürünlerde fermantasyonu kolaylaştırmaktır. Sitrik asit veya laktik asit gibi asitlerin eklenmesi, fermantasyon süreci için gerekli olan yararlı bakterilerin gelişmesini teşvik edebilmektedir. Bu, süt ürünlerinde lezzet ve tekstür gelişimi için çok önemlidir. Asit düzenleyicilerin eklenmesiyle pH, süt ürünlerinin lezzet profili için çok büyük önem taşıyan belirli yağ asitlerinin üretimini artırabilmektedir (Bisig ve ark., 2007). Dahası, ısıtma işlemi de dahil olmak üzere işleme koşulları, yağ asidi izomerlerinin dağılımını değiştirebileceğinden süt ürünlerinin genel bileşimini ve duyu niteliklerini etkileyebilmektedir (Bisig ve ark., 2007). Asitlik düzenleyiciler ile süt ürünlerinin yağ asidi bileşimi arasındaki etkileşim önemlidir. Çoklu doymamış yağ asitleri, kültürlü süt ürünlerinde istenen tatları oluşturmaktan sorumlu enzimler olan lipazların aktivitesini inhibe edebilir (Chen ve ark., 2004). Doymuş ve doymamış yağ asitlerinin dengesi, süt ürünlerinin tekstürünü ve ağız hissini de etkileyebilir. Daha yüksek seviyelerdeki doymamış yağ asitleri daha pürüzsüz bir tekstür oluşmasında etkilidir (Yoo ve ark., 2019).

Bu asitlik düzenleyiciler süt ürünü formülasyonunda önemli bir rol oynar. Örneğin, sitrik asit peynir üretiminde pH'ı kontrol etmek ve lezzet profilini geliştirmek için yaygın olarak kullanılırken, laktik asit yoğurt fermantasyonunda temeldir ve karakteristik keskin tadına katkıda bulunur. Bu düzenleyicilerin kullanımı sadece süt ürünlerinin duyu özelliklerini etkilemekle kalmayıp aynı zamanda depolama ve tüketim sırasında güvenliklerini ve stabilitelerini de sağlar. Fosfatlar, işlenmiş peynirlerde tekstürü ve

nem tutulmasını iyileştirme yetenekleriyle dikkat çekmektedir (Elbanna ve ark., 2017; Mannion ve ark., 2015).

Ayrıca asitlik düzenleyicilerin kullanımı süt ürünlerinin stabilitesini ve raf ömrünü de etkilemektedir. Asitlik düzenleyicilerin kullanımı süt ürünlerinin mikrobiyolojik stabilitesini etkileyebilir. Bu nedenle nem içeriği ve asitlik gibi fizikokimyasal özellikler, kalite ve güvenliği sağlamak için süt ürünlerinin üretimi ve depolanması sırasında izlenmesi gereken kritik parametrelerdir (Bayili, 2024).

Bu katkı maddelerinin kullanımı, tüketici güvenliğini sağlamak ve bilinçli seçimler için net etiketleme sağlamak amacıyla düzenlenir (Kim ve ark., 2013; Ersozlu ve Miksza, 2014). TGK, gıda ürünlerinin asitliğini ve alkalinitesini kontrol etmek için kullanılan temel gıda katkı maddeleri olan çeşitli asitlik düzenleyicilerini ana hatlarıyla belirtir. Bu düzenleyiciler, Avrupa Birliği ve diğer bölgelerde gıda katkı maddeleri için standart tanımlayıcılar olan belirli E kodları altında sınıflandırılır. TGK, gıda katkı maddeleriyle ilgili Avrupa Birliği düzenlemeleriyle uyumlu olup, listelenen E kodlarının uluslararası alanda tanınan kodlarla tutarlı olmasını sağlar. Bu uyum, farklı pazarlarda gıda katkı maddelerinin standart bir şekilde anlaşılmasına olanak tanıdığı için ticareti ve tüketici korumasını kolaylaştırır (Steinhilber ve Dohnke, 2016; Eschenbeck ve ark., 2012). Aşırı tüketimle ilişkili potansiyel sağlık risklerini önlemek için bu katkı maddelerinin belirlenmiş güvenlik sınırları içinde kullanılması önerilmektedir (Ilori ve ark., 2022; Sakal ve Pastarmadzhieva, 2021).

Tablo 14: Süt endüstrisinde yaygın kullanılan asitlik düzenleyiciler, E kodları ve kullanım amaçları

Asitlik düzenleyici	E kodu	Süt ürünlerinde yaygın kullanımı
Sitrik asit	330	Peynir, yoğurt ve kremada asitliği ayarlamak ve lezzeti arttırmak için kullanılır
Laktik asit	270	Genellikle yoğurt ve peynir üretiminde fermentasyon ve lezzet artırma amacıyla kullanılır
Malik asit	296	Bazı sütlü tatlılarda ve aromalı süt ürünlerinde ekşilik sağlamak için kullanılır
Tartarik asit	334	Peynir ve krema ürünlerinde lezzeti dengelemek ve arttırmak için kullanılır
Asetik asit	260	Asidik süt ürünlerinde ve bazı peynir çeşitlerinde lezzet ve koruma amaçlı kullanılır
Fosforik asit	338	İşlenmiş peynir ve süt içeceklerinde asitliği düzenlemek ve dokuyu iyileştirmek için kullanılır
Sodyum sitrat	331	İşlenmiş peynirde eriyebilirliği ve dokuyu iyileştirmek için yaygın olarak kullanılır
Sodyum asetat	262	Bazı süt ürünlerinde lezzet artırıcı ve koruyucu olarak kullanılır

Kaynak: Mannion ve ark., 2015; , Elbanna ve ark., 2017

Sonuç olarak, asitlik düzenleyiciler süt ürünlerinin fermentasyonu, duyu nitelikleri, besin profillerini ve ürün stabilitesini etkilediği için üretimde önemlidirler. Uygun asitlik düzenleyicilerinin seçimi süt ürünlerinin başarılı bir şekilde formüle edilmesi için hayati önem taşımaktadır. Bu düzenleyicilere atanan E kodları, gıda endüstrisinde bunların tanımlanmasını ve

düzenlenmesini kolaylaştırarak tüketicilerin güvenli ve yüksek kaliteli süt ürünlerine ulaşmasını sağlamaktadır.

Lezzet Arttırıcılar

Lezzet arttırıcılar süt endüstrisinde önemli bir rol oynamaktadır. Süt ürünlerinin duyu niteliklerini ve buna bağlı olarak genel tüketici kabulünü önemli ölçüde etkilemektedir.

