



## Et ve Et Ürünlerinde Biyoaktif Peptitler: Olgunlaştırma Sürecinin Biyoaktif Peptit Varlığına Etkisi

Habibe MEMİŞ\* , Aybike KAMILOĞLU 

Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye

### Anahtar Kelimeler:

Olgunlaştırma,  
Fermantasyon,  
Et Ürünleri

### Özet

Biyoaktif peptitler 2-20 aminoasit kalıntısı içeren düşük molekül ağırlıklı ve biyolojik olarak çeşitli aktivitelere sahip olan peptitlerdir. Oluşumları, proteinlerin enzimatik parçalanması ile de gerçekleşebilmektedir. Et ve et ürünleri yüksek protein içerikleri ile biyoaktif peptitler için iyi birer kaynaktırlar. Kesim sonrası endojenik enzimlerin aktivitesiyle birlikte ette başlayan proteolitik aktivite, fermente ürünlerde olgunlaştırma sürecinde mikrobiyal enzim aktivitesiyle daha ileri aşamalara taşınmaktadır. Et ürünlerinin fermantasyonunda birçok mikroorganizma yer almaktadır ve hakim florayı laktik asit bakterileri ve katalaz pozitif koklar oluşturmaktadır. Biyolojik olarak antikanserojenik, antihipertansif, antimikrobiyal, ACE inhibitörü aktivitelerden bir veya birkaçını gösterebilen et kaynaklı birçok biyoaktif peptit varlığı bilinir. Bu nedenle bu derlemede, et kaynaklı biyoaktif peptitlerin biyolojik aktiviteleri ve et ürünlerinin eldesinde biyokimyasal dönüşümleri baskın olduğu olgunlaştırma sürecinin biyoaktif peptit varlığı üzerine etkisini inceleyen çalışmalar derlenmiştir. Sonuç olarak, konu ile ilgili çalışmalar değerlendirildiğinde olgunlaştırma sürecinin et ürünlerinde biyoaktif peptit düzeyini etkilediği ve ürün bileşimi, başlatıcı kültür ve olgunlaştırma koşullarının bu durumu etkileyen değişkenler olduğu söylenebilir.

## Bioactive Peptides in Meat and Meat Products: The Effect of Ripening Process on the Presence of Bioactive Peptides

### Keywords:

Ripening,  
Fermentation,  
Meat Products

### Abstract

Bioactive peptides are low molecular weight peptides containing 2-20 amino acid residues and have biologically diverse activities. Their formation can also take place by enzymatic degradation of proteins. Meat and meat products are good sources of bioactive peptides with their high protein content. The proteolytic activity, which starts in meat with the activity of endogenic enzymes after slaughter, is carried to further stages with microbial enzyme activity in the ripening process of fermented products. Many microorganisms are involved in the fermentation of meat products and the dominant flora is lactic acid bacteria and catalase positive cocci. It is known that there are many bioactive peptides from meat that can show one or more of the biologically anticarcinogenic, antihypertensive, antimicrobial, ACE inhibitor activities. Therefore, in this review, studies examining the biological activities of meat-derived bioactive peptides and the effect of the ripening process, in which biochemical transformations are dominant in the production of meat products, on the presence of bioactive peptides are compiled. As a result, when the studies on the subject are evaluated, it can be said that the ripening process affects the bioactive peptide level in meat products and the product composition, starter culture and ripening conditions are the variables that affect this situation.

## 1 GİRİŞ

Serbest aminoasitler ve amonyak gibi bileşenlerden oluşan düşük molekül ağırlıklı protein türevi parçalanma ürünlerine peptit adı verilir [1]. Peptitlerin aktivitesi molekül ağırