



## Koruyucu Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığa Etkisi

### Food Preservatives and Their Effects on Health

Damla ÜNLÜ<sup>1\*</sup>  Ayşe GÜNEŞ BAYIR<sup>2</sup> 

<sup>1,2</sup>Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, İstanbul

<sup>1</sup>ORCID: 0000-0003-1192-5087 <sup>2</sup>ORCID: 0000-0002-9993-7850

\*Sorumlu Yazar: damlaunlu@gmail.com

Geliş Tarihi: 21.02.2022 Kabul Tarihi: 12.09.2022

### ÖZET

Günümüzde işlenmiş ve paketli gıdaların üretiminin artışıyla koruyucu gıda katkı maddelerinin kullanımı oldukça hız kazanmıştır. Bu maddelerin gıdalara katılmasıyla besinlerin mikrobiyal bozulmasına karşı korunması ve raf ömrünün uzatılması, aynı zamanda besinlerin doğal renginin ve aromasının da korunması amaçlanmaktadır. Her ülke koruyucu gıda katkı maddesi katılabilecek gıdaları ve katkı maddesinin dozunu kendi şartları doğrultusunda düzenlemektedir. Koruyucu gıda katkı maddelerinin önerilen limit değerlerin üzerinde kullanılmasıyla ödem, kronik ürtiker atopik dermatit, kızarıklıklar, karın ağrısı, diyare, hipotansiyon, astım ve anafilaktik reaksiyonlar, hiperaktivite, deride döküntü ve kaşıntıyla sonuçlanan alerjik etkiler görülebilmektedir. Bu çalışmada, koruyucu gıda katkı maddelerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri tüketiciyi ve toplumu bilinçlendirmek amacıyla bilimsel çalışmalardan derlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Koruyucu gıda katkı maddeleri, E kodu, Alerjik reaksiyonlar

### ABSTRACT

Today, with the increase in the production of processed and packaged foods, the use of preservative food additives has gained speed. By adding these substances to foods, it is aimed to protect the foods against microbial spoilage and to extend the shelf life, as well as to preserve the natural color and aroma of the foods. Each country regulates the foods that can be added with preservative food additives and the dosage of the additive in accordance with its own conditions. The use of preservative food additives above the recommended limit values may cause edema, chronic urticaria, atopic dermatitis, rashes, abdominal pain, diarrhea, hypotension, asthma and anaphylactic reactions, hyperactivity, allergic effects resulting in skin rash and itching. In this study, the effects of protective food additives on human health were compiled from scientific studies in order to raise awareness of the consumer and society.

**Keywords:** Preservative food additives, E code, Allergic reactions

## GİRİŞ

Gıda katkı maddeleri çok uzun zamandır kullanılmaktadır. İnsanlık tarihinde gıdalar; tütsülenerek, tuzlanarak, sirke ve yanmış kükürt ile korunmaya çalışılmıştır (Küşümler ve Özgün, 2020). En eski koruyuculardan tuz ve şeker, mikroorganizmaların gelişemeyeceği bir değere kadar su aktivitesini düşürerek gıdaları koruyabilmektedir (Tan vd., 2014). Mısır’da gıdaların boyama yöntemiyle saklandığı görülmüştür. Orta çağda gıda zehirlenmesine sebep olan botulizmi önlemek adına etlere nitrat eklenmiştir. Nitrat eklenen etlerin renginin daha sağlıklı görüldüğü anlaşılmıştır. Gıda katkı maddelerinin 18. yüzyıldan sonra kullanımı yaygınlaşmıştır (Serpen, 2007). Bu maddeler; gıdanın bozulmasını önleme veya tadını, rengini artırma gibi amaçlarla eklenen doğal veya sentetik olarak kullanılmaktadır (Biçer ve Uçar, 2016).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Gıda katkı maddeleri Yönetmeliği’nde gıda katkı maddeleri “*Tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya gıda ham ya da yardımcı maddesi olarak kullanılmayan, tek başına besleyici değeri olan veya olmayan, seçilen teknoloji gereği kullanılan, işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamul maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak ve düzeltmek amacıyla kullanılan maddelerdir*” şeklinde tanımlanmaktadır (TGK, 2013). Günümüzde işlenmiş ve paketli gıdaların üretiminin artışıyla kimyasal koruyucu maddelerin uygulaması hız kazanmaktadır. Katkı maddeleri açığa çıkabilecek değişiklikleri ve sonuçlarını önlemek, geciktirmek için gıdalara eklenmektedirler. Bu derlemede hazır paketli gıdaların ambalajlarında belirtilen kod numaralarından bahsedilmiştir.

Tüketiciyi ve toplumu koruyucu gıda katkı maddelerinin olabilecek olumsuz etkileri hakkında bir bilinçlendirme amaçlanmıştır.

## GIDA KATKI MADDELERİ VE YASAL DÜZENLEMELER

Katkı maddelerinden biri veya birkaçı gıdanın türüne göre aynı anda kullanılabilir. Ancak meyve ve sebzeler gibi taze ürünlerde, gıda katkı maddelerinden yalnızca koruyucuların kullanımı serbesttir. Gıdada gözlemlenmemesi gereken kimyasal değişimleri, mikrobiyal bir çoğalmayı veya bozulmayı önlemek adına katkı maddeleri eklenmektedirler. Bununla birlikte, meyve ve sebzeler bozulabilirlik açısından en yüksek kayıpları veren gıdalardır. Bu kayıp önemli boyutlarda yaşanmaktadır.

Gıda sanayisinin hızla büyümesiyle gıda katkı maddelerinin kullanımında artış yaşanmıştır. Bu artış birçok yasal düzenleme gerektirmiştir. Gıda katkı maddelerinin barındırdıkları özellikleri, kullanıldıkları gıdadaki miktarlarının düzeyi uluslararası seviyede incelenmekte ve önem verilmektedir (Karakaya, 2010). Katkı maddeleri laboratuvarlarda deney hayvanları üzerinde yapılan çalışmalarla test edilmektedir. Deneklerin %50’sinin ölümüyle sonuçlanan testlerle LD50 dozu belirlenmektedir. Bu hayvanlarda olumsuz bir etki oluşturmayan doz, limit değer kabul edilir. “NOAEL (No Observed Adverse Effect Level)” olarak adlandırılır. 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).

Gıda katkı maddeleri kullanımına izin verilse de sürekli ve yüksek miktarda tüketildiğinde vücutta toksik etkiler gösterebilmektedir (Briggs, 1997). Kullanılan katkı maddelerinin insan sağlığını etkilemeyecek özelliklerde olması zorunludur. Dünya Sağlık Örgütü

(WHO) ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından bilimsel çalışmalar göstergesinde belirlenmiş ve kabul edilebilir miktarlar dikkate alınmaktadır. Her ülke katabileceği gıdaları ve katkı maddesinin eklediği oranı kendi şartları doğrultusunda düzenlemektedir. Türkiye'deki belirlemeler, uluslararası kuruluşların standartları göz önünde bulundurularak TGK Yönetmeliği'ne göre hazırlanmaktadır (WHO, 2018).