Süt Ürünlerinde Lezzet Arttırıcı Çeşitleri

Süt endüstrisindeki lezzet arttırıcılar, doğal bileşikler, sentetik katkı maddeleri ve fermantasyon kökenli lezzet bileşikleri dahil olmak üzere çeşitli kategorilere ayrılabilir. Esterler, aldehytler ve ketonlar gibi doğal bileşikler süt ürünlerinde yaygın olarak bulunmakta ve karakteristik lezzetlerine katkıda bulunmaktadır. Örneğin, diasetil ve asetoin gibi bileşiklerin yoğurt ve peynir gibi ürünlere tereyağlı bir tat verdiği bilinmektedir (Tong ve ark., 2019; Liu et al., 2020).

Lezzetin artmasında fermantasyon süreçlerinin de önemli bir rolü vardır. *Lactococcus lactis* ve *Streptococcus thermophilus* gibi laktik asit bakterileri (LAB), süt fermantasyonunda yaygın olarak kullanılır ve fermantasyon süreci sırasında çeşitli lezzet bileşiklerinin üretilmesinden sorumludur. Bunlar arasında fermente süt ürünlerinde taze malt, fındık ve çiçeksi tatlara katkıda bulunan 3-metil bütanal ve 3-metil-2-bütanon gibi uçucu organik bileşikler (UOB) yer almaktadır. (Li ve ark., 2020; Cui ve ark., 2016). Starter kültürlerin seçimi, nihai ürünün lezzet profilini önemli ölçüde etkileyebildiğinden süt üretimi için kritik bir faktördür (Dai, 2024).

Etki Mekanizmaları

Süt ürünlerinde lezzet artışı, esas olarak işleme sırasında uçucu bileşiklerin üretimi ve etkilemesi yoluyla elde edilmektedir. Örneğin, fermantasyon süreci laktoz ve yağın parçalanmasına yol açarak çeşitli lezzet bileşiklerinin oluşmasına neden olmaktadır. LAB'nin metabolik yolları, süt ürünlerinin duyuusal özelliklerini artıran esterlerin, asitlerin ve diğer lezzet bileşiklerinin üretimine katkıda bulunmaktadır (Erkmen ve Bozoglu, 2016; Hidalgo-Fuentes ve ark., 2024).

Ek olarak, lezzet bileşenleri ile süt matrisi arasındaki etkileşim lezzet algısını etkileyebilmektedir. Süt ürünlerindeki yağın varlığı, lezzet bileşenlerinin salınımını artırabilir, tespit edilebilirliğini ve genel lezzet yoğunluğunu iyileştirebilir (Leksrisompong ve ark., 2010). Örneğin, süt ürünlerinin asitliği de lezzet algısını etkileyebilir; optimum asitlik seviyeleri genel tat deneyimini iyileştirmektedir (Soukoulis ve ark., 2010).

Ürün Özellikleri Üzerindeki Etkiler

Lezzet arttırıcıların eklenmesi süt ürünlerinin duyuusal ve fizikokimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Örneğin, lezzet arttırıcı olarak hurma şurubunun eklenmesinin fermente süt içeceklerinin duyuusal özelliklerini iyileştirdiği, daha tatlı bir tada ve gelişmiş lezzet profiline katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Alhamdan ve ark., 2021). Benzer şekilde, süt ürünlerinde stevia ve taumatin gibi doğal tatlandırıcıların kullanımı sadece tatlılığı

artırmakla kalmaz, aynı zamanda genel lezzet profiline de katkıda bulunmaktadır (Pereira ve ark., 2021).

Araştırmalar ayrıca süt ürünlerinde hidrokolloidlerin kullanımının tat salınımını ve algısını etkileyebileceğini göstermiştir. Hidrokolloidler süt ürünlerinin tekstürünü ve ağızda bıraktığı hissi değiştirebilir, bu da tatların tüketiciler tarafından nasıl algılandığını etkileyebilmektedir (Soukoulis ve ark., 2010). Lezzet arttırıcıların, stabilizatörler ve emülgatörlerle bir araya getirilmesi sinerjik etkilere yol açarak süt ürünlerinin genel duyuusal niteliğini arttırabilmektedir (Keshtkaran ve ark., 2013).

Tüketici Kabulü ve Düzenleyici Hususlar

Tüketici tercihleri doğal ve temiz etiketli ürünlere doğru kaydıka, süt endüstrisinde doğal lezzet arttırıcılara olan talep artmaktadır. Bu eğilim, sentetik katkı maddeleriyle ilişkili sağlık ve çevre sorunlarına ilişkin artan farkındalıktan kaynaklanmaktadır (Tong ve ark., 2019; Jufri ve ark., 2023). Düzenleyici kurumlar da bu eğilimlere uyum sağlayarak tüketicilerin şeffaflık ve sağlıklı olma yönündeki taleplerini karşılayan güvenli ve etkili lezzet arttırıcıların kullanımını teşvik etmektedir. (Arcia ve ark., 2011).

Lezzet arttırıcıların kullanımı ile tüketicilerin duyuusal beklentileri arasında denge kurmak konusundaki zorluk devam etmektedir. Yapılan araştırmalar, doğal lezzet arttırıcıların duyuusal özellikleri geliştirebildiğini ancak genel lezzet profilini de değiştirebileceğini, bu nedenle dikkatli formülasyon ve tüketici testleri gerektiğini ortaya koymaktadır (Mase ve ark., 2010; Adeloye ve Uhakheme, 2019).

Lezzet arttırıcılar süt endüstrisinde önemli bir yere sahiptir ve süt ürünlerinin duyusal özelliklerine ve genel kalitesine katkıda bulunmaktadır. Doğal ve sürdürülebilir lezzet arttırıcılara doğru devam eden değişim, değişen tüketici tercihlerini ve düzenleyici durumları yansıtmaktadır. Çeşitli lezzet arttırıcıların etki mekanizmaları ve etkileri üzerine devam eden araştırmalar, süt formüllerinin optimize edilmesi ve tüketicilerin daha sağlıklı ve daha şeffaf gıda ürünlerine yönelik taleplerinin karşılanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Süt endüstrisinde, lezzet arttırıcılar ürünlerin duyusal niteliklerini iyileştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Çeşitli E kodlu lezzet arttırıcılar belirli amaçlarla ve önerilen miktarlarda kullanılmaktadır.

Tablo 15: Süt ürünlerinde kullanılan lezzet arttırıcılar

E Kodu	Lezzet Arttırıcı	Kullanım Amacı	Kullanım Miktarı (mg/kg)	Referans
170	Kalsiyum karbonat	Lezzet arttırıcı ve tekstür geliştirici	1-5	Erkmen ve Bozoglu, 2016
270	Laktik asit	Lezzetlendirme ve muhafaza	1-10	Erkmen ve Bozoglu, 2016; Chen ve ark., 2017
300	Askorbik asit	Antioksidan ve lezzet arttırıcı	0.5-2	Erkmen ve Bozoglu, 2016
322	Lesitin	Emülgatör ve lezzet arttırıcı	1-10	Erkmen ve Bozoglu, 2016
330	Sitrik asit	Lezzet arttırıcı ve asitliği düzenleyici	1-5	Erkmen ve Bozoglu, 2016
621	Monosodyum glutamat	Lezzet arttırıcı, tuzlu tadı yoğunlaştırıcı	0.1-0.5	Reis Rocha ve ark., 2021
627	Disodyum guanilat	Lezzet arttırıcı, umami tadı arttırıcı	0.1-0.5	Reis Rocha ve ark., 2021
631	Disodyum inosinat	Lezzet arttırıcı, genellikle peynirde kullanılır	0.1-0.5	Reis Rocha ve ark., 2021
951	Aspartam	Tatlandırıcı ve lezzet arttırıcı	0.1-1	Erkmen ve Bozoglu, 2016
1504	Etil asetat	Süt ürünlerinde tatlı meyve aroması	10-50	LeBouf ve ark., 2018

1510	Etil alkol	Çözücü ve lezzet artırıcı	1-5	Erkmen ve Bozoglu, 2016
------	------------	---------------------------	-----	-------------------------

Zenginleştirici Ajanlar

Süt ürünlerinin zenginleştirilmesi, besin profillerini iyileştirmek ve toplumlardaki belirli diyet eksikliklerini gidermek için kullanılan önemli bir stratejidir. Bu bölümde süt endüstrisinde kullanılan çeşitli zenginleştirici maddelerin etki mekanizmaları tartışılmakta, ürün özellikleri ve tüketici kabulü üzerindeki etkileri incelenmektedir.

Süt Ürünlerinde Zenginleştirici Madde Çeşitleri

Süt ürünlerindeki zenginleştirici maddeler; vitaminler, mineraller, bitki özleri ve protein kaynakları olmak üzere çeşitli kategorilere ayrılabilir. D vitamini ve kalsiyum gibi vitaminler süt ürünlerine en sık eklenen takviyeler arasındadır. D vitamini takviyesi, kalsiyum emiliminde ve kemik sağlığında önemli bir rol oynadığı için, güneş ışığına sınırlı maruziyetin olduğu bölgelerde özellikle önemlidir (Nikooyeh ve Neyestani, 2022; Itkonen ve ark., 2018). Yapılan araştırmalar, D vitamini takviyeli süt ürünlerinin yetişkinlerde serum 25(OH)D konsantrasyonlarını önemli ölçüde artırtabileceğini ve böylece eksiklik riskini azaltabileceğini göstermiştir (Nikooyeh ve Neyestani, 2022; Bonjour ve ark., 2018).

Mineraller, özellikle kalsiyum, besin değerlerini artırmak için süt ürünlerine sıklıkla eklenmektedir. Kalsiyum takviyesi, özellikle düşük süt tüketimi olan popülasyonlarda yaygın eksiklikleri gidermek için önemlidir (Itkonen ve ark., 2018; Brandão-Lima ve ark., 2019). Araştırmalar, zenginleştirilmiş süt ürünlerinin günlük

kalsiyum alımına etkili bir şekilde katkıda bulunabileceğini, kemik sağlığını ve genel beslenme durumunu destekleyebileceğini göstermektedir (Eichler ve ark., 2019).

Son yıllarda *Moringa oleifera* ve ananas gibi bitki özleri, antioksidan özellikleri ve besinsel faydaları nedeniyle doğal zenginleştirici maddeler olarak ilgi görmektedir. Moringa yaprakları vitamin, mineral ve aminoasitler açısından zengindir ve bu da onları süt ürünlerinde zenginleştirme ajanı olarak mükemmel bir aday haline getirmektedir (Soni ve Kumar, 2021). Benzer şekilde ananas posası süt ürünlerinin fenolik içeriğini ve antioksidan potansiyelini artırarak sağlık yararlarına katkıda bulunmaktadır (Sarkar ve ark., 2020; Sarkar ve ark., 2021).

Etki Mekanizmaları

Zenginleştirici ajanların süt ürünlerinin besin profilini artırma mekanizmaları, kullanılan ajanın türüne bağlı olarak değişmektedir. Vitaminler ve mineraller, süt ürünlerine eklendiğinde, besin yoğunluğunu doğrudan artırarak tüketiciler için daha faydalı hale getirmektedir (Nikooyeh ve Neyestani, 2022; Itkonen ve ark., 2018). Örneğin, D vitamini bağırsaklarda kalsiyum emilimini artırırken, kalsiyum da kemik mineralizasyonuna ve genel iskelet sağlığına katkıda bulunmaktadır (Nikooyeh ve Neyestani, 2022).

Öte yandan bitki özleri, biyoaktif bileşenleri aracılığıyla ek sağlık yararları sağlayabilir. Örneğin, *Moringa oleifera*'nın dahil edilmesi yalnızca temel besleyici öğeleri eklemekle kalmaz, aynı zamanda potansiyel anti-inflamatuar ve antioksidan etkilere sahip fitokimyasallar da sunar (Namrata ve Kumar, 2021). Bitki özlerinin antioksidan özellikleri, oksidatif stresi ve bozulmayı azaltarak süt

ürünlerinin raf ömrünün artmasına yardımcı olabilmektedir (Kandyliari ve ark., 2023).

Ürün Özellikleri Üzerindeki Etkiler

Zenginleştirici maddelerin eklenmesi süt ürünlerinin duysal ve fizikokimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Örneğin, yoğurdun D vitamini ile güçlendirilmesinin, duysal özelliklerini olumsuz etkilemeden besin profilini iyileştirdiği gösterilmiştir (Bonjour ve ark., 2018). Benzer şekilde bitki özlerinin eklenmesi süt ürünlerinin lezzetini ve rengini artırarak onları tüketiciler için daha çekici hale getirebilmektedir (Sarkar ve ark., 2020; Sarkar ve ark., 2021).

Araştırmalar ayrıca zenginleştirici maddelerin kullanımının süt ürünlerinin tekstürünü ve stabilitesini etkileyebileceğini göstermiştir. Örneğin, peynir altı suyu protein konsantrelerinin eklenmesi yoğurdun tekstürünü ve ağızda bıraktığı hissi iyileştirebilirken aynı zamanda yüksek kaliteli protein kaynağı da sağlayabilmektedir (Henriques ve ark., 2019). Zenginleştirici maddeler ile diğer bileşenler arasındaki etkileşim sinerjik etkilere yol açarak, nihai ürünün genel kalitesini artırabilmektedir (Eichler ve ark., 2019).

Tüketici Kabulü ve Düzenleyici Hususlar

Tüketicilerin beslenme ve sağlık konusundaki farkındalığı artmaya devam ettikçe, zenginleştirilmiş süt ürünlerine olan talep de artmaktadır. Ancak, zenginleştirilmiş ürünlerin kabulü, tüketicilerin sağlık iddialarına ilişkin algılarına ve zenginleştirmenin algılanan faydalarına göre değişkenlik gösterebilir (Benson ve ark., 2019; ,

Ropero ve ark., 2023). Yapılan araştırmalar, tüketicilerin D vitamini ve kalsiyum gibi belirli besin öğelerinin sağlık açısından faydalarını bildiklerinde zenginleştirilmiş süt ürünlerini tercih etme olasılıklarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Brandão-Lima ve ark., 2019; Eichler ve ark., 2019).

Düzenleyici kurumlar, eklenebilecek besin türleri ve seviyeleri için kılavuzlar oluşturarak süt ürünlerinin zenginleştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Birçok ölkede, besin eksiklikleriyle ilgili halk sağlığı endişelerini gidermek için süt ürünlerinin vitamin ve minerallerle güçlendirilmesi zorunludur ve üreticiler bu konuda teşvik edilmektedir (Nikooyeh ve Neyestani, 2022; Brandão-Lima ve ark., 2019).

Süt sektöründe, güçlendirici katkı maddeleri ürünlerin besin profilini geliştirmek için olmazsa olmazdır.

Tablo 16: Süt ürünlerinde kullanılan zenginleştirici ajanlar

E kodu	Zenginleştirici Ajan	Kullanım Amacı	Kullanım Miktarı (mg/kg)	Referans
101	Riboflavin (Vitamin B2)	Vitamin takviyesi	0.1-1	Sazawal ve ark., 2010
101a	Riboflavin-5-fosfat	Vitamin takviyesi	0.1-1	Sazawal ve ark., 2010
163	Antosiyaninler	Doğal renklendirici ve antioksidan	1-10	Villamil ve ark., 2021
170	Kalsiyum karbonat	Kalsiyum miktarını artırma	1-5	Nicol ve ark., 2023
300	Askorbik asit	Antioksidan ve vitamin takviyesi	50-200	Yeh ve ark., 2017
322	Lesitin	Emülgatör ve fosfolipid kaynağı	1-10	Martins ve ark., 2019
401	Sodyum aljinat	Kıvam arttırıcı ve stabilizatör	1-5	Villamil ve ark., 2021
410	Keçi boynuzu gamı	Kıvam arttırıcı ve jelleştirici	1-5	Villamil ve ark., 2021
500	Sodyum karbonat	Kabartıcı ve pH düzenleyici	1-5	Martins ve ark., 2019
504	Magnezyum karbonat	Magnezyum miktarını artırma	1-5	Nicol ve ark., 2023
620	Glutamik asit	Aroma arttırıcı ve aminoasit zenginleştirici	0.1-0.5	Yeh ve ark., 2017
	Vitamin D2 (Ergokalsiferol)	Vitamin takviyesi	0.5-2	Itkonen ve ark., 2018

	Vitamin D3 (Kolekalsiferol)	Vitamin takviyesi	0.5-2	Bonjour ve ark., 2018
--	--------------------------------	-------------------	-------	--------------------------

Süt ürünlerinin zenginleştirici madde çeşitleriyle zenginleştirilmesi, besinsel faydalarını vurgulayan çeşitli çalışmalarla desteklenmektedir. Örneğin, askorbik asit (E300) antioksidan özellikleriyle yaygın olarak tanınmaktadır ve genellikle süt ürünlerinin vitamin içeriğini artırmak için kullanılmaktadır (Yeh ve ark., 2017). Benzer şekilde, D2 ve D3 vitaminlerinin eklenmesi, sınırlı güneş ışığına maruz kalan popülasyonlardaki eksiklikleri gidermek ve böylece genel sağlık sonuçlarını iyileştirmek için çok önemlidir (Itkonen ve ark., 2018; Bonjour ve ark., 2018).

Ayrıca, kalsiyum karbonat (E170), özellikle kemik sağlığı için önemli olan süt ürünlerindeki kalsiyum içeriğini artırmanın etkili bir yolu olarak hizmet etmektedir (Nicol ve ark., 2023). Riboflavin (E101) ve diğer B vitaminlerinin dahil edilmesi, enerji metabolizmasını ve genel refahı korumak için de önemlidir (Sazawal ve ark., 2010).

Sonuç olarak, süt ürünlerinde E kodlu güçlendirici katkı maddelerinin stratejik kullanımı yalnızca besin değerlerini artırmakla kalmaz, aynı zamanda çeşitli popülasyonlarda yaygın olan belirli diyet eksikliklerini de giderir. Zenginleştirici maddeler süt endüstrisinde çok sık kullanılır, süt ürünlerinin besin profilini ve genel kalitesini artırmaktadır. Doğal ve sağlıklı geliştirici güçlendirici maddelere doğru devam eden değişim, değişen tüketici tercihlerini ve düzenleyici durumları yansıtmaktadır. Çeşitli zenginleştirici maddelerin etki mekanizmaları ve etkileri üzerine devam eden araştırmalar, süt formüllerinin optimize edilmesi ve

tüketicilerin daha sağlıklı gıda seçeneklerine yönelik taleplerinin karşılanması açısından önem taşımaktadır.

Kaynaklar

Aćimović, M., Kostadinović, L., Popović, S. & Dojčinović, N. (2015). Apiaceae seeds as functional food. *Journal of Agricultural Sciences Belgrade*, 60 (3), 237-246.

Adeloye, J. B. & Uhakheme, P. (2019). Quality Evaluation of Tigernut Milk-Based Popsicles Produced with Date Palm Fruits as Sweetener. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 23(2), 139-146.

Akbaş, P. (2023). Assessment of microbial quality of local and packaged ice creams. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (Ek Sayı), 138-151.

Alhamdan, A. M., Al Juhaimi, F. Y., Hassan, B. H., Ehmed, K. A. & Mohamed Ahmed, I. A. (2021). Physicochemical, microbiological, and sensorial quality attributes of a fermented milk drink (Laban) fortified with date syrup (dibs) during cold storage. *Foods*, 10(12), 3157.

Alu'datt, M. H., Al-Rabadi, G. J., Al-Ismail, K. M., Althnaibat, R. M., Ereifej, K., Rababah, T., ... & Torley, P. J. (2015). Characterization and biological properties of dry fermented product (jameed) manufactured from cow milk: comparison of sun and freeze drying. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(3), 282-291.

Anonim, (2015). Türk Gıda Kodeksi. Peynir Tebliğ (2015/6) Resmi Gazete Tarihi: 08 Şubat 2015, Resmi Gazete Sayısı: 29261.

Anonim, (2022). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. Tebliğ No: 2022/44, Resmi Gazete Tarihi: 30 Kasım 2022, Resmi Gazete Sayısı: 32029.

Arcia, P. L., Costell, E. & Tárrega, A. (2011). Inulin blend as prebiotic and fat replacer in dairy desserts: optimization by response surface methodology. *Journal of Dairy Science*, 94(5), 2192-2200.

Ayyash, M., Sherkat, F. & Shah, N. (2013). The effect of NaCl substitution with KCl on proteinase activities of cell-free extract and cell-free supernatant at different pH levels and salt concentrations: *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 40-49.

Baldissera, A. C., De Dea Lindner, J., Motta, G. E., dos Santos, N. N. O., Galvão, A. C. & Robazza, W. D. S. (2021). Evaluation of the combined effect of temperature and potassium sorbate on physicochemical and microbial quality of modified atmosphere packaged sliced Mozzarella cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), e15136.

Barone, G., Yazdi, S. R., Lillevang, S. K., & Ahrné, L. (2021). Calcium: A comprehensive review on quantification, interaction with milk proteins and implications for processing of dairy products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(6), 5616-5640.

Bayili, G. (2024). Processing practices and quality of dairy products in burkina faso. *Chemical Science International Journal*, 33(1), 12-21.

Benson, T., Lavelle, F., McCloat, A., Mooney, E., Bucher, T., Egan, B. & Dean, M. (2019). Are the claims to blame? A qualitative study to understand the effects of nutrition and health claims on perceptions and consumption of food. *Nutrients*, 11(9), 2058.

Bijl, E., Van Valenberg, H. J. F., Huppertz, T., & Van Hooijdonk, A. C. M. (2013). Protein, casein, and micellar salts in milk: Current content and historical perspectives. *Journal of Dairy Science*, 96(9), 5455-5464.

Bisig, W., Eberhard, P., Collomb, M. & Rehberger, B. (2007). Influence of processing on the fatty acid composition and the content of conjugated linoleic acid in organic and conventional dairy products - a review. *Dairy Science & Technology*, 87(1), 1-19.

Boguniewicz-Zabłocka, J., Kłosok-Bazan, I. & Naddeo, V. (2017). Water quality and resource management in the dairy industry. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(2), 1208-1216.

Bonjour, J. P., Dontot-Payen, F., Rouy, E., Walrand, S. & Rousseau, B. (2018). Evolution of serum 25OHD in response to vitamin D3-fortified yogurts consumed by healthy menopausal women: a 6-month randomized controlled trial assessing the interactions between doses, baseline vitamin D status, and seasonality. *Journal of the American College of Nutrition*, 37(1), 34-43.

Bourbon, B. & Huet, J. (2018). AQUAREL: Project aimed at improving water management in French dairy plants. *J. Food Sci. Engng*, 8, 137-142.

Brandão-Lima, P. N., Santos, B. D. C., Aguilera, C. M., Freire, A. R. S., Martins-Filho, P. R. S. & Pires, L. V. (2019). Vitamin D food fortification and nutritional status in children: a systematic review of randomized controlled trials. *Nutrients*, 11(11), 2766.

Britto, G., Becker, G., Soares, W., Nascimento, E., Rodrigues, E., Picanço, N., ... & Scabora, M. (2020). Bioactive compounds and physicochemical properties of dairy products supplemented with plantain and turmeric. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14720.

Buyanova, I.V., Urayeva, V.A., Elistratova, D.A. & Shrainer, V.A. (2024). Development of technology for functional dairy products with spices. *Bulletin of Ksau*, 6, 157-163.

Chandel, V., Biswas, D., Roy, S., Vaidya, D., Verma, A. & Gupta, A. (2022). Current advancements in pectin: extraction, properties and multifunctional applications. *Foods*, 11(17), 2683.

Chen, C., Zhao, S., Hao, G., Yu, H., Tian, H. & Zhao, G. (2017). Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: a review. *International Journal of Food Properties*, 20(sup1), S316-S330.

Chen, S., Bobe, G., Zimmerman, S., Hammond, E., Luhman, C., Boylston, T., ... & Beitz, D. (2004). Physical and sensory properties of dairy products from cows with various milk fatty acid compositions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11), 3422-3428.

Chi, E. (2024). Physicochemical and sensory properties of soy-yellow corn yoghurt spiced with ginger. *International Journal of Scientific Research Updates*, 7(1), 041-048.

Costello, P. J., Siebert, T. E., Solomon, M. R. & Bartowsky, E. J. (2013). Synthesis of fruity ethyl esters by acyl coenzyme A: alcohol acyltransferase and reverse esterase activities in *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus plantarum*. *Journal of Applied Microbiology*, 114(3), 797-806.

Cousin, F., Foligné, B., Deutsch, S., Massart, S., Parayre, S., Loir, Y., ... & Jan, G. (2012). Assessment of the probiotic potential of a dairy product fermented by *Propionibacterium freudenreichii* in piglets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(32), 7917-7927.

Cui, Y., Xu, T., Qu, X., Hu, T., Jiang, X. & Zhao, C. (2016). New insights into various production characteristics of *Streptococcus thermophilus* strains. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(10), 1701.

Dai, J., Li, W. & Dong, G. (2024). Dung Beetle Optimizer Algorithm and Machine Learning-Based Genome Analysis of *Lactococcus lactis*: Predicting Electronic Sensory Properties of Fermented Milk. *Foods*, 13(13), 1958.

Dan, T., Wang, D., Wu, S., Jin, R., Ren, W. & Sun, T. (2017). Profiles of volatile flavor compounds in milk fermented with different proportional combinations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *Molecules*, 22(10), 1633.

Demir, P., Baykalir, Y. & Oksuztepe, G. (2023). Investigation of the physiochemical and microbiological quality of fruit yoghurt sold in Elazig province. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 5(5), 75-82.

Dervisoglu, M., Gul, O., Güvenç, D., Atmaca, E. & Aksoy, A. (2013). Evaluation of chemical and microbiological characteristics and fatty acid profiles of butter samples collected from the Black Sea Region of Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 25(18), 10185-10190.

Doğan, M. (2018). Turkish adaptation of childrens perceived use of self-regulated learning inventory. *Educational Research and Reviews*, 13(10), 375-381.

Drastig, K., Prochnow, A., Kraatz, S., Klauss, H. & Plöchl, M. (2010). Water footprint analysis for the assessment of milk production in brandenburg (germany). *Advances in Geosciences*, 27, 65-70.

Eichler, K., Hess, S., Twerenbold, C., Sabatier, M., Meier, F. & Wieser, S. (2019). Health effects of micronutrient fortified dairy products and cereal food for children and adolescents: A systematic review. *PloS One*, 14(1), e0210899.

Ekka, B., Dejus, S. & Juhna, T. (2021). Case study on the dairy processing industries and their wastewater generation in Latvia. *Journal of Dairy Research*, 88(4), 425-428.

Elbanna, K., Sarhan, O., Khider, M., Elmogy, M., Abulreesh, H. & Shaaban, M. (2017). Microbiological, histological, and biochemical evidence for the adverse effects of food azo dyes on rats. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(3), 667-680.

El-Sayed, S. & Youssef, A. (2019). Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. *Heliyon*, 5(6), e01989.

Ercan, S. Ş., Soysal, Ç. & Bozkurt, H. (2019). Biogenic amine contents of fresh and mature kashar cheeses during refrigerated storage. *Food and Health*, 5(1), 19-29.

Erkmen, O. & Bozoglu, T. F. (2016). Fermented dairy products. *Food Microbiology: Principles into Practice; Wiley: Hoboken, NJ, USA*, 253-287.

Ersozlu, Z. & Miksza, P. (2014). A Turkish adaptation of a self-regulated practice behavior scale for collegiate music students. *Psychology of Music*, 43(6), 855-869.

Eschenbeck, H., Heim-Dreger, U., Tasdaban, E., Lohaus, A. & Kohlmann, C. (2012). A turkish adaptation of the coping scales from the german stress and coping questionnaire for children and adolescents. *European Journal of Psychological Assessment*, 28(1), 32-40.

Farooq, M. and Shahid, M. (2023). Quantification of on-farm groundwater use under different dairy production systems in pakistan. *Plos Water*, 2(2), e0000078.

Filho, J., Nascimento, W., Vasconcelo, S., Judice, M. & Egea, M. (2021). New strategy to reduce water consumption and waste generation during the mechanical milking process in a small cattle sector. *Journal of Management and Sustainability*, 11(1), 102.

Frolova, N., Yushchenko, N., Korolchuk, I. & Korablova, O. (2019). Prospects of using spices in technology soft-ripened goat cheese. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition Health and Life Quality*, 3, 212-223.

Galvão, D. F. (2018). Membrane technology and water reuse in a dairy industry. *Technological approaches for novel applications in dairy processing*, 163.

Ghizzawi, F. (2023). A focused insight into sumac: biological, chemical, health benefits and its applications in food industry. *Food Science and Engineering*, 191-203.

Gonzalez, E. & Aryana, K. (2018). Salt tolerance of cheese culture *Lactococcus lactis* R-604 as influenced by prior salt exposure and lactose deprivation. *Food and Nutrition Sciences*, 09(06), 633-641.

He, L., Zheng, J., Feng, S., Xu, L. & Zhong, N. (2022). He, L., Zheng, J., Feng, S., Xu, L., & Zhong, N. (2022). Immobilization of *Candida Antarctica* lipase A onto macroporous resin NKA-9: esterification and glycerolysis performance study. *Journal of Oleo Science*, 71(9), 1337-1348.

Henriques, M. H. F., Gomes, D. M. G. S., Borges, A. R. & Pereira, C. J. D. (2019). Liquid whey protein concentrates as primary raw material for acid dairy gels. *Food Science and Technology*, 40(2), 361-369.

Hidalgo-Fuentes, B., de Jesús-José, E., Cabrera-Hidalgo, A. D. J., Sandoval-Castilla, O., Espinosa-Solares, T., González-Reza, R. M., ... & Aguilar-Toalá, J. E. (2024). Plant-based fermented beverages: nutritional composition, sensory properties, and health benefits. *Foods*, 13(6), 844.

Higham, C., Horne, D., Singh, R., Kuhn-Sherlock, B. & Scarsbrook, M. (2017). Temporal and spatial water use on irrigated

and nonirrigated pasture-based dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 100(8), 6772-6784.

Ilori, B., Isong, S., Oghate, E., Ojeniyi, B., Durosaro, S., Akano, K., ... & Ozoje, M. (2022). Evaluation of single nucleotide polymorphism and genetic diversity at the myostatin gene locus in indigenous and locally adapted exotic turkey breeds in nigeria. *Nigerian Journal of Biotechnology*, 39(1), 20-30.

Itkonen, S. T., Erkkola, M. & Lamberg-Allardt, C. J. (2018). Vitamin D fortification of fluid milk products and their contribution to vitamin D intake and vitamin D status in observational studies—a review. *Nutrients*, 10(8), 1054.

Jakabová, S., Benešová, L., Kročko, M., Zajác, P., Čapla, J., Partika, A., ... & Štefániková, J. (2021). Evaluation of nutritional composition and sensory properties of cheese, cheese spreads and traditional butter from Slovak production. *Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 285-295.

Johnsen, J., Holmøy, I., Nødtvedt, A. & Mejdell, C. (2021). A survey of pre-weaning calf management in norwegian dairy herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 63(1).

Jufri, N., Marliyati, S. A., Anwar, F. & Ekayanti, I. (2023). Date milk enriched with vitamin D: nutrient content and acceptability as a food additive for preschoolers 48-59 months. *bioRxiv*, 2023-05.

Junior, P., Porn, C., Lara, D., Richter, M. & Prestes, M. (2022). Management of bovine waste from dairy farming conducted in a free

stall system on a family property in Southern Brazil. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 11(2), 20-31.

Kandyliari, A., Potsaki, P., Bousdouni, P., Kaloteraki, C., Christofilea, M., Almpounioti, K., ... & Koutelidakis, A. E. (2023). Development of dairy products fortified with plant extracts: antioxidant and phenolic content characterization. *Antioxidants*, 12(2), 500.

Kapil, J. & Mathur, N. (2020). The impact of dairy effluent on germination parameters of seeds of mung bean (*Vigna radiata*) and mustard (*Brassica nigra*). *International Journal of Economic Plants*, 7(4), 170-175.

Kara, R., Acaroz, U., Gürler, Z., Zengin, Z., & Soylu, A. (2020). Determination of microbiological quality of white cheeses marketed in Afyonkarahisar. *International Journal of Sustainable Agricultural Research*, 7(2), 93-97.

Kasapoğlu, K., Altin, G., Farooqi, A., Salehi, B., Özçelik, B., Setzer, W., ... & Sharifi-Rad, J. (2020). Anti-proliferative, genotoxic and cytotoxic effects of phytochemicals isolated from anatolian medicinal plants. *Cellular and Molecular Biology*, 66(4), 145-159.

Kaur, N., Arti, S., Kaur, H., Aggarwal, N., Banipal, T., & Kaur, K. (2022). Understanding interactions between amino acids and food additives via physicochemical and spectroscopic approaches. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 68(1), 4-13.

Kc, B., Schultz, B., McIndoe, I., Rutter, H., Dark, A., Prasad, K., ... & Paudel, K. (2020). Impacts of dairy farming systems on

water quantity and quality in Brazil, Ethiopia, Nepal, New Zealand and the USA. *Irrigation and Drainage*, 69(4), 944-955.

Keshtkaran, M., Mohammadifar, M. A., Asadi, G. H., Nejad, R. A. & Balaghi, S. (2013). Effect of gum tragacanth on rheological and physical properties of a flavored milk drink made with date syrup. *Journal of Dairy Science*, 96(8), 4794-4803.

Kim, J., Bunderson, B., Croasdell, A., Reed, K. & Coulombe, R. (2013). Alpha-class glutathione S-transferases in wild turkeys (*Meleagris gallopavo*): characterization and role in resistance to the carcinogenic mycotoxin aflatoxin B1. *Plos One*, 8(4), e60662.

Koca, N., Erbay, Z. & Kaymak-Ertekin, F. (2015). Effects of spray-drying conditions on the chemical, physical, and sensory properties of cheese powder. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 2934-2943.

Kochubei-Lytvynenko, O., Korolchuk, I., Yushchenko, N., Kuzmyk, U., Фролова, H., Pasichny, V., ... & Mykoliv, I. (2019). Perspective the use of goat milk in the production of soft milk cheeses. *Ukrainian Journal of Food Science*, 7(2), 250-263.

Koutina, G., Christensen, M., Bakman, M., Andersen, U., & Skibsted, L. H. (2016). Calcium induced skim-milk gelation during heating as affected by pH. *Dairy Science & Technology*, 96, 79-93.

Leandro, M., Marques, S., Ribeiro, B., Santos, H. & Fonseca, C. (2019). Integrated process for bioenergy production and water recycling in the dairy industry: selection of *Kluyveromyces* strains for direct conversion of concentrated lactose-rich streams into bioethanol. *Microorganisms*, 7(11), 545.

LeBouf, R., Burns, D., Ranpara, A., Attfield, K., Zwack, L., & Stefaniak, A. (2018). Headspace analysis for screening of volatile organic compound profiles of electronic juice bulk material. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 410(23), 5951-5960.

Lee, H. C., & Chin, K. B. (2011). Evaluation of various salt levels and different dairy proteins in combination with microbial transglutaminase on the quality characteristics of restructured pork ham. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7), 1522-1528.

Leksrisompong, P., Barbano, D. M., Foegeding, A. E., Gerard, P. & Drake, M. (2010). The roles of fat and ph on the detection thresholds and partition coefficients of three compounds: Diacetyl, δ -decalactone and furaneol. *Journal of Sensory Studies*, 25(3), 347-370.

Li, W., Ren, M., Duo, L., Li, J., Wang, S., Sun, Y., ... & Sun, T. (2020). Fermentation characteristics of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* isolated from naturally fermented dairy products and screening of potential starter isolates. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1794.

Liao, W. & Su, J. (2019). Evaluation of water scarcity footprint for taiwanese dairy farming. *Animals*, 9(11), 956.

Lima, R., Carvalho, A., Vieira, C., Moreira, R. & Conté-Júnior, C. (2021). Green and healthier alternatives to chemical additives as cheese preservative: natural antimicrobials in active nanopackaging/coatings. *Polymers*, 13(16), 2675.

Lindgaard-Jørgensen, P., Kristensen, G., & Andersen, M. (2015). Technology options in a dairy plant: assessing whole-system

eco-efficiency. *Environmental Management and Sustainable Development*, 5(1), 1-16.

Liu, J. M., Chen, L., Dorau, R., Lillevang, S. K., Jensen, P. R. & Solem, C. (2020). From waste to taste—efficient production of the butter aroma compound acetoin from low-value dairy side streams using a natural (nonengineered) *Lactococcus lactis* dairy isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(21), 5891-5899.

Lynch, K., Zannini, E., Coffey, A. & Arendt, E. (2018). Lactic acid bacteria exopolysaccharides in foods and beverages: isolation, properties, characterization, and health benefits. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9(1), 155-176.

Mannion, D., Furey, A. & Kilcawley, K. (2015). Free fatty acids quantification in dairy products. *International Journal of Dairy Technology*, 69(1), 1-12.

Maria, A., Zhuldu, K. & Serge, B. (2022). Use of sorbents to improve water quality in the production of reconstituted dairy products. *Emirates Journal of Food and Agriculture (EJFA)*, 34(1).

Martins, N., Oliveira, B. & Ferreira, I. C. (2019). Development of functional dairy foods. *Bioactive Molecules in Food*, 1-19.

Mase, T., Sonoda, M., Morita, M. & Hirose, E. (2010). Characterization of a lipase from *Sporidiobolus pararoseus* 25-A which produces cheese flavor. *Food Science and Technology Research*, 17(1), 17-20.

Menyanu, E., Russell, J. & Charlton, K. (2019). Dietary sources of salt in low- and middle-income countries: a systematic

literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(12), 2082.

Milani, F. and Nutter, D. (2011). Invited review: environmental impacts of dairy processing and products: a review. *Journal of Dairy Science*, 94(9), 4243-4254.

Mukdsi, M., Maillard, M., Medina, R. & Thierry, A. (2018). Ethyl butanoate is synthesised both by alcoholysis and esterification by dairy lactobacilli and propionibacteria. *LWT*, 89, 38-43.

Namrata & Kumar, S. (2021). Effect of fortification of pasta with natural immune booster *Moringa oleifera* leaf powder (MLP) on cooking quality and sensory analysis. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 9(3), 408-424.

Nicol, K., Thomas, E. L., Nugent, A. P., Woodside, J. V., Hart, K. H. & Bath, S. C. (2023). Iodine fortification of plant-based dairy and fish alternatives: the effect of substitution on iodine intake based on a market survey in the UK. *British Journal of Nutrition*, 129(5), 832-842.

Nikooyeh, B. & Neyestani, T. R. (2022). The effects of vitamin D-fortified foods on circulating 25 (OH) D concentrations in adults: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*, 127(12), 1821-1838.

Osaki, M. (2024). Artificial neural network model for water consumption prediction in dairy farms. *Bioscience Journal*, 40, e40009.

Pereira, C. T. M., Pereira, D. M. & Bolini, H. M. A. (2021). Influence of a prebiotic and natural sweeteners on the sensory profile

of skyr yogurt with mango pulp. *Journal of Food Science*, 86(6), 2626-2639.

Prete, R., Alam, K., Perpetuini, G., Perla, C., Pittia, P. & Corsetti, A. (2021). Lactic acid bacteria exopolysaccharides producers: a sustainable tool for functional foods. *Foods*, 10(7), 1653.

Puvača, N., Pelić, D., Tomić, V., Radišić, R., Milanović, S., Soleša, D., ... & Carić, M. (2020). Antimikrobna učinkovitost ljekovitog bilja i njihov utjecaj na kvalitetu sireva. *Mljekarstvo*, 70(1), 3-12.

Reis Rocha, R. A., Reis Rocha, L. C., Ribeiro, M. N., Lima Ribeiro, A. P., Alves da Rocha, R. & Souza Carneiro, J. D. D. (2021). Effect of the food matrix on the capacity of flavor enhancers in intensifying salty taste. *Journal of Food Science*, 86(3), 1022-1032.

Ropero, A. B., Borrás, F., Rodríguez, M., & Beltrá, M. (2023). Nutritional Description of Organic and Conventional Food Products in Spain: The BADALI Project. *Nutrients*, 15(8), 1876.

Sakal, H. & Pastarmadzhieva, D. (2021). Energy and environment in Turkish-Bulgarian relations.

Saricay, Y., Hettiarachchi, C., Culler, M. & Harte, F. (2019). Critical phosphate salt concentrations leading to altered micellar casein structures and functional intermediates. *Journal of Dairy Science*, 102(8), 6820-6829.

Sarkar, T., Salauddin, M., Hazra, S. K. & Chakraborty, R. (2020). Comparative classification efficiency of self-organizing

map, principal component analysis, and hierarchical cluster Analysis for normal dairy and differently pineapple fortified rasgulla. *ES Food & Agroforestry*, 1(3), 94-105.

Sarkar, T., Salauddin, M., Pati, S., Sheikh, H. I. & Chakraborty, R. (2021). Application of raw and differently dried Pineapple (*Ananas comosus*) pulp on Rasgulla (sweetened Casein Ball) to enhance its phenolic profile, shelf life, and in-vitro digestibility characteristics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e15233.

Sazawal, S., Dhingra, U., Dhingra, P., Hiremath, G., Sarkar, A., Dutta, A., ... & Black, R. E. (2010). Micronutrient fortified milk improves iron status, anemia and growth among children 1–4 years: a double masked, randomized, controlled trial. *PloS One*, 5(8), e12167.

Schatz, K., Hoffmann, W., Schrader, K. & Maurer, A. (2014). Effect of emulsifying salts containing potassium on the melting properties of block-type dairy cheese analogue. *International Journal of Dairy Technology*, 67(2), 202-210.

Shende, S., Patel, S., Arora, S. & Sharma, V. (2014). Oxidative stability of ghee incorporated with clove extracts and BHA at elevated temperatures. *International Journal of Food Properties*, 17(7), 1599-1611.

Shine, P., Murphy, M., & Upton, J. (2020). A global review of monitoring, modeling, and analyses of water demand in dairy farming. *Sustainability*, 12(17), 7201.

Simmons, A. (2023). Environmental consequences of a consumer shift from dairy- to soy-based products. *Crop and Pasture Science*, 75(1).

Soares, C., Fernando, A. L., Alvarenga, N., & Martins, A. P. (2016). Substitution of sodium chloride by potassium chloride in São João cheese of Pico Island. *Dairy Science & Technology*, 96, 637-655.

Sobmor, L. & Banjong, K. (2020). Optimization of pressurised intermittent microwave assisted extraction of pectin from thai soybean hulls. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 20(02), 15582-15606.

Soni, N., & Kumar, S. (2021). Effect of fortification of pasta with natural immune booster *Moringa oleifera* leaf powder (MLP) on cooking quality and sensory analysis. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, ISSN: 0719-3726.

Soukoulis, C., Lyroni, E. & Tzia, C. (2010). Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. *LWT-Food Science and Technology*, 43(9), 1351-1358.

Steinhilber, A. & Dohnke, B. (2016). Adolescent turkish migrants' eating behavior in germany: a comparison to nonmigrants in the home and host countries based on the prototype-willingness model. *Cultural Diversity and Ethnic Minority Psychology*, 22(1), 114-125.

Taylor, T. M., & Lathrop, A. A. (2015). Evaluation of antimicrobials and salt replacers for use in low-sodium dairy products. *Journal of Food Safety*, 35(1), 32-40.

Tidona, F., Zago, M., Carminati, D., & Giraffa, G. (2022). The reduction of salt in different cheese categories: recent advances and future challenges. *Frontiers in Nutrition*, 9, 859694.

Tong, L., Yi, H., Wang, J., Pan, M., Chi, X., Hao, H. & Ai, N. (2019). Effect of preheating treatment before defatting on the flavor quality of skim milk. *Molecules*, 24(15), 2824.

Usai, G., Cordara, A., Mazzocchi, E., Re, A., Fino, D., Pirri, C. F., & Menin, B. (2024). Coupling dairy wastewaters for nutritional balancing and water recycling: sustainable heterologous 2-phenylethanol production by engineered cyanobacteria. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 12, 1359032.

Villamil, R. A., Guzmán, M. P., Ojeda-Arredondo, M., Cortés, L. Y., Archila, E. G., Giraldo, A. & Mondragón, A. I. (2021). Cheese fortification through the incorporation of UFA-rich sources: A review of recent (2010-2020) evidence. *Heliyon*, 7(1), e05785.

Yan, M. J., & Holden, N. M. (2019). Water use efficiency of Irish dairy processing. *Journal of Dairy Science*, 102(10), 9525-9535.

Yazıcı-Kabadayı, S. & Öztemel, K. (2022). The mediating role of rumination and self-regulation between self-generated stress and psychological well-being. *Psychological Reports*, 127(2), 550-576.

Yeh, E. B., Barbano, D. M., & Drake, M. (2017). Vitamin fortification of fluid milk. *Journal of Food Science*, 82(4), 856-864.

Yerlikaya, O. (2019). Probiotic potential and biochemical and technological properties of *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* strains isolated from raw milk and kefir grains. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 124-134.

Yılmaz, M., Dertli, E., Toker, Ö., Tatlısu, N., Sağdıç, O. & Arıcı, M. (2015). Effect of in situ exopolysaccharide production on physicochemical, rheological, sensory, and microstructural properties of the yogurt drink ayran: an optimization study based on fermentation kinetics. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1604-1624.

Yoo, J., Song, M., Park, W., Oh, S., Ham, J., Jeong, S., ... & Kim, Y. (2019). A comparison of quality characteristics in dairy products made from jersey and holstein milk. *Food Science of Animal Resources*, 39(2), 255-265.

Zuo, F., Feng, X., Chen, L., & Chen, S. (2014). Identification and partial characterization of lactic acid bacteria isolated from traditional dairy products produced by herders in the western tianshan mountains of china. *Letters in Applied Microbiology*, 59(5), 549-556.

