

# BİYOJEN AMİNLERİN FERMENTE GIDALARDA OLUŞUM SÜRECİ VE ETKİLERİ

## FORMATION PROCESS AND EFFECTS OF BIOGENOUS AMINES IN FERMENTED FOODS

Doğukan BAYESEN<sup>1</sup> Öğr. Gör.

Zerrin YÜKSEL<sup>2</sup> Dr. Öğrt. Üyesi

Gönderildiği Tarih: 22 Ağustos 2023

Kabul Tarihi: 23 Kasım 2023

Makale Atfı

Bayesen D., Yüksel Z (2023). Biyojen aminlerin fermente gıdalarda oluşum süreci ve etkileri. *The Journal of Istanbul Rumeli University Health Sciences*, 1(3): 51-65.

### Özet

Fermentasyon, çeşitli mikroorganizmaların aktivitesi ile gıdalardaki büyük moleküllü organik maddelerin -özellikle karbonhidratların- organik asitler, uçucu ve sağlığa yararlı bazı bileşikler içeren daha küçük moleküllü bileşiklere dönüştüğü biyokimyasal bir olaydır.

Fermentasyon yoluyla üretilen gıdalar ise insanların günlük beslenme rutininin yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır. Beslenme rutininimize dahil olan fermente gıdaların sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinse de üretim aşamalarındaki hatalar ve olası kontaminasyonlar ile toksik bileşikler içeren gıdalar haline dönüşebilmektedir. Günümüz teknolojiyle risklerin çoğu ortadan kaldırılrsa da bir risk faktörü olarak biyojen aminlerin fermente gıdalarda oluşumunun sağlık üzerine olumsuz etkileri olabilmektedir. Biyojen aminler, protein yıkımıyla oluşan, düşük moleküler ağırlıklı ve bazik karakterli bileşiklerdir ve vücuda fazla alınması halinde toksik etki gösterebilmektedir. Bu derlemenin amacı, biyojen aminlerin fermente

gıdalarda oluşum sürecinin ve bu gıdalar üzerindeki etkilerinin incelenmesidir.

Bu çalışmada biyojen aminlerin oluşum süreci, biyojen aminlerin fermente gıdalar üzerinde etkileri ve sağlık açısından yarattığı riskler bilimsel araştırmalar ve yapılan literatür taraması ışığında sunulmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyojen aminler, fermente gıdalar, sağlıklı beslenme, bozulma.

### Abstract

Fermentation is a biochemical process in which various microorganisms' activities lead to the conversion of complex organic molecules in foods, especially carbohydrates, into smaller molecules containing organic acids, volatile compounds, and some beneficial compounds.

Foods produced through fermentation make up approximately 5% of people's daily dietary intake. While it is known that fermented foods have positive effects on health, errors during production and potential contaminations can turn them into foods

containing toxic compounds. Although modern technology has eliminated most risks, the formation of biogenic amines in fermented foods can still have adverse effects on health. Biogenic amines are low molecular weight, basic compounds formed through the breakdown of proteins, and excessive consumption can have toxic effects on the body. The aim of this review is to examine the process of biogenic amine formation in fermented foods and their effects on these foods.

In this study, the formation process of biogenic amines, their impact on fermented foods, and the health risks they pose are presented based on scientific research and a review of the existing literature.

**Keywords:** Biogeneous amines, fermented foods, healthy nutrition, deterioration.

<sup>1</sup>*Istanbul Rumeli Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Pastacılık ve Ekmekçilik Bölümü. ORCID: 0000-0001-7697-7051*

<sup>2</sup>*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bayramiç Meslek Yüksekokulu, Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, [zyuksel@comu.edu.tr](mailto:zyuksel@comu.edu.tr) ORCID: 0000-0001-6817-7847*

**Sorumlu Yazar:** Doğukan BAYESEN, [bayesen01@hotmail.com](mailto:bayesen01@hotmail.com), tel. 05070814248

---

## 1. GİRİŞ

Fermantasyon, temel olarak oksijensiz ortamda (anaerobik) oluşan önemli bir metabolik olaydır. Bu süreçte, oksijen yokluğunda şekerlerin (karbonhidratların) tüketilmesi sonucunda organik asitler, gazlar ve alkoller gibi bileşikler açığa çıkmaktadır. Fermantasyon, laktik asit fermantasyonunda olduğu gibi oksijen açlığı olan kas hücrelerinde de meydana gelebilmektedir. Ayrıca fermantasyon, mikroorganizmaların aktivitesi ile organik maddelerin anaerobik olarak değişime uğraması yoluyla ATP üretiminin birincil yolu olarak tanımlanmaktadır (Rolle ve Satin, 2002). Süreç, fermente gıdaları üretmek amacıyla gıdalara mikroorganizmaların veya enzimlerin aşılması yoluyla da gerçekleştirilebilmektedir (Geis, 2006).

Fermente gıdalar, gıdadaki besinleri enerji kaynağı olarak kullanan, insan sağlığı açısından risk taşımayan ve hatta insan sağlığına faydalı bakteri ve maya gibi mikroorganizmaları içermektedir. Sonuç olarak fermantasyon süreci, gıdaların yapısındaki organik maddelerin (özellikle karbonhidratların) organik asitlere ve sağlığa faydalı diğer bileşiklere dönüşmesi olayı olarak tanımlanmaktadır (Densel, 2017). Fermantasyon sürecinde oluşan faydalı bileşiklere antioksidanlar, probiyotikler ve kolesterol düşürücü bileşikler örnek verilebilmektedir. Bu bileşikler, kolesterol düşürücü ve antimikrobiyal etkilere sahip olmaları nedeniyle tedavi edici özelliğe de sahiptir (Karaçil ve Tek, 2013).