## E KODLARI VE SINIFLANDIRMASI

Genelde E kodları için sağlığınıza zararlı oldukları kanısına varılmaktadır (Topçu vd., 2005). Toksikolojik araştırmaları tamamlanan, olumsuz etkileri veya zararsızlık dozu belirlenmiş katkı maddeleri uluslararası bir gösterge olan E kodlarıyla adlandırılmaktadır (Yörük ve Danyer, 2016). Tablo 1'de gıda katkı maddeleri E kodlarına ve kullanım amaçlarına göre gruplara ayrılmıştır. Gıdanın etiketinde bu kodu taşıması, içerdiği katkının Avrupa Birliği Bilimsel Gıda Komitesi tarafından kodlandığı ve onaylandığı anlamına gelmektedir. E kodlarıyla ilgili neler bildikleri adına öğrencilerle yapılan bir çalışmada %9,2'sinin besinlerin etiketlerini okumadıkları, %77,3'ünün gıda katkı maddelerinden herhangi birinin adını bilmediği, %49,6'sının ise E kodunun tanımı hakkında fikri olmadığı görülmüştür. Öğrencilerin %23,8'inin E kodlu gıdaları satın almadığı belirlenmiştir. Bu bulgular tüketicileri eğitecek ve bilinçlendirecek daha çok çalışma gerektiğini göstermektedir (Topçu vd., 2005).

## KORUYUCU GIDA KATKI MADDELERİ

Koruyucu gıda katkı maddeleri üç grup halinde incelenmektedir. Bunlar; antimikrobiyaller, antioksidanlar ve asitliği düzenleyicilerdir. Kullanımları ile besinleri bakteri, küf ve maya bozulmasına karşı korumayı, raf ömrünü uzatmayı, doğal rengini ve aromasını korumayı amaçlamaktadır (TGK, 2013). Tablo 2'de E

kodları ilgili koruyucu gıda katkı maddeleri ve özellikleri ile sıralanmıştır.

Tablo 1. Gıda katkı maddeleri sınıflandırılması ve E kodları

Gıda katkı maddeleri	E kodları
Renklendiriciler	E 100-180
Koruyucular	E 200-285, E 330
Antioksidanlar	E 300-321
Emülsifiyer ve Stabilizatörler	E 322-500
Asit-baz sağlayıcılar	E 500-578
Tatlandırıcılar, koku verenler	E 620-637
Geniş amaçlı GKM	E 900-927

## Antimikrobiyaller

### Benzoik Asit

Benzoik asit (E210), benzoatlar ve benzoik asit esterleri çoğu meyvede bulunmaktadır. En çok kiraz, kıvılcık gibi meyvelerde vardır. Mantarlarda, karanfil ve tarçın gibi baharatlarda ve bakteriyel fermentasyon vasıtasıyla süt ürünlerinde doğal bir şekilde bulunabilmektedir. Toluenden kimyasal yöntemlerle elde edilen benzoik asit ticaricamaçlarla kullanılmaktadır (Yörük ve Danyer, 2016). Benzen halkasına bir karboksilik grup ile bağlı olan en basit aromatik asittir (Zengin vd., 2011). Geniş bir aralıktaki asidik besinlerde; maya ve mantarlardan gıdaya koruma sağlamaktadır. Mantarlara karşı etkinliği daha düşüktür. Zayıf asidik ve nötr ürünlerde etki etmemektedir (Yörük ve Danyer, 2016). Bununla birlikte, benzoik asit tuzları asit formuna göre daha çok tercih edilmektedir çünkü sudaki çözünürlük oranı benzoik asit tuzlarında daha yüksektir (Zengin vd., 2011). Uygulama miktarının sınırlı tutulmasının altında yatan bir sebep de yüksek konsantrasyonlarda ekşi bir tat açığa çıkarmasıdır. İnsan vücudu için kabul edilebilir günlük alımı 5 mg/kg olarak belirlenmiştir. Önerilen konsantrasyonlarda kullanıldığında herhangi bir yan etkisi görülmemektedir. Ancak, bazı bireylerin vücutlarında histamini serbest bırakarak asıl olmayan alerjik tepkilere neden olabilmektedir.

Tablo 2. Koruyucu gıda katkı maddeleri özellikleri ve E kodları

E kodu	İsmi	Özellik
E200	Sorbik asit	Doğal koruyucu
E201	Sodyum sorbat / Sorbik asit sodyum tuzu	Sentetik koruyucu
E202	Potasyum sorbat	Sentetik koruyucu
E203	Kalsiyum sorbat	Sentetik koruyucu
E210	Benzoik asit	Doğal koruyucu
E211	Sodyum benzoat / Benzoik asit sodyum tuzu	Sentetik koruyucu
E212	Potasyum benzoat / Benzoik asit potasyum tuzu	Sentetik koruyucu
E213	Kalsiyum benzoat / Benzoik asit kalsiyum tuzu	Sentetik koruyucu
E214	Etil 4-hidroksibenzoat	Sentetik koruyucu
E215	Etil 4-hidroksibenzoat sodyum tuzu	Sentetik koruyucu
E216	Propil 4-hidroksibenzoat	Sentetik koruyucu
E217	E216 nin sodyum tuzu	Sentetik koruyucu
E218	Metil 4-hidroksibenzoat	Benzoik asitten sentetik koruyucu
E219	E218 in sodyum tuzu	Benzoik asitten sentetik koruyucu
E220	Sulfür dioksit	Doğal koruyucu
E221	Sodyum sulfit	Sentetik koruyucu
E222	Sodyum hidrojen sulfit	Sentetik koruyucu; ağartıcı
E223	Sodyum metabisulfit	Sentetik koruyucu; antioksidant
E224	Potasyum metabisulfit	Sentetik koruyucu
E225	Potasyum sulfit	Sentetik koruyucu
E226	Kalsiyum sulfit	Sentetik koruyucu
E227	Kalsiyum hidrojen sulfit	Sentetik koruyucu
E228	Potasyum hidrojen sulfit	Sentetik koruyucu
E230	Bifenil	Sentetik koruyucu
E231	2-hidroksibifenil	Sentetik koruyucu
E232	Sodyum biphenyl-2-yl oxide	Sentetik koruyucu
E233	2-(Thiazol-4-yl) benzimidazole	Sentetik koruyucu
E234	Nisin	Doğal antibiyotik
E235	Pimarasin	Doğal antibiyotik
E236	Formik asit	Doğal asit, koruyucu
E237	Sodyum format	Doğal tuz, koruyucu
E238	Kalsiyum format	Doğal tuz, koruyucu
E239	Heksamin	Sentetik koruyucu
E240	Formaldehid	Koruyucu
E242	Dimetilkarbonat	Sentetik koruyucu
E249	Potasyum nitrit	Doğal tuz, koruyucu
E250	Sodyum nitrit	Doğal tuz, koruyucu
E251	Sodyum nitrat	Doğal tuz, koruyucu
E252	Potasyum nitrat	Doğal tuz, koruyucu
E260	Asetik asit	Doğal asit, koruyucu
E261	Potasyum asetat	Koruyucu, doğal tuz
E262	Sodyum asetat	Koruyucu, doğal tuz
E263	Kalsiyum asetat	Koruyucu, doğal tuz
E270	Laktik asit	Doğal asit
E280	Propionik asit	Doğal asit
E281	Sodyum propionat	Doğal tuz
E282	Kalsiyum propionat	Doğal tuz
E283	Potasyum propionat	Doğal tuz
E284	Borik asit	Doğal asit
E285	Sodyum tetraborat	Doğal asit
E290	Karbon dioksit	Doğal gaz
E296	Malik asit	Asit
E297	Fumarik asit	Doğal asit

### Sodyum Benzoat

Sodyum benzoat (E201) kozmetikte, gıdada ve ilaç sektöründe düşük maliyetiyle tercih edilen eski kimyasal koruyuculardan biridir (Çakmaklı ve Çelik, 1994). FDA tarafından kullanımına izin verilmiş olan ilk antimikrobiyal madde sodyum benzoattır (Özdemir vd., 2012). Küflere karşı az aktif olup daha çok maya ve bakterilere karşı aktiftir. Fakat dar bir pH aralığında etkinlik göstermesi ve genellikle meyve sularında hoş olmayan lezzet vermesi sebebiyle potasyum sorbat ile birlikte kullanımı tercih edilmektedir. Ek olarak bu kombinasyonda seviyeleri düşük tutulmaktadır (Çakmaklı ve Çelik, 1994). Araştırmalar sodyum benzoatın antimikrobiyal aktivitesinin temelindeki benzoik asidin çözülmemiş moleküler yapısından kaynaklandığını göstermektedir. Sebebi ise benzoik asidin bu yapısının lipofilik bir karakterde olmasıdır. Sodyum benzoat dar bir pH aralığındaki gıdalarda etkilidir ve meyve sularındaki kullanımıyla istenmeyen tat oluşumuna neden olabilmektedir. Bu sebeple düşük miktarda ve bir başka katkı maddesi olan potasyum sorbat ile kombine edilerek kullanımı tercih edilmektedir (Özdemir vd., 2012).

### Sorbik Asit

Sorbik asit (E200) doymamış bir karboksilik asit olarak ekşi bir tada sahiptir. Daha çok kalsiyum, potasyum ve sodyum tuzlarının kullanıldığı görülmektedir. İşlenme sırasında uzun süre yüksek ısıya maruz kalan gıdalara sonradan ilave edilmektedir. Gıdalara maximum %0,1-0,2 oranında eklenebilen sorbik asit, düşük pH değerlerinde etki gösterebilen bir maddedir (Kalyoncu, 2008). Bazı çalışmalar sorbik asidin oda sıcaklığında muhafaza edilse dahi bozulmadığını göstermiştir (De Jesus vd., 2021). Gıda katkı maddelerini ürünlere eklemenin mikrobiyal aktiviteyi azaltmak ve paketi açıldıktan sonra uzun süre stabilitesini korumak gibi avantajları vardır. Sorbik asit de paketlenmiş ekmek ürünlerinde koruyucu olarak kullanılmaktadır. Kodekste belirtilen düzeylerde kullanımı onaylanmıştır.

Bununla birlikte enzim sistemleri, DNA ve genler üzerinde olumsuz etkiler oluşturabildiğini göstermekte olan invitro çalışmalar mevcuttur (Gültekin vd., 2019). Sorbik asit ve tuzları %0,1 konsantrasyonun üzerinde olduğunda içeceklerde istenmeyen tat oluşumuyla karşılaşılabilir. Sudaki çözünürlüğü benzoik aside oranla 180 kat fazla olan sodyum benzoat, pek çok gıda ürünüde düşük maliyetiyle öncelikli tercih edilmektedir. Kokusuz ve renksiz olması da avantaj sağlamaktadır (Koyuncu, 2006; Ova, 2001). Yapılan bir çalışmada domates salçalarının üretim sürecinde benzoik asit ve sorbik asit kullanımının belirlenmesi, kullanılmış ise TGK Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nin kabul gördüğü sınırlar içinde olup olmadıklarının saptanması istenmiştir. İncelenen 5 adet geleneksel salça örneğinden 1 örnekte sorbik asit için belirlenen 1000 mg/kg limit değerini aştığı görülmüştür. Çalışmada aynı araştırmacıların incelediği ticari 5 domates salçası örneğinin 3'ünde limit değerini üzerinde benzoik asit tesbit edilirken hiçbirinde sorbik aside rastlanmamıştır. Bu durumun önüne geçebilmek için artırılmış gıda denetimleriyle birlikte kaliteli domates seçimi de etkili olacaktır (Coşkun ve Çotra, 2019).

### Potasyum Sorbat

Antimikrobiyal spektrumu oldukça geniş olan potasyum sorbat (E202), maya ve küflerde aktif; bakterilerde etkinliği düşük olan bir gıda koruyucusudur. Besinlerde gözlenen küf gelişimini engelleyen özelliğiyle ekmek ürünleri, süt ürünleri, reçeller, şuruplar ve şaraplarda kullanıldığı görülmektedir. Isıl işlem görmüş gıdalarda, yüksek sıcaklığa karşı dayanıklılığından dolayı herhangi bir sorun oluşmaksızın kullanılabilir (Özdemir vd., 2012). Gıdalara ilave ettiğimiz tuz ve şeker, potasyum sorbatın antimikrobiyal etkisini arttırmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucu, potasyum sorbat ilavesinin  $a_w$  (su aktivitesi) değerini düşürdüğü ve bu durumun ürünün raf ömrünü uzattığı görülmüştür (Üçüncü, 2011).

### Propiyonik Asit

Fermente gıda üretiminde propiyonik asit (E280) kullanımı, bozulmaya sebep olan mikroorganizmaları yok ederek arzu edilen değişiklikleri gıdaya sağlamaktadır (Şimşek vd., 2002). İsviçre tipi sert peynir üretiminde laktik asit bakterileriyle kullanılmaktadırlar (Kılıç, 1992). Funguslara karşı benzoik asitten daha etkili bir koruyucudur. En etkili koruyuculuğunu pH 5 ve altında bir değerdeyken göstermektedir. Sudaki çözünürlükleri daha fazla olduğu için sodyum ve kalsiyum tuzları daha çok tercih edilmektedir (Getachew vd., 1998). Hayvansal ürünler insan beslenmesinde büyük bir role sahiptir. En büyük rolü ruminant yani bitkisel kaynaklı beslenen (herbivor) hayvanlardan elde ettiğimiz et ve süt ürünleri üstlenmektedir. Hayvanları beslediğimiz yemler, mikrobiyal sindirim aşamasından geçerken açığa birçok madde çıkmaktadır. Bu sindirim sonucu amonyak, karbondioksit, uçucu yağlar ve metan gazı oluşumu görülmektedir.

Antibiyotikler yem katkı maddesi olarak kullanıldığında açığa çıkan metan gazı oluşumunu azaltmıştır. Fakat hayvanların sağlığı açısından direnç oluşumu ve tehlike teşkil ettiklerinden kullanımı yasaklanmıştır. Daha güvenilir sonuçlar veren yem katkı maddelerine yönelmişlerdir. Değişik türlerdeki bitki ekstraktlarıyla birlikte prebiyotikler de bu amaca uygun kullanılabilir. Yapılan çalışmada saman, arpa ve fiğe propiyonik asit eklenmiş ve in vitro yöntemler uygulanarak metan gazı oluşumunda propiyonik asidin etkisi gözlemlenmiştir. Buğday samanında toplam gaz ve metan gazı oluşumunu azalttığı görülse de önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir (Çiftçi, 2019). Bir başka araştırma ticari bir firmadan elde edilen yumurtalar üzerinde yürütülmüştür. Yumurtacı tavukların yemlerine ilave edilen propiyonik asidin kalite ve parametreler üzerindeki etkisi gözlemlenmiştir. Amaç uygulanan organik asidin en uygun değerinin tespit etmektir. Propiyonik asit ilavesi yumurta kalitesine dair parametrelerde (yumurta kabuk kalınlığı,

yumurta kırılma mukavemeti, yumurta sarı ve akı indeksi) deneme gruplarındaki tavuk yumurtaları arasında önemli fark oluşmuştur. Fakat propiyonik asit ilavesi, yumurta iç ve dış kalite özelliklerinde anlamlı bir etki göstermemiştir (Kaya ve Dama, 2018). Farklı gıda maddelerinden alınan küf kültürleri üzerine etkisini ve ne kadar çoğalmasına karşı ne kadar durdurucu olduğunu belirlemek üzere yapılan bir deneyde, propiyonik asidin yalnızca *Fusarium semitectum* türünde etkili bir engelleyici karakter göstermiştir. Diğer türlere pH 4.8’de en fazla etkiyi gösterse de birkaç küf türünde istenilen değere ulaşamamıştır. Sonuç olarak propiyonik asidin tavuk yemlerinde tek başına koruyucu olarak kullanılması güvenli bulunmamaktadır (Dandin, 1997).

### Sülfidler

Tarihte uzun zamandır gıdaları saklamada sülfid kullanımı görülmektedir. Taze meyve ve sebzelerde, şaraplarda kullanılmaktadır. Sülfidlerin besinler üzerinde kozmetik bir etkisi de bulunmaktadır. Bu etkiyi ağartıcı olarak ve fermentasyon kontrolünde göstermektedir. Örnek olarak kuru kayısının rengi turuncu elde edilirken karoten içeriği de azalmamaktadır. Fakat bazı çalışmalar karotende harabiyete neden olduğunu belirlemiş ve bir gıda 10 ppm’in üzerinde sülfid içeriyorsa bunun etiketinde belirtilmesi gerekmektedir (Yurttagül ve Ayaz, 2008).

### Nitrit ve Nitrat

Sucuk, salam ve sosis gibi et ürünlerinde bozulmayı önlemek, *Clostridium botulinum* çoğalmasını engellemek, ete parlak canlı renk vermek gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Ülkemizde ve dünyada yapılan son çalışmalar, et ürünlerinde rastlanan nitrit ve nitrat kalıntılarının anlamlı derecede azaldığını saptamıştır (Yurttagül ve Ayaz, 2008). Nitrat tuzları vücuttaki iyot emiliminde minör düzeyde azalmaya sebep olmaktadır (Altuğ, 2001). Nitritin antimikrobiyal aktivitesi pH 5 değerinde en yüksektir. WHO’nun nitrit

ve nitrat için belirlediği maximum limitler 0-5 mg/kg ve 0-0,5 mg/kg'dır. Bununla birlikte vücudumuza aldığımız nitrit miktarı 2-5 mg' ı geçmemelidir (Ekici vd., 2008). Nitrit, kürlenmiş ete karakteristik pembe bir renk vermek adına miyoglobininle etkileşime girmektedir. Gıda koruyucularından en çok tartışılanlar nitrit ve nitrattır. Bu maddeler kanserojen etki gösteren nitrozo bileşikler açığa çıkarmaktadır. Oluşan bileşiklerin kanın oksijen taşıyabilme kapasitesini azalttığı görülmüştür (Bağcı, 1997).

### Antioksidanlar

İnsan beslenmesinde çok büyük rolü olan antioksidanlar, lipid oksidasyonunu engellemektedir. Yüksek derişimde lipid tüketimine bağılı olarak gıdalarda bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) tarzı sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılmış çalışmalarda sentetik antioksidanların toksik etki gösterebileceği saptanmıştır. Harcanması gereken yüksek maliyetleri ve doğal antioksidanlara göre beklenenden daha düşük performans göstermeleriyle doğal antioksidanlara yönelen ilgi oldukça artmıştır. Bir başka çalışmada doğal ve antioksidan maddelerin kapasiteleri karşılaştırılmıştır. Bitkilerden elde ettiğimiz doğal antioksidanlar ve gıda endüstrisinde kullanılan sentetik antioksidanların farklı yöntemlerle tayinleri yapılmıştır. Sonucunda doğal olanların da sentetik antioksidanlar kadar antioksidatif etki gösterdiği görülmüştür (Yavaşer, 2011).

### Asitliği Düzenleyiciler

Asetik asit, sitrik asit, laktik asit, malik asit ve fumarik asit gibi koruyucuların besinlerin asitliğini ve bazlığını kontrol etme amacıyla kullanıldığı görülmektedir. Bu maddeler pH'yı düşürerek zararlı mikroorganizmaların ısıya duyarlılığını artırmaktadır. Bu sayede meyve ve sebzelerdeki enzimatik kararma önlenerek besnin raf ömrü uzatılmış olur. Ayrıca demir ve bakıra bağlanarak lipidlerin acıma

süresini uzatmaktadır. Portakal, mandalina, limon gibi meyvelerde sitrik asit bol miktarda bulunmaktadır. Ancak sitrik asitle (E330) ilgili çok fazla tüketiciyi yanlış bilgilendirme mevcuttur. Gıdalara katılmalarında herhangi bir sakınca görülmemektedir (Yurttagül ve Ayaz, 2008). Bazı çalışmalarda, portakal suyundan izole ederek bir maya türünün üzerine hipoklorit, perasetik, fosforik, sitrik ve laktik asidin nasıl bir etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışma sitrik asidin durdurucu veya inhibe edici etkisinin hücreye stres yarattığını gözlemlemiştir (Winniczuk ve Parish, 1997). Bu da proteinlerde denaturasyonla sonuçlanmaktadır. Bu maya grubu üzerinde asetik asidin toksik etkisi görülmüştür.

Organik asitlerin antimikrobiyalitesi, asidin pKa değerine ve bulunduğu ortamın pH'sına bağılı olarak değişmektedir. Asetik asit, laktik asitten daha zayıf bir asittir fakat daha durdurucu bir etki göstermektedir. Bunun nedeni asetik asidin çok daha az diyosiyeye olmasıdır (Savard vd., 2002). Diyosiyeye; kimyasal bir bileşimin çözünmüş, bileşenlerine ayrılmış olma durumu durumudur (Can ve Arslan, 2007). Fumarik asidin bakteriyel aktivitesi, laktik asidin etkinliğinden daha az seviyede tanımlanmıştır. Fumarik asit, alkolik fermantasyon yoluyla doğal olarak da üretilmektedir. Krebs döngüsünde ara madde olarak görülmektedir. Düşük konsantrasyonlarda dahi malolaktik fermantasyonu tamamen engelleyebilmektedir. Bu şekildeki tercih edilen konsantrasyonlarda oldukça iyi bir asitleştirici etkiye sahiptir. Şaraplardaki kullanımı kükürtdioksit miktarı veya kalıntısının azaltılması konusunda daha çok tercih edilmektedir (Morata vd., 2020).

### KORUYUCU GIDA KATKI MADDELERİNİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİSİ

Dünya üzerinde tüketimdeki hızlı artışla birlikte gıda katkı maddelerine karşı vücudumuzun geliştirdiği ve çok değişken olan yan etkilerin artış gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin monosodyum

glutamate birçok çorba, sos ve et ürünlerinde lezzeti artırmaya yönelik kullanılmaktadır. Yapılan bir laboratuvar deneyinde genç kemirgenlerin beyinde hasara yol açtığı görülmüştür. Sonrasında epilepsi ve benzeri nöbetlerin oluşumunda rolü olduğu anlaşılmıştır (Doğruyol, 2006).

Koruyucu katkı maddelerinin önerilen limit değerlerin üzerinde kullanılmasıyla ödem veya kronik gelişen ürtiker görülmektedir. Bu semptomlara eşlik eden atopik dermatit, çeşitli kızarıklıklar, karın ağrısı, diyare, hipotansiyon, astım ve anafilaktik reaksiyonlar oluşabilmektedir (Küşümler ve Özgün, 2020). Koruyucular arasında tartışmaların en çok devam ettiği maddeler nitrit ve nitrattır. Nitritler, kanda hemoglobininle birleşip onun taşıma kapasitesini önleyerek bebeklerde ve çocuklarda olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Daha çok hazır bebek mamalarında ve mamayı hazırlarken kullanılan suyun nitrat içeriğine bağlı olarak rastlanılmaktadır.

Nitrit ve nitrat, venöz kan basıncını düşürerek hipotansiyon görülmesine yol açmaktadır. İlerleyen süreçte mide kanseri olasılığının yanı sıra nefes daralması ve baş dönmesi gibi semptomlar da görülmektedir (Omaye, 2004). Bu bilimsel verilere dayanarak çocuk ve gebelerin nitrit ve nitrat içeren gıdaları tüketmemeleri ve uzak durmaları gerektiği önerilmektedir (Wibbertmann vd., 2000). Destekleyecek bir başka çalışma ise anne fareler ve onların yavruları üzerinde sodyum nitritin etkisini araştırmıştır. Sodyum nitrite maruz kalan yavruların ağırlık ve boy uzunlukları daha düşük çıkmıştır. Hamile olan farelerin yavrularının ise ölüm oranlarındaki artış gözlemlenmiştir. Nitrit iyonları doğrudan damar kaslarının genişlemesini sağlayarak kan basıncında düşmeye sebebiyet verir. Sonrasında birçok dolaşım bozukluğu ve şok görülebilmektedir (Mowafy vd., 2001).

Nitrit ve nitratların nitrozamin gibi bileşenlerinin kanımızda dolaşmasıyla karaciğer, böbrek, pankreas, mide, akciğer gibi pek çok organımızda kanser başlangıcına

sebebiyet vermektedir (Küşümler ve Özgün, 2020). Yapılan bazı araştırmalar da günde 50 gr nitrit içeren et ürünü tüketiminin kolon kanseri görülme riskini %21 artırdığını göstermektedir. Nitrit ve nitrate maruz kalmak kolorektal kanser riskini ve baş-boyun kanserlerine yakalanma oranında da belirgin olmamakla beraber bir artış oluşturmaktadır (Knekt vd., 1999).

İnsanlarda ölüme kadar gidebilecek olan ciddi alerjik reaksiyonlara en çok neden olan koruyuculardan biri de kükürtdioksittir. Kullanım miktarı izin verilen değerden daha yüksek olmamalıdır (Boğa ve Binokay, 2010). Kodu E220 olan kükürt dioksit astım ataklarına sebebiyet verebilmektedir. 1980 yılında ciddi alerjik tepkiler yaratarak 12 kişinin ölümüne neden olduğundan güvenli kabul edilen kimyasallar listesinde artık yer almamaktadır. Önlem olarak izin verilen miktarları oldukça azaltılmıştır (Boğa ve Binokay, 2010).

Antioksidan ve antibakteriyel olarak gıdalara eklenen sülfidler, astımlı bireylerin %10'unda sülfid alımından 20 dakika sonra astımı şiddetlendirmiştir. Bazı bireylerde tek başına astım görülürken bazılarında kızarıklık ve kabarıklıklar, ürtiker ve burunda akıntı, karın ağrısı, anafaksi de görülebilmektedir (Şen vd., 2017). Kodu E223 olan sodyum meta bisülfid; bisküvi, gofret, kurabiye, kek, patates cipsi, sirke gibi gıdalarda kullanılmaktadır. Astım rahatsızlığı olan hastalarda ataklara, bakterilerde mutasyona neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tiaminde harabiyet yarattığı görülmüştür (Bağcı, 1997).

Benzoik asit ve tuzlarının (E210-E219) da neden olduğu olumsuz yan etkiler gözlemlenmiştir. Beyinde zede, kilo kaybı, sinirsel bozukluklar, aşırı duyarlılık ve ağrı görülmüştür. Ayrıca östrojen hormonunu artırarak vücutta tümör oluşumuna sebebiyet vermektedir (Erkmen, 2010). Bununla birlikte benzoik asit, günlük kullanımında izin verilen limit aşıldığında astım, hiperaktivite, deride döküntü ve kaşıntıyla sonuçlanan etkiler gösteren bir koruyucu gıda katkı maddesi olmaktadır



(Boğa ve Binokay, 2010). Margarin, reçel ve jölelerde, bisküvi ve kek kremlerinde, ketçap ve çeşitli soslarda, zeytin ezmesinde kullanıldığı bilinen benzoik asit (E210); insanlarda migren ataklarını tetikleyebilmektedir (Bağcı, 1997). Yapılan bir araştırmadaki değerlendirmeler ışığında sodyum benzoat, uygulanan doz ve süresine de bakılarak embriyoların toplam ağırlık oluşumunda önemli seviyede azalmaya sebep olmaktadır (Karakahya ve Başimoğlu Koca, 2016).

Sodyum benzoatın yüksek dozlarda alınmasıyla bireyde Löko Klastik Vaskülit rahatsızlığının ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Küçük damarlarda nekrozla ilerleyen bu hastalık oldukça seyrek görülmektedir (Vogt vd., 1999). Üç yaşındaki çocukların beslenme ögünlerinde bir hafta boyunca renklendirici ve koruyuculardan arındırılmış diyet uygulanmış ve sonrasında üç hafta boyunca gruplara ayırarak 20 mg renklendirici, 45 mg koruyucu (sodyum benzoat) ve plasebo verilmiştir. Bu katkı maddelerinin diyetten çıkarılması gerektiğine ve çocuklarda hiperaktiviteye sebep olduğuna karar verilmiştir. Çocukların diyetinden çıkarıldıklarında hiperaktif davranışlarında önemli ölçüde azalma gözlemlenmiştir (Bateman vd., 2004).

Gıda koruyucularından sodyum benzoat ve sodyum sülfite obeziteyle ilişkilendirildiği bir çalışmada, 10 ve 20 mm sodyum benzoat, 1 ve 10 mm sodyum sülfite maruz bırakılan farelerde obezite oluşumuna karşı etkili olan leptin hormonunun salınımında azalma görülmüştür. Merkezi sinir sisteminde leptin düzeyinin olması gereken altına inmesiyle obeziteye eğilimde bu katkı maddelerinin etkili olabileceği öne sürülmüştür (Ciardi vd., 2012). Yapılan bazı çalışmalar sorbik asit ve tuzlarının böbrekte ağırlık artışı oluşturduğunu belirtmektedir. Bu katkı maddesi bireyde kolesterol değerinde artışa sebep olarak kandaki lökosit sayısında düşüş yaratmaktadır (Groten vd., 2000). Potasyum sorbatın lenfosit hücreleri üzerindeki genotoksik etkisinin varlığını anlamak için in

vitro mikronükleus 4 farklı konsantrasyonda potasyum sorbat uygulanmıştır. Sonucunda genotoksik etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Mamur vd., 2010).

Birçok organik asit yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. En önemli etkileri kanatlı hayvanların bağırsaklarındaki pH'yı düşürüp patojen mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyerek antibakteriyel davranışlarıdır (Çelik, 2007). Bu organik asitler *S. ruminantium* bakterisinin sindirim kanalında laktik asitten enerji olarak faydalanabilmesini sağlamaktadırlar. Laktik asidin metabolize edilerek ortamdan uzaklaştırılmasında ve rumen fermentasyonunda en etkili olan yem katkı maddesi malik asittir (Martin, 1998). Sitrik asit (200 mg/ml), kalsiyum propiyonat (50-1000 mg/mL), fosforik asit (25-200 mg/ml) ve benzoik asitin (50-500 mg/mL) insan vücuduna genotoksik etkilerinin incelenmek istendiği bir çalışmada bu katkı maddelerine in vitro koşullarda 1 saat maruz bırakıldıktan sonra insan lenfosit hücrelerinde önemli derecede DNA hasarı gözlenmiştir. En yüksek genetik yan etkiyi fosforik asit oluşturmuştur (Yılmaz vd., 2014).

Bir maya türü olan *Saccharomyces* sofralık zeytinin fermentasyonunda oldukça yaygın kullanılmaktadır. Fakat fermentasyonu tamamlandığında zeytinlerde bozulmaya neden olduğu görülmüştür. Bunu engelleyebilmek için laktik asitin koruyucu etkisinin pH düşürücü özelliğinden faydalanarak ortama hâkim olması sağlanmaktadır. Bu bozucu mayaların asetik asit ve propiyonik asite göre laktik aside karşı daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Andersson vd., 1990). Araştırmacılara göre askorbik asidin sağlık üzerinde olumsuz etkileri görülmüştür. Deney sıçanlarına sekiz ay süresince 100-500 mg/kg doz aralığında C vitamini takviyesiyle bu hayvanlarda belirli bir insülin direnci ve glikoz intoleransı geliştiği saptanmıştır (Ali vd., 2018). Sıçanlara verilen farklı dozlardaki C vitaminiyle askorbik asidin (E300) insülin direnci ve glikoz intoleransına neden olduğu görülmüştür. Avustralya'da bir araştırmada

ekmeklere eklenen kalsiyum propiyanat (E282) küçük yaştaki çocuklarda dikkat eksikliği, uyku problemleri ve huzursuzluk gibi yan etkiler açığa çıkarmıştır. Hücre çoğalmasını yavaşlatarak kromozom anormalilerine sebep olabilmektedir. Yüksek dozda alımının vücutta başka nasıl etkileri olabileceğini araştıran ayrı bir çalışmada ise obez bireylerin gaita örnekleri incelenmiştir. Sonuçlara göre propiyonik asit miktarı fazla kilolu katılımcılarda daha yüksek çıkmıştır. Obeziteyle ekmelelerde katkı maddesi olarak kullanılan propiyonik asit arasında mikrobiyotayla bir ilişki kurulmuştur (Gültekin vd., 2019).

Gıdalarda yağların oksitlenmesini önlemede kullanılan bir koruyucu olan bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ise 25 mg/kg seviyesinin üzerinde alındığında emzirme dönemindeki annelerin kilo alımının azalmasında ve sürecin daha sağlıklı ilerlemesinde rolüne rastlanmıştır. Yüksek dozlardaki alımıyla karaciğerde hepatocellüler nekroza neden olmaktadır. Lipidlerde kullanılan bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA) mide ön hiperplazisine sebebiyet vermektedir (Groten vd., 2000). Yapılan bazı çalışmalar bu katkı maddelerinin farelerde kanserli hücre oluşturduğunu bildirmiştir. Bu sebeple bebek mamalarında kullanımına izin verilmemiştir. Alerjik reaksiyonlar, hiperaktivite, kanserojen etki gibi olumsuzluklara sebep olabildiği görülmüştür (Çalışır ve Çalışkan, 2003).

Hayvan yemlerinde katkı maddesi olarak kullanılan E310 kodlu propil gallat da karaciğerde enzim indüksiyonu yaratmaktadır. Kandaki kırmızı hücre sayısını ve hemoglobin değerini düşürmektedir (Groten vd., 2000). Katı ve sıvı bitkisel yağlarda, margarinde ve patates cipsinde, çerezlerde, kakaolu mamullerde kullanılan gallatlar; karaciğerde karabiyete ve bağırsaklarda irritasyona neden olabilmektedir. BHA ve BHT'nin de vücutta deri döküntüleri oluşturduğu görülmüştür. Daha çok et suyu tabletlerinde, yağlarda, badem ezmesinde, hazır pasta ve çorbalarda kullanılmaktadır (Bağcı, 1997).

Tersiyer bütül hidrokinon (TBHQ) bitkisel yağların oksidasyonunu engellemekte diğer antioksidanlara göre daha antioksidatif etki göstermektedir. Kızartma yağlarını korumada antioksidan olarak en iyi etki gösteren tersiyer bütül hidrokinondur (Ardağ, 2008). Bitkisel yağ ekstraktlarında özellikle ayçiçeği yağında kullanılan alfa tokoferol (E307) kan kolesterol değerinde artış görülmesine neden olmaktadır (Hacışevki, 2000).

Antioksidanlardan bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA) ve bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT); fungusitlerden bifenil, sodyum fenilfenol ve thiabendazolun bulunduğu bir deneyde bu katkı maddelerinin gastrointestinal organlarda DNA hasarı indüklediği görülmüştür (Sasaki vd., 2002). E233 kodlu thiabendazol, hamilelik ve bebek üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Yapılan çalışmalar olumsuz etki oluşturmayan en yüksek 10 mg/kg düzeyinin üzerinde alındığında fetal ağırlıkta azalmaya sebep olduğunu göstermiştir. Thiabendazolün limit değerin üzerinde alımı ve vücutta birikimiyle tiroid bezlerinde foliküler hücre hiperplazisi görülmüştür. Thiabendazol, karaciğer enzimlerinde indüksiyona bağlı hipertrofiye sebep olmaktadır (Groten vd., 2000).

Koruyucu gıda katkı maddelerinin gastrointestinal sisteme birçok etkisi bulunmaktadır. Örneğin E235 kodlu natamisin 3 mg/kg'ın üzerinde alındığında bireyde bulantı ve diyare görülmektedir. Katkı maddelerinin vücutta en çok birikime ve harabiyete neden olduğu organ karaciğerdir (Groten vd., 2000). Taze ve erimiş peynir üretiminde süte ve salamuraya eklenen natamisinin hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda toksik ve alerjik etkisi olmadığı görülmüştür (Yılmaz Ersan ve Kurdal, 2005). Amerikan Gıda ve İlaç İdaresi tarafından güvenli kabul edilen ve WHO'ya göre koruyucu bir gıda katkı maddesi olarak onaylanan tek bakteriosin olan nisin; et ve süt ürünlerinde, kanatlı ve deniz ürünlerinde güvenle kullanılmaktadır. Araştırmalarda yüksek miktarda nisin kullanımının toksik bir etki oluşturmadığını

gözlemlenmiştir (Hampikyan ve Çolak, 2007). Mesleklerinden ötürü formaldehite maruz kalan işçilerde akciğer kanseri sebebiyle ölüm sıklığı %30 daha yüksektir. Maruz kalındığında akut olarak boğaz ve burun yanması, nefeste darlık, öksürük gibi etkiler oluşturmaktadır. Daha tehlikeli miktarlarda alındığında pnömoni ve pulmoner ödem gelişmektedir (Ünsaldı ve Çiftçi, 2010).

## SONUÇ

Tüm dünyada tüketiciler gıda sanayisindeki hızlı gelişmeleri kendilerini yeterli bilgiyle donatmış bir şekilde karşılayamamıştır. Bu sebeple hazır gıdalara karşı uzman kişiler tarafından bilgilendirilmemiz oldukça önemlidir. Özellikle adölesanlar gebeler ve emziren kadınlar, en çok da çocuklar bu katkı maddelerinin zararlarıyla ilgili aydınlatılmalıdır. Ülkemizde bu katkı maddelerine izin verilen miktar WHO ve Avrupa Standartlarının üstündedir. Bu katkı maddelerinin belirlenen maksimum miktarların üzerinde kullanılması insan sağlığı açısından oldukça sakıncalıdır.

Koruyucu katkı maddelerinin önerilen limit değerlerin üzerinde kullanılmasıyla ödem ve kronik ürtiker görülebilmektedir. Bu semptomlara eşlik ederek atopik dermatit, çeşitli kızarıklıklar, karın ağrısı, diyare, hipotansiyon, astım ve anafilaktik reaksiyonlar, hiperaktivite, deride döküntü ve kaşıntıyla sonuçlanan alerjik etkiler görülebilmektedir. Günümüzde doğal olarak üretilmiş laktoferrin, nisin, kitosan, propolis gibi maddeler de antimikrobiyal etkisiyle kullanılmaya başlanmıştır. Sentetik ve doğal olabilen koruyucu maddeleri hayatımızdan çıkarmamakla birlikte zararları hakkında hala çalışmalar devam etmektedir.

## KAYNAKLAR

Ali, M. A., Eid, R. M. H. M. ve Hanafi, M. Y. (2018). Vitamin C and E chronic supplementation differentially affect hepatic insulin signaling in rats. *Life Sciences*, 194, 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2017.12.039>

Altuğ, T. (2001). Gıda Katkı Maddeleri.

Meta Basım.

- Andersson, R. E., Eriksson, C. E., Salomonsson, B. A. C. ve Theander, O. (1990). Lactic acid fermentation of fresh and stored carrot: chemical, microbial and sensory valuation of products. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 23(1), 34-40.
- Ardağ, A. (2008). Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Bağcı, T. (1997). Gıda katkı maddeleri ve sağlığımız üzerine etkileri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 28(1), 18-23.
- Bateman, B., Warner, J., Hutchinson, E., Dean, T., Rowlandson, P. ve Stevenson, J. (2004). The effects of double blind placebo controlled, artificial food colorings and benzoate preservative challenge on hyperactivity in a general population sample of preschool children. *Archives of Disease Childhood*, 89(6), 506-511. <https://doi.org/10.1136/adc.2003.031435>
- Biçer, Y. ve Uçar, G. (2016). Gıda katkı maddeleri ve raf ömrü ilişkisi. *Türkiye Klinikleri J Food Hyg Technol-Special Topics*, 2(2), 30-39.
- Boğa, A. ve Binokay, S. (2010). Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19(3), 141-154.
- Briggs, D. R. (1997). Food Additivism. Wahlgvist, M. L. (Ed.). Food and Nutrition. Allen & Unwin Pty Ltd.
- Can, Ö. P. ve Arslan, A. (2007). Potasyum sorbat uygulanmış fırınlanmış alabalık filetoalarının kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 159-163.
- Ciardi, C., Jenny, M., Tschoner, A., Ueberall, F., Patsch, J., Pedrini, M., Ebenbichler, C. ve Fuchs, D. (2012). Food additives such as sodium sulphite, sodium benzoate and curcumin inhibit leptin release

- in lipopolysaccharide-treated murine adipocytes in vitro. *British Journal of Nutrition*, 107(6), 826-833. <https://doi.org/10.1017/S0007114511003680>
- Coşkun, F. ve Çotra, Y. (2019). İstanbul ilinde satışa sunulan domates salçalarında sorbik asit ve benzoik asit varlığı. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2), 67-78.
- Çakır, R. (2011). Bazı gıda ürünlerinde sorbik asit ve benzoik asit varlığının tespiti (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Çakmaklı, S. ve Çelik, İ. (1994). Gıda Katkı Maddeleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu (249 sayfa). Erzurum.
- Çalışır, E. Z. ve Çalışkan, D. (2003). Gıda katkı maddeleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 193-206.
- Çelik, L. (2007). Kanatlı hayvanların beslenmesinde verim artışı sağlayıcı ve ürün kalitesini iyileştirici doğal-organik etkilil maddeler. *Yem Magazin*, 47, 51-55.
- Çiftçi, R. (2019). Saman, arpa ve fiğın propiyonik asit ile muamelesinin in vitro gaz ve metan üretimi ile yem değeri üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Dandin, A. (1997). Propiyonik asit ve tuzlarının bazı küflerin gelişmesi üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Doğruyol, H. (2006). Gıdalardaki katkı maddeleri ve zararları; çocukluk hiperaktivitesi. *Güncel Pediatri*, 4(2), 42-48.
- Ekici, K., Alişarlı, M. ve Sancak, Y. C. (2008). Peynir çeşitlerinde nitrit ve nitrozaminler. *Yüzüncüyıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(2), 71-72.
- Erkmen, O. (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53(3), 220-235.
- Getachew, G., Blümmel, M., Makkar, H. P. S. ve Becker, K. (1998). In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 72(3-4), 261-281. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)00189-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)00189-2)
- Groten, J. P., Butler, W., Feron, V. J., Kozianowski, G., Renwick, A. G. ve Walker, R. (2000). An analysis of the possibility for health implications of joint actions and interactions between food additives. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 31(1), 77-91. <https://doi.org/10.1006/rtph.1999.1356>
- Gültekin, F., Sümeyye, Akın, S. ve Elgün, A. (2019). Ekmek hakkında güncel bir değerlendirme: sağlık etkileri, gıda katkı maddeleri ve helallik sorunu. *Helal Yaşam Dergisi*, 1(1), 1-17.
- Hacışevki, A. (2000). Kararlı ve kararsız anjina pektoris olgularında E vitamini desteği öncesi ve sonrasında serum/plazma alfa-tokoferol, askorbik asit, beta-karoten, malodialdehit ve nitrik oksit düzeylerinin değerlendirilmesi (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hampikyan, H. ve Çolak, H. (2007). Nisin ve gıdalardaki antimikrobiyal etkisi. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(2), 142-147.
- De Jesus, J. H. F., Szilágyi, I. M., Regdon, G. ve Cavalheiro, E. T. G. (2021). Thermal behavior of food preservative sorbic acid and its derivatives. *Food Chemistry*, 337, 127770. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127777>
- Kalyoncu, F. (2008). Gıda sanayinde sıklıkla kullanılan antifungal katkı maddeleri. *Engineering Sciences*, 3(3), 465-473.
- Karakahya, F. ve Başımoğlu Koca, Y. (2016). Effects of the food additive sodium benzoate on developing chicken liver. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 37(2), 85-98.

- Karakaya, A. E. (2010). Gıda katkı maddeleri ve gıda kontaminantları. Erişim adresi: <http://www.turktox.org.tr/assets/gida/>
- Kaya, A. ve Dama, G. (2018). Yumurtacı tavuk rasyonlarına farklı düzeylerde propiyonik asit ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1), 129-134.
- Kılıç, S. (1992). Peynir olgunlaştırmada propiyonik asit bakterilerinin kullanımı. *Gıda*, 17(3), 207-211.
- Knekt, P., Järvinen, R., Dich, J. ve Hakulinen, T. (1999). Risk of colorectal and other gastro-intestinal cancers after exposure to nitrate, nitrite and N-nitroso compounds: a follow-up study. *International Journal of Cancer*, 80(6), 852-856. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0215\(19990315\)80:6%3C852::AID-IJC9%3E3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0215(19990315)80:6%3C852::AID-IJC9%3E3.0.CO;2-S)
- Koyuncu, N. (2006). Bursa'da tüketime sunulan bazı ürünlerin sorbik asit ve benzoik asit miktarlarının araştırılması. (Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Küşümler, A. S. ve Özgün, D. (2020). Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(1), 22-26. <https://doi.org/10.33308/2687248X.202021172>
- Mamur, S., Yüzbaşıoğlu, D., Ünal, F. ve Yılmaz, S. (2010). Does potassium sorbate induce genotoxic or mutagenic effects in lymphocytes? *Toxicology in Vitro*, 24(3), 790-794. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2009.12.021>
- Martin, S. A. (1998). Manipulation of ruminal fermentation with organic acids : a review. *Journal of Animal Science*, 76(12), 3123-3132. <https://doi.org/10.2527/1998.76123123x>
- Morata, A., Bañuelos, M. A., López, C., Song, C., Vejarano, R., Loira, I., Palomero, F. ve Suarez Lepe, J. A. (2020). Use of fumaric acid to control pH and inhibit malolactic fermentation in wines. *Food Additives & Contaminants. Part A*, 37(2), 228-238. <https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1684574>
- Mowafy, A. R., Darwish, A. M. H., El-Kholy, S. A. ve Abdel-Mohsen, S. H. (2001). Effect of food preservatives on mother rats and survival of their offspring. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 76(3- 4), 281-295.
- Omaye, S. T. (2004). Food and Nutritional Toxicology. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203485309>
- Ova, G. (2001). Koruyucular. Tomris Altuğ (Ed.), Gıda Katkı Maddeleri (s.114-115). Meta.
- Özdemir, H., Turhan, A. B. ve Arıkoğlu, H. (2012). Potasyum sorbat, sodyum benzoat ve sodyum nitrit'in genotoksik etkilerinin araştırılması. *European Journal of Basic Medical Science*, 2(2), 34-40.
- Sasaki, Y. F., Kawaguchi, S., Kamaya, A., Ohshita, M., Kabasawa, K., Iwama, K., Taniguchi, K. ve Tsuda, S. (2002). The comet assay with 8 mouse organs: results with 39 currently used food additives. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 519(1-2), 103-119. [https://doi.org/10.1016/s1383-5718\(02\)00128-6](https://doi.org/10.1016/s1383-5718(02)00128-6)
- Savard, T., Beaulieu, C., Gardner, N. J. ve Champagne, C. P. (2002). Characterization of spoilage yeasts isolated from fermented vegetables and inhibition by lactic, acetic and propionic acids. *Food Microbiology*, 19(4), 363-373. <https://doi.org/10.1006/fmic.2002.0483>
- Serpen, A. (2007). AB sürecinde Türkiye'de gıda güvenliğinin dünü bugünü ve yaşanmakta olan kargaşanın değerlendirilmesi. *Hayvancılıkta Performans Dergisi*, (109), 1-16.
- Şen, S., Aksoy, H. ve Yılmaz, S. (2017). Genotoxic, carcinogenic potential of food additives and their other effects on human health. *Journal of Human*

- Sciences*, 14(4), 3093–3108.
- Şimşek, B., Sağdıç, O. ve Karahan, A. G. (2002). Süt starter kültürleri tarafından üretilen bakteriosinlerin süt teknolojisindeki önemleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(3), 335-341.
- Tan, J., McKenzie, C., Potamitis, M., Thorburn, A. N., Mackay, C. R. ve Macia, L. (2014). The role of short-chain fatty acids in health and disease. *Advances in Immunology*, 121, 91–119. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800100-4.00003-9>
- Topçu, A. A., Yurttagül, M. ve Yücecian, S. (2005). Üniversite öğrencilerinin gıda katkı maddeleri ile ilgili bilgi ve davranışları. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 33(2), 39-50.
- Türk Gıda Kodeksi. (TGK). (2013, 30 Haziran). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. *Resmî Gazete* (Sayı: 28693). Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130630-4.htm>
- Üçüncü, M. (2011). Gıda Ambalajlama Teknolojisi. Ambalaj Sanayicileri Derneği İktisadi İşletmesi Derneği Matbaacılık. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2016.15707>
- Ünsaldı, E. ve Çiftçi, M. K. (2010). Formaldehit kullanım alanları, risk grubu, zararlı etkileri ve koruyucu önlemler. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 21(1), 71-75.
- Vogt, T., Landthaler, M. ve Stolz, W. (1999). Sodium benzoate-induced acute leukocytoclastic vasculitis with unusual clinical appearance. *Archives of Dermatology*, 135(6), 726-727. <https://doi.org/10.1001/archderm.135.6.726>
- Winniczuk, P. P. ve Parish, M. E. (1997). Minimum inhibitory concentrations of antimicrobials against microorganisms related to citrus juice. *Food Microbiology*, 14(4), 373–381. <https://doi.org/10.1006/fmic.1997.0103>
- Wibbertmann, A., Kielhorn, J., Koennecker, G., Mangelsdorf, I. ve Melber, C. (2000). Concise International Chemical Assessment Document 26. Benzoic acid and sodium benzoate. World Health Organisation Geneva, 26, 1-48.
- World Health Organization. (WHO). (2018). Food Additives. Erişim adresi: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/food-additives/en>
- Yavaşer, R. (2011). Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması (Yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Yılmaz Ersan, L. ve Kurdal, E. (2005). Peynir muhafazasında kullanılan doğal bir antimikrobiyal: natamisin. *Gıda*, 30(6), 385-388.
- Yılmaz, S., Ünal, F., Yüzbaşıoğlu, D. ve Çelik, M. (2014). DNA damage in human lymphocytes exposed to four food additives in vitro. *Toxicology and Industrial Health*, 30(10), 926-937. <https://doi.org/10.1177%2F0748233712466132>
- Yörük, N. G. ve Danyer, E. (2016). Gıda katkı maddeleri genel bilgiler ve tanımlar. *Türkiye Klinikleri Dergisi*, 2(2), 1-10.
- Yurttagül, M. ve Ayaz, A. (2008). Katkı Maddeleri: Yanlışlar ve Doğrular. Klasmat Matbaacılık. Erişim adresi (10 Ekim 2021): <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/B%2016.pdf>
- Zengin, N., Yüzbaşıoğlu, D., Ünal, F., Yılmaz, S. ve Aksoy, H. (2011). The evaluation of the genotoxicity of two food preservatives: Sodium benzoate and potassium benzoate. *Food and Chemical Toxicology*, 49(4), 763–769. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.11.040>