Yukarıda sayılan faydalı bileşiklerin yanı sıra üretim aşamasında yapılan hatalar, fermente gıdalar ve olgunlaştırılmış ürünlerin yüksek oranda biyojen amin içermesine sebep olabilmektedir. Gıdalardaki biyojen aminler, hem hammaddede bulunan amino asit dekarboksilaz enzim aktivitesi hem de bu enzimi salgılayabilen dekarboksilaz pozitif mikroorganizmaların gelişmesi sonucu oluşabilmektedir (Hornero-Mendez ve Garrido-Fernandez, 1997; Karahan, 2003; Düz ve Fidan, 2016). Biyojen aminlerin meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunduğu bilinmektedir. Ancak gıdalarda yüksek miktarda biyojen amin bulunması, gıda güvenliği ve insan sağlığı için büyük riskler oluşturmaktadır. Bu bileşikler protein bakımından zengin fermente gıdaların olgunlaşma sürecinde veya bozulması sonucunda ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca, üretim aşamasında gıda içerisine aşıl原因an mikroorganizmalar, kontamine olan ürünler ve üretim aşamasında dikkat edilmeyen hijyen kuralları gibi etkenler ürünlerde biyojen amin oluşum sürecini hızlandırmaktadır (Düz ve Fidan, 2016; Göncü ve ark., 2017). İnsan sağlığı açısından tehlike oluşturması ve bozulma sürecini hızlandırması sebebiyle gıda ürünlerinin içeriğindeki biyojen amin miktarları gıda güvenliği açısından önemlidir. Bu sebeplerden dolayı biyojen aminler önem taşımakta ve gıda ürünlerinde bir kalite göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Düz ve Fidan, 2016).

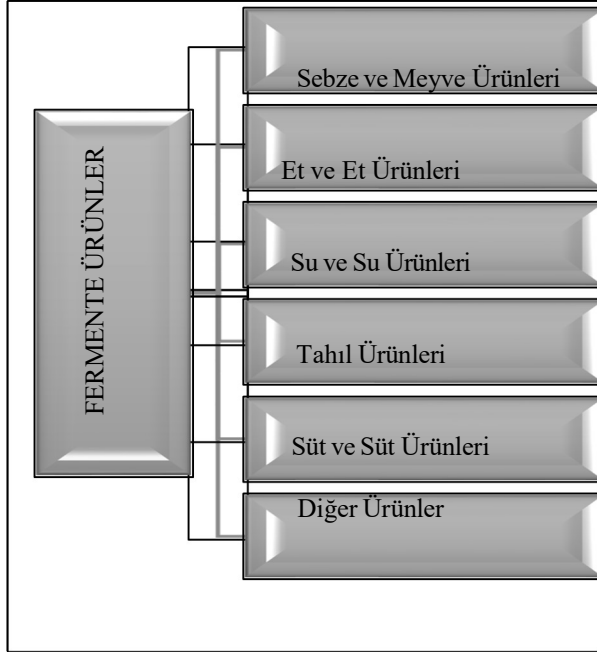
Bu çalışmada biyojen aminlerin oluşum süreçleri ile fermente gıdalar ve insan sağlığı üzerindeki etkileri ele alınarak literatür eşliğinde tartışılmıştır. Biyojen aminler ile ilgili literatürde çok fazla çalışma olmasına karşın alınan önlemlerin yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple konu üzerinde yeni çalışmalar yapılarak güncelliğinin korunması istenmiştir.

## **2. FERMENTE GIDA**

Fermente gıdaların tamamen rastlantıyla ortaya çıktığı düşünülmektedir (Kocaadam ve Tek, 2016). Eski zamanlardan beri fermente gıdaların hazırlanması, üretilmesi ve tüketilmesinin yaygın bir davranış olduğu bilinmektedir. Günümüzde hayvansal ve bitkisel fermente gıdalar pek çok ülkede önemli ölçülerde üretilip tüketilmektedir. Bu ürünlerin hazırlanış aşamasında gerçekleştirilen fermantasyon işlemini ise üç türe ayırmak mümkündür. Bu türler; katı-hal, sıvı-hal ve katı-sıvı haldir. Geleneksel ürünlerin üretiminde en çok katı-hal fermantasyon türü kullanılmaktadır (Çelik, 1988; Tamang ve Kailasa, 2010).

En çok tercih edilen geleneksel fermente gıdalar; tahıl ürünleri, fermente et ve süt ürünleri, baklagiller ve soya ürünleri ile çeşitli fermente sebze ürünleridir (Çelik, 1988; Tamang ve Kailasa, 2010). Bu fermente gıdalar beslenme biçimimiz içerisinde önemli bir yer edinmiştir. Bu durum, insanların beslenme alışkanlıklarının %5'ini fermente gıdaların oluşturduğu

düşünüldüğünde daha net anlaşılmaktadır. Tüketilen fermente gıdalar Şekil 1’de gösterilmektedir (Çelik, 1988; Ender ve ark., 2006).



Şekil 1: Tüketilen fermente gıdalar (Kabak ve Dobson, 2011).

### 3. FERMENTE ET ÜRÜNLERİ

Tarihi oldukça eskiye dayanan fermente et ürünlerinin üretilmesindeki temel amaç, bu ürünlerin saklanması ve depolanmasını kolaylaştırmaktır. Dünya genelinde üretimi yapılan ve mikroorganizma gelişimi ile metabolik aktivite sonucu olgunlaşan sucuk, dünyada en fazla üretilip tüketilen fermente et ürünüdür (Heperkan, 1988; Karahan, 2003; Kurt ve Zorba, 2008).

Günümüzde etlerin doğal florasıyla küflendirilmesi sonucu elde edilen fermente et ürünleri ile starter kültür kullanılarak üretilen fermente et ürünleri bulunmaktadır. Starter kültür kullanılarak üretilen fermente et ürünlerinde tat-koku, kalite ve doku her üründe aynı şekilde korunabilirken, doğal florasıyla küflendirme sonucunda elde edilen fermente et ürünlerinde ise bu özellikler korunamamakta ve değişebilmektedir. Ayrıca doğal florasıyla yapılan fermantasyon işlemi hem hijyen hem de lezzet bakımından çeşitli riskler taşımaktadır (Başyiğit ve ark., 2007).

### 4. FERMENTE SÜT ÜRÜNLERİ

Süt ve süt ürünleri temel bir hayvansal gıda olmakla beraber içerisinde yer alan proteinler yüksek kaliteli proteinlerdir. Tablo 1’de görüldüğü üzere süt, önemli bir protein kaynağıdır. Süt

proteinleri, büyüme ve gelişim için temel bileşenlerdir. Fermente ürünlerde ise köpük oluşturma, su tutma kapasitesi, viskozite gibi fonksiyonel özelliklere sahiptir (Oysun, 1989; Ender ve ark., 2006; Özdemir ve Özcan, 2019).

**Tablo 1.** İnek sütünün ortalama besin bileşenleri

Bileşen	İçerik Oranı (%)
Su	87.1
Laktoz	4.6
Yağ	4.0
Protein	3.3
Kazein	2.6
Mineral Maddeler	0.7
Organik Asitler	0.17
Diğer	0.15

*Kaynak: Walstra ve ark., 1999*

Fermente süt ürünleri içerisinde ise en fazla tüketilen ürünlerden biri yoğurttur. Ülkemizde oldukça fazla sevilen yoğurt, sade olarak tüketilmesinin yanı sıra aromalı, meyveli, şekerli, diyet, reform ve biyoyoğurt türleri de üretilip tüketilmektedir. Yoğurdun yanı sıra diğer bir geleneksel fermente süt ürünü ise kefir. Kefir, laktobasiller, streptokoklar ve mayalar yardımıyla üretilen ve içerisinde süt asidi, alkol ve CO<sub>2</sub> bulunduran ekşi ve buruk bir fermente içecek olarak tanımlanmaktadır. Kısırak sütünden elde edilen diğer bir geleneksel fermente içecek ise kımızdır. Yoğurdun içerisine su ilave edilerek elde edilen ve ülkemizde sevilerek tüketilen ayran da yine diğer bir geleneksel fermente süt ürünüdür. Sütten fiziksel yollar ile elde edilen tereyağı, içerisinde sadece süt yağı bulunduran diğer bir fermente süt ürünüdür. Üretilen tüm bu fermente süt ürünleri arasında en önemlisi peynirdir. Peynirde yaklaşık %78 oranında kazein proteini bulunmaktadır (Taşkın ve Bağdatlıoğlu, 2011; Demirgöl ve Sağdıç, 2018).

## 5. FERMENTE TAHIL ÜRÜNLERİ

Tahılların besin değerini arttırmak için kullanılan önemli yollardan biri ise fermantasyondur. Fermente tahıl ürünlerinin besin değeri oldukça yüksek olup sağlıklı ürünler arasında yer aldığı bildirilmektedir (Blandino ve ark., 2003). Protein kaynağı olarak düşük kaliteli olan fermente tahıl ürünleri, mineralce zengindir (Karaçıl ve Tek, 2013).

Dünyada çeşitli tahılların, fermantasyon işlemine tabii tutulmasıyla üretilen fermente tahıl ürünleri bulunmaktadır. Bu gıdaların üretiminde farklı hammaddelerin, fermantasyon koşullarının ve farklı starter kültürlerin kullanıldığı bilinmektedir (Todorov ve Dicks, 2007). Tahıl ürünlerinin fermantasyonunda genellikle laktik asit bakterileri ve mayalar kullanılmaktadır. Laktik asit bakterilerinin kullanılmasındaki amaç bu bakterilerin

antimikrobiyal bileşikler üretmesi ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellemesidir. Ayrıca gıdaların herhangi bir katkı maddesi olmaksızın korunmasını sağlamaktadır (Hancıoğlu ve Karapınar, 1998; Todorov ve Dicks, 2007). Ancak yine de uygun olmayan depolama koşulları ve hijyen kurallarına uyulmaması ürünlerin bozulmasına, istenmeyen bazı mikroorganizmaların çoğalmasına ve biyojen amin oluşumuna neden olabilmektedir. Türkiye’de yaygın bir şekilde üretilen ve tüketilen geleneksel fermente tahıl ürünlerine ekmeke, tarhana, bira ve boza örnek olarak verilebilir (Akbaş ve Coşkun, 2006; Karaçil ve Tek, 2013; Kocaadam ve Tek, 2016; Levent ve Cavuldak, 2017).

## 6. DİĞER FERMENTE ÜRÜNLER

Fermente ürünlerin arasında yer alan ve Türk mutfak kültürünün ayrılmaz bir parçası olan turşu, çeşitli sebzelerin salamura içerisinde laktik asit fermantasyonuna uğratılması yoluyla elde edilmektedir (Ova, 2002; Yılmaz, 2010). Ülkemizde lahana, biber, salatalık, havuç ve domates turşularının ticari anlamda üretildiği bilinmektedir. Yaygın olarak üzümünden etil alkol fermantasyonu ile üretilen şarap ve şaraptan asetik asit fermantasyonu ile elde edilen sirke diğer önemli fermente ürünler arasındadır (Güven ve ark., 1983; Johnston ve Gaas, 2006; Kocaadam ve Tek, 2016).

## 7. BİYOJEN AMİNLER

Aminler, amonyaktaki bir, iki veya üç hidrojen atomunun alkil ve aril grupları ile yer değiştirmesi sonucu oluşan azotlu organik bileşiklerdir. Biyojen aminler ise amino asitlerin mikrobiyal dekarboksilasyonu (amino asitlerden karboksil grubunun uzaklaşması) yoluyla oluşan metabolik ürünlerdir (Hornero-Mendez ve Garrido-Fernandez, 1997; Özdestan ve Üren, 2012).

**Tablo 2.** Gıdalarda oluşan biyojen aminler

Histamin	Tiramin	Putresin
Kadaverin	Triptamin	Feniletilamin
Spermin	Spermidin	Agmatin
Etilamin	Etanolamin	Serotonin
Oktopamin	Dopamin	Diaminobutan

*Kaynak: Alper ve Temiz, 2001; Özdestan ve Üren, 2012*

Biyojen aminlerin gruplandırılması içerdikleri azot miktarına göre yapılmaktadır. Buna göre, biyojen aminler monoaminler, diaminler ve poliaminler olarak gruplandırılmaktadır (Özdestan, 2009). Gıdalarda oluşan başlıca biyojen aminler Tablo 2’de verilmiştir. Basit alifatik monoaminler doğada yaygın olarak bulunur. Diamin olan putresin ve poliaminlerden spermidin

ve spermin genellikle hayvanlarda ve bitkilerde bulunurken, putresin ve spermidin çoğu bakteride de bulunmaktadır. Bu aminler, nükleik asit fonksiyonunun ve protein sentezinin düzenlenmesinde önemlidir. Bitkilerde bulunan biyojen aminler hücre bölünmesi, çiçeklenme, meyve gelişimi ve strese tepki gibi birçok fizyolojik işleve sahiptir. Ayrıca çeşitli biyojen aminler (örneğin, serotonin, histamin ve tiramin), insan ve hayvan fizyolojik fonksiyonunda, özellikle sinir sisteminde ve kan basıncının kontrolünde önemli roller oynamaktadır (Hornero-Mendez ve Garrido-Fernandez, 1997).

Buna karşın biyojen aminlerin vücuda fazla alınmasıyla birlikte gıda kaynaklı zehirlenmeler yaşanabilmektedir. Peynir, sucuk, lahana turşusu, şarap ve bira gibi fermente ürünlerde yüksek düzeyde biyojen amin saptanmıştır (Özdestan ve Üren, 2012). Biyojen amin kaynaklı zehirlenmelerin yanı sıra bu bileşiklerin gıda ürünlerinde gereğinden fazla bulunması olumsuz üretim koşullarının da göstergesi olabilmektedir. Özellikle histamin zehirlenmelerinde kritik seviye 1000 ppm civarındadır (Erginkaya ve Var, 1989; Gürbüz ve Değirmencioğlu, 2003). Barındırdığı biyojen amin miktarı kritik seviyenin üzerinde olan gıdaları tüketmek baş ağrısı, kalp rahatsızlıkları, sindirim sorunları, mide bulantıları ve hatta ölüme yol açabilmektedir (Özdestan ve Üren, 2012). Bununla birlikte biyojen aminler DNA, RNA ve protein sentezinin neredeyse tamamında görev aldığından dolayı insan ve hayvanların bazı fizyolojik fonksiyonları üzerinde önemli roller oynamaktadır (Yeğin ve Üren, 2008). Gıdaların biyolojik yapısının kompleks bir yapıda olması biyojen amin varlığının analiz edilmesini zorlaştırmaktadır (Özdestan ve Üren, 2006).

## **8. BİYOJEN AMİNLERİN OLUŞUMU**

Biyogen aminler proteinlerin parçalanmasıyla oluşmaya başlamakta ve metabolik işlemler sonucunda nicelikleri artmaktadır. Bunlar alifatik, alisiklik ve heterosiklik yapılu küçük molekül ağırlığına sahip organik bazlar olup amino asitten alfa karboksilik grubun ayrılması ile oluşmaktadır (Akyol ve ark., 2015). Temel olarak amino asitlerin farklı sebeplere bağlı olarak değişimi ve azotlu bileşiklerin hidrolize oluşu ile ortaya çıkmaktadır (Düz ve Fidan, 2016). Ayrıca, serbest amino asitlerin bakteriyel dekarboksilasyonu reaksiyonları ile de oluşabilmektedir (Shalaby, 1996). Biyojen aminlerin gıdalardaki oluşumunun önüne geçmek mümkündür. Biyojen aminlerin oluşumunu önlemedeki en etkili yöntemler sıcaklık, üretim koşullarında hijyeninin sağlanması ve hızlı ürün işlemedir (Özbay-Doğu ve Sarıçoban, 2015). Gıda ürünlerinde biyojen aminler 20-37 °C ve 5-7 pH aralığında en yüksek düzeyde oluşmaktadır. Ancak tuz oranı eğer %5'ten fazla ise biyojen amin oluşumu azalmaktadır (Maijala, 1993; Düz ve Fidan, 2016).

## 9. BİYOJEN AMİNLERİN FERMENTE GIDALAR ÜZERİNDE ETKİLERİ

Gıdalarla fazla miktarlarda alınırsa toksik etkilere neden olabilen biyojen aminler işlenmiş ve işlenmemiş gıdalarda tazelik indikatörü olarak işlev görebilmektedir. Biyojen aminler özellikle proteince zengin olan fermente gıdalarda oluşmakta ve bu ürünlerin tazeliğinin denetlenmesinde kullanılabilir. Ayrıca fermente gıdalarda oluşan biyojen aminler alerjik reaksiyonlara sebep olabilmektedir. Bununla birlikte fermente gıdalarda biyojen aminlerin fazla alınması toksisiteye sebep olduğundan teşhis-tedavi çalışmalarına daha fazla yer ve önem verilmesi gerekmektedir (Büyük ve Marangoz, 2018).

Biyojen aminlerin en önemli fermente ürün olan peynir üzerindeki etkileri incelendiğinde geleneksel peynirlerdeki mikroorganizma sayısının kodeks ve standartlarda yer alan değerlerden yüksek olduğu görülmüştür. Ancak yine de geleneksel peynirlerimizin bazılarında biyojen amin miktarı sınır değerlerin altında bulunmuştur (Yetişmeyen, 2005). Peynirlerde genellikle tiramin, histamin, putresin ve kadaverin fazla miktarlarda bulunmaktadır. En çok gıda zehirlenmesinin yaşandığı histamin peynirin kalitesini düşürmekte, aroma, tat ve yapısını olumsuz yönde etkileyerek gıdayı bozmaktadır. Peynirlerde saptanan biyojen aminler Tablo 3'te verilmiştir. Peynirlerde hijyen ve depolama koşullarının iyileştirilmesi ve uygun starter kültür seçimiyle biyojen amin oluşumunun önüne geçilebildiği bilinmektedir (Aygün, 2003). Ayrıca biyojen amin oluşumunu engellemek için peynirin üretim sürecinde uygun koşullarda depolanmış ve taze sütün kullanılması da gerekmektedir.

**Tablo 3.** Bazı peynirlerde yer alan biyojen aminler ve miktarları (mg/kg)

Peynir Türü	Histamin	Tiramin	Putresin	Kadaverin	Triptamin	Feniletilamin
<b>Cheddar (85)</b>	128 (0-3000)	190 (0-700)			(0-300)	
<b>Swiss (6)</b>	0	410 (0-1800)			(0-160)	
<b>Gouda (6)</b>	80 (0-450)	290 (80-670)			70 (0-200)	
<b>Edamer (2)</b>	0	310 (300, 320)				
<b>Çeşitli (57)</b>	(0-2600)	(0-1100)			(0-1100)	
<b>Emmentaler (12)</b>	225 (0-555)	290 (51-696)	10.9 (0-72,5)	13.5 (0-79)		59 (0-234)
<b>Emmentaler (23)</b>	398 (0-2000)	0	0	0		0
<b>Tilsiter (1)</b>	37.2	2210	477	873		39.3
<b>Chester (1)</b>	18.5	188	15.3	12.2		0
<b>Çeşitli (11)</b>	(0-19,2)	(0-458)	(0-505)	(0-877)		(0-256)
<b>Kaşar (30)</b>	545 (85-218)	472 (80-1925)				
<b>Tulum (30)</b>	233 (80-510)	196 (55-450)				

*Kaynak: Voigt ve ark., 1974; Pechanek ve ark., 1983; Nizamoğlu, 1990*



İnsan sağlığı için yararlı etkileri olan yoğurdun, biyojen amin içeriğinin oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Yoğurttan farklı olarak sıvı şekilde tüketilen ve sindirimi düzenleyici bir fermente ürün olan kefirde ise bazı örnekler incelenmiş ve biyojen aminlere rastlanmıştır (zdestan ve ren, 2010; Akyol ve ark., 2015).

Fermente balık ve balık ürünlerinde de biyojen aminler oluşabilmektedir. Biyojen aminler tehlikeli olmasına karşın ülkemizde yasal olarak belirlenmiş bir st sınır değeri bulunmamaktadır. Yasal olarak yalnızca balık ve ürünlerinde histaminin 200 mg/kg'ın üzerine çıkmaması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2008). Ancak yine de bu değerin yüksek olduğu ve Avrupa Birliğinde bu sınırın 10 mg/100g olduğu bilinmektedir. FDA (Food Drug Administration) ise bu değeri 50 mg/kg ile sınırlamaktadır (Ruiz-Capillas ve Herrero, 2019).

Ayrıca balık ve ürünlerinde biyojen aminler bir kalite kriteri olarak kabul edilmektedir (Akyol ve ark., 2015). Koral ve arkadaşları (2013) tarafından fermente balık ürünlerinde bulunan biyojen amin miktarlarını belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, salamura hamside saptanan 422 ppm histamin miktarının, Türkiye, AB ve FDA tarafından verilen değerlerin oldukça üstünde olduğu ortaya konulmuştur.

Farklı bir çalışmada dondurulmuş Atlantik somon, marine kurutulmuş uskumru ve marine acı biber soslu hamsi ürünlerinde bulunan histamin miktarının AB standardı olan 10 mg/100 g'ı geçmediği gözlemlenmiştir (zktk ve ark., 2022).

şarap ve bira gibi fermente ürünlerde de biyojen aminlere rastlanmaktadır. Özellikle histamin ve tiramin birada yüksek miktarlarda bulunabilmektedir (Izquierdo-Pulido ve ark., 1996). Bazı lkeler biyojen aminlerin fermente gıdalar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla şarapta histamin miktarı için yasal st limitler belirlemiştir. Örneğin Hollanda'da bu limit 4 mg/kg iken İsviçre'de 10 mg/kg olarak belirlenmiştir (şahin Ercan ve ark., 2017).

Fermente ve ısıl işleme tabii tutulmuş sucuk ürünlerinde protein içeriğinin ve et ürünlerinde bulunan mikroorganizmaların biyojen aminlerin oluşumunda önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Sezer, 2021). Ülkemizde fermente et ürünlerinde biyojen aminlere yönelik yasal bir sınırlama olmamasına karşın çeşitli çalışmalarla bu konuya dikkat çekilmeye çalışılmaktadır (Erginkaya ve Var, 1989; Ercoşkun ve ark., 2005; Kurt ve Zorba, 2008). Yapılan bir çalışmaya göre fermente sucuk ürünlerinde yüksek miktarlarda biyojen aminlere rastlanmıştır. Bu durum insan sağlığı üzerinde olumsuz sonuçlara neden olma potansiyeli taşımaktadır ve yasal bir düzenleme zorunluluğunu ortaya koymaktadır (Sezer, 2021).

Sonuç olarak fermente ürünlerde biyojen amin oluşumunun duyusal olarak saptanmasının mümkün olmadığı söylenebilmektedir. Biyojen aminler yalnızca gıdalar üzerinde yapılan çeşitli analizlerle tespit edilebilmektedir. Fermente gıdalarda ve diğer gıda ürünlerinin içeriğinde bulunması gereken en yüksek biyojen amin miktarı ile ilgili herhangi yasal bir düzenlemenin olmaması bu ürünlerin güvenilirliğini sarsmaktadır. Ayrıca bozuk hammaddelerin kullanımı, hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmaması ve üretim sürecinin iyi yönetilmemesi gibi durumlar biyojen aminlerin toksisitesini arttırmaktadır.

## 10. BİYOJEN AMİNLERİN SAĞLIK ÜZERİNDE ETKİLERİ

Biyojen aminlerin vücuda gerektiğinden fazla alınması toksik etkilerin görülmesine sebep olsa da biyolojik açıdan oldukça önemli bileşiklerdir (Şahin Ercan ve ark., 2013). Örneğin sindirim sürecinde vücutta nitrojen içeren çeşitli bileşiklerin (protein, nükleik asitler ve hormon gibi) sentezlerinde azot kaynağı olarak görev almaktadır. Histamin, feniletilamin, triptamin ve tiraminin ise sinir sisteminde görev aldığı bilinmektedir. Özellikle histamin, biyolojik olarak oldukça etkili bir biyojen amindir. Hem farmakolojik açıdan hem de hücre sel büyüme, farklılaşma, ağrı ve alerjik reaksiyonlarda etken madde olarak görev almaktadır. Biyojen aminlerin toksik etkilerine değinilecek olursa, özellikle histamin ve tiraminin vücutta önemli toksik etkileri olduğunu söylemek mümkündür (Şahin Ercan ve ark., 2017; Memiç İnan, 2021). Bunlardan ilki kalp ve kalp kasları üzerindeki etkilerdir. Kalp kaslarının kasılmasına veya gevşemesine sebep olurken aynı zamanda adrenal in ve gastrik asit salgılanmasını ve noradrenalin miktarını arttırmaktadır. Her ne kadar bireyler arasında farklılık gösterse de histaminin toksik etkilerini genellikle; solunum zorlukları, baş ağrısı, migren, mide bulantısı, çarpıntı ve hipertansiyon olarak sıralamak mümkündür. Bu etkilerin ise yaklaşık 12 saat içerisinde sona ermesi beklenmektedir (Halasz ve ark., 1994; Shalaby, 1996; Şahin Ercan ve ark., 2017).

Tiramin biyojen amini, kan şekeri seviyesini ve solunumu arttırarak migrene neden olmaktadır. Diğer yandan sinir uçlarına etki ederek noradrenalin seviyesini arttırmakta ve kalp atışını hızlandırmaktadır. Gıdalardan yüksek seviyelerde alındığında sinir fonksiyonlarını da olumsuz etkilediği bilinmektedir. Ayrıca tükürük ve salya salgılanmasına yol açmaktadır.

Putresin ve kadaverin hipertansiyona neden olmakta ve diğer biyojen aminlerin etkinliklerini arttırmaktadır. Diğer taraftan migrene de neden olabileceği bildirilmektedir. Ayrıca bu iki biyojen aminin yüksek kan basıncı ve kalp sorunları yanı sıra çene kilitlenmelerine de yol açtığı bilinmektedir (Şahin Ercan ve ark., 2017). Feniletilamin ve triptamin için de aynı toksik etkilerden söz etmek mümkündür (Halasz ve ark., 1994; Shalaby 1996).

## 11. SONUÇ

Fermentasyon, gıda hammaddelerinin başta organik asitler olmak üzere sağlık üzerine olumlu etkileri olan bileşikleri içeren gıdalara dönüştürülmesi işlemidir. Bu nedenden dolayı günümüzde oldukça sağlıklı kabul edilen gıdalar arasındadır. Fermente gıdaların Türk mutfak kültürünün vazgeçilmez bir parçası olduğu ve günlük gıda tüketiminin yaklaşık %5'ini oluşturduğu bilinmektedir. Gıdaların

üretimini, depolanmasını ve taşınmasını içeren süreçte birçok kurala uymak gerekmektedir. Bu hijyen ve sanitasyon kuralları, depolama ve taşıma koşulları, gıda ürünlerinin bozulmaması ve patojen mikroorganizmaların kontamine olup gelişmemesi için oldukça önemlidir. Sözü edilen bu süreçlerin bir veya birkaçında ortaya çıkabilecek sorunlar fermente gıdalarda oldukça riskli olan biyojen aminlerin oluşmasına yol açabilmektedir. Fermantasyon sürecinde karbonhidratlar gibi proteinler de daha küçük molekül ağırlıklı bileşiklere (peptid ve amino asitler gibi) hidrolize olmaktadır. Biyojen aminlerin oluşumu gıdalardaki proteinlerin parçalanmasıyla başlamakta olup bunun için optimum sıcaklık aralığının ise 20-37°C olduğu bilinmektedir. Günümüz teknolojileriyle biyojen aminlerin gıdalarda oluşumu kısmen önlenemez olsa da kontrolsüz ve ev ortamında fermente gıda üretiminin yaygın olması gibi nedenlerle insan sağlığını hala tehdit edebilmektedir (Düz ve Fidan, 2016). Biyojen amin zehirlenmelerinin büyük bir kısmı histamin biyojen amininden kaynaklanmaktadır. Histaminin peynirlerde oldukça etkili olduğu ve peynirlerin aroma, tat ve yapısında istenmeyen değişimlere yol açtığı bilinmektedir. Ayrıca histaminin vücuda gereğinden fazla alınması baş ağrısı, kalp rahatsızlıkları, sindirim sorunları, mide bulantıları ve hatta ölüme neden olabilmektedir. Depolama, üretim koşulları ve hijyen kurallarına uyulmasının insan sağlığına olumsuz etkileri olan biyojen aminlerin fermente gıdalarda oluşmaması için oldukça önemli olduğu görülmektedir. Ayrıca yapılan literatür taraması sonucunda üretim sırasında bozuk veya kalitesiz gıdaların kullanımının da biyojen aminlerin oluşmasında etkili olduğu sonuçlarına ulaşılabilmektedir (Erginkaya ve Var, 1989; Karaçil ve Tek, 2013; Düz ve Fidan, 2019).

Bilinen toksik etkilerine rağmen ülkemizde gıdalarda bulunan biyojen amin miktarına yönelik yasal bir düzenlemenin olmaması en temel eksikliklerden biridir. Yasal düzenleme ve sınırlamalar getirilmesi durumunda gıdalardaki biyojen amin miktarlarının denetlenmesi yoluyla ortaya çıkabilecek olumsuzlukların önüne geçilebilmesinin de mümkün olabileceği düşünülmektedir (Karaçil ve Tek, 2013; Düz ve Fidan, 2019).

**Yazar katkısı:** Tasarı, Fikir: D.B., Literatür Tarama ve Toplama: D.B., Makale Yazım: D.B., Yorum: Z.Y., Denetleme, Eleştirel İnceleme: Z.Y.,

#### **KAYNAKLAR**

Akbaş Ş., Coşkun H. (2006). Dünyada ve Türkiye’de Tüketimi Artan Fermente Süt İçecekleri, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

Akyol V., Kundakçı A., Ergönül B. (2015). Gıdalarda biyojen aminler. *Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2): 294-305.

Alper N., Temiz A. (2001). Gıdalardaki biyojen aminler ve önemi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 58(2): 71-80.

Anon. (2008). Su ürünleri yönetmeliği, Türkiye Cumhuriyeti, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. No: 2008/27004, Ek-9,

- Aygün O. (2003). Biyojen aminler – süt ve süt ürünlerindeki varlığı ve önemi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22: 91-95.
- Başığit G., Karahan A.G., Kılıç B. (2007). Fermente et ürünlerinde fonksiyonel starter kültürler ve probiyotikler. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 64(2): 60-69.
- Blandino A., Al-Aseeri M.E., Pandiella S. S., Cantero D., WebbC. (2003). Cereal- based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 36: 527–543.
- Büyük S., Marangoz B. (2018). Peynirlerde biyojen aminler. *Aydın Gastronomy*, 2(2): 35-44.
- Çelik S. (1988). Geleneksel fermente ürünler. *GIDA*, 13(4): 303-310.
- Demirgöl F., Sağdıç O. (2018). Fermente süt ürünlerinin insan sağlığına etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (13): 45-53.
- Densel O. (2017). Fermented foods. [https://www.med.umich.edu/pfans/\\_pdf/hetm-2017/0717-fermentedfoods.pdf](https://www.med.umich.edu/pfans/_pdf/hetm-2017/0717-fermentedfoods.pdf)  
Accessible: 12.12.2023
- Düz M., Fidan A. F. (2016). Biyojen aminler ve etkileri. *Kocatepe Veterinary Journal*, 9(2): 114-121.
- Ender G., Karagözlü C., Yerlikaya O., Akbulut N. (2006). Dünyada ve Türkiye’de Tüketimi Artan Fermente Süt İçecekleri, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Ercoşkun H., Toptancı, İ., Yorulmaz, A. (2005). Fermente et ürünlerinde biyojen aminler. *Akademik Gıda*. 3(3): 3-7.
- Erginkaya Z., Var I. (1989). Et ve et ürünlerinde biyojenik aminler. *GIDA*, 14(3): 171-174.
- FDA. (1996). Decomposition and histamine in raw, frozen tuna and mahi-mahi, canned tuna and related species. *Compliance Policy Guides*, 7108(240): 540-525.
- Geis A. (2006). Genetic engineering of bacteria used in food fermentation, Der. Heller, K. J., Genetically Engineered Food: Methods and Detection, 1. bs. Weinheim.
- Göncü B., Akın M.S., Akın M.B. (2017). Peynirde biyojen amin varlığı ve tespit edilme yöntemleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(1): 126-132.
- Gürbüz, O., Değirmencioglu, N. (2003). Gıdalarda Biyojen Amin Oluşumu. *GIDA*, 28(6): 565-570.
- Güven, S., Başaran, M., Erüstün, G. (1983). Endüstri tipi lahana turşusu (sauerkraut) üretimi üzerinde araştırma. *GIDA*, 8(5): 217-224.
- Halasz A., Barath A., Sarkadi L.S., Holzapfel W. (1994). Biogenic Amines and Their Production by Mikroorganism in Food. *Trend. Food Sci. and Technol.*, 5: 42-49.
- Hancıoğlu Ö., Karapınar M. (1998). Hububat bazlı fermente ürünler ve fermantasyon işleminin sağladığı avantajlar. *GIDA*, 23(3): 211-215.
- Heperkan D. (1988). Fermente et ürünleri üretimi ve mikrobiyal proseslerin kaliteye etkisi. *GIDA*, 13(5): 371-378.

- Hornero-Mendez D., Garrido-Fernandez A. (1997). Rapid high-performance liquid chromatography analysis of biogenic amines in fermented vegetable brines. *Journal of Food Protection*, 60(4): 414-419.
- Izquierdo-Pulido M., Veciana-Nagues M.T., Vidal-Carou M. C. (1996). Ion-Pair high performance liquid chromatographic determination of biogenic amines in meat products. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 44: 2710-2715.
- Johnston C. S., Gaas C. A. (2006). Vinegar: medicinal uses and antiglycemic effect. *Medscape General Medicine*, 8(2): 61.
- Kabak B., Dobson A. D. W. (2011). An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3): 248-260.
- Karaçil M.Ş., Tek N.A. (2013). Dünyada üretilen fermente ürünler: tarihsel süreç ve sağlık ile ilişkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2): 163-173.
- Karahan A.G. (2003). Gıdalarda Biyojen Aminler. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(5): 21-32.
- Kocaadam B., Tek N.A. (2016). Ekmek, bira, şarap ve yoğurdun orjinleri ve tarihsel süreçleri. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 44(3): 272-279
- Koral S., Tufan B., Scavnicar A., Kocar D., Pompe M., Köse S. (2013). Investigation of the contents of biogenic amines and some food safety parameters of various commercially salted fish products. *Food Control*, 32: 597-606.
- Kurt Ş., Zorba Ö. (2008). Et ve Fermente Et Ürünlerinde Biyojen Aminler. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Levent H., Cavuldak Ö. A. (2017). Geleneksel Fermente Bir İçecek: Boza. *Akademik Gıda*, 15(3): 300-307.
- Maijala R. (1993). Histamine and tyramine production by a lactobacillus strain subjected to external pH decrease. *Journal of Food Protection*, 57(3): 259-262.
- Memiş İnan, C. (2021). Bazı besin öğelerinin sinir sistemi üzerindeki etkileri. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (6)1: 49-58.
- Nizamoğlu M. (1990). Kaşar ve Tulum Peynirlerinde Histamin ve Tiramin Düzeylerinin Düzeyleri. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Besin Hijyeni Teknolojisi Anabilim Dalı, (Doktora Tezi), Konya.
- Ova G. (2002). Hıyar turşularında duyu kalite karakteristiklerinin İrdelenmesi. *GIDA*, 27(4): 315-319.
- Oysun G. (1989). Samsun ilinde üretilen sütlerin tiyosiyanat (SCN-) miktarları. *GIDA*, 14(1): 31-33.
- Özbay-Doğu S., Sarıçoban C. (2015). Balık ve balık ürünlerinde biyojen aminler ve önemi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(3): 19-28.
- Özdemir T., Özcan T. (2019). Süt ürünlerinin mikro yapısının oluşumunda süt proteinlerinin önemi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 355-374 .
- Özdehan Ö. (2009). Türkiye’de Üretilen Bazı Fermente Gıdalarda Biyojen Aminlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (Doktora Tezi), İzmir.
- Özdehan Ö., Üren A. (2006). Dünyada ve Türkiye’de Tüketimi Artan Fermente Süt İçecekleri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

- Özdehan Ö., Üren A. (2010). Biogenic amine content of kefir: a fermented dairy product. *Euro Food Research Technology*, 231: 101-107.
- Özdehan Ö., Üren A. (2012). Gıdalarda biyojen aminlerle ilgili yasal düzenlemeler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 12: 27-40.
- Özkütük A. S., Özyurt G., Küley E. (2022). Türk Marketlerinde Satışa Sunulan Çeşitli Balık Ürünlerinin Biyojenik Amin ve Trimetilamin İçerikleri. *Acta Aquatica Turcica*, 18(1): 13-23.
- Pechanek U., Pfannhauser W., Woidich H. (1983). Untersuchungen über den gehalt biogener amine in vier gruppen von lebensmitteln des österreichischen marktes. *Lebensmittel Untersuchung-Forschung*, 176: 335-340.
- Rolle R., Satin M. (2002). Basic requirements for the transfer of fermentation technologies to developing countries. *International Journal of Food Microbiology*, 75: 181– 187.
- Ruiz-Capillas, C., Herrero A.M. (2019). Impact Of Biogenic Amines On Food Quality and Safety. *Foods*, 8(2): 62.
- Sezer Y.Ç. (2021). Kayseri piyasasında satışa sunulan endüstriyel tip fermente, kasap ve ısıl işlem görmüş sucukların biyojen amin miktarlarının belirlenmesi. *European Journal of Science and Technology*, 23: 43-51.
- Shalaby A.R. (1996). Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*, 29(7): 675-690.
- Şahin Ercan S., Bozkurt H., Soysal Ç. (2013). Significance of Biogenic Amines in Foods and Their Reduction Methods. *J Food Sci Eng*, 3: 395-410.
- Şahin Ercan S., Soysal Ç., Bozkurt H. (2017). Gıdalarda bulunan biyojen aminlerin insan sağlığı üzerine etkileri. *Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2): 534-550.
- Şahin İ., Kılıç O., Kural E., Başoğlu F., Çopur Ö. U., Ünal S., Kundakçı A., Yücel A. (1995). Gıda Teknolojisi. Der. Kesim, M., Eskişehir.
- Tamang J. P., Kailasa P. K. (2010). *Fermented Food's and Beverages of the World*. New York. <https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=MJTLBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=> Erişim: 05.06.2020 00.25
- Taşkın B., Bağdatlıoğlu N. (2011). Süt ve fermente süt ürünlerinin antioksidan özellikleri. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*, 9(10): 67-74.
- Todorov S.D., Dicks L.M. (2007). Bacteriocin production by lactobacillus pentosus ST712BZ isolated from Boza. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(1): 166-172.
- Voigt M.N., Eitenmiller R.R., Koehler P.E. (1974). Tyramine, histamine and tryptamine content of cheese. *Journal Milk Food Technology*, 37(7): 377-381.
- Walstra P., Geurts T.J., Noomen A., Jellema A., Van Boekel M A.J.S. (1999). *Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes*. New York. <https://books.google.com.tr/books?id=zdn2bMRhZc4C&printsec=frontcover&dq=Dairy+Tec>

hnology:+Principles+of+Milk+Properties+and+Processes&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwjHnc Erişim: 05.06.2020  
22.13

Yeğin S., Üren A. (2008). Gıdalarda Biyojen Amin Oluşumunu Etkileyen Faktörler.Türkiye 10. Gıda Kongresi,  
Erzurum.

Yetişmeyen A. (2005). Bazı Geleneksel Peynirlerimizin Biyojen Amin İçeriğinin Saptanması ve Peynirlerin  
Mikrobiyolojik, Kimyasal Özellikleriyle Olan İlişkisinin Araştırılması. T.C. Ankara Üniversitesi Bilimsel  
Araştırma Projesi Kesin Raporu, 1-63.

Yılmaz S. (2010). Turşu Yapımı. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Samsun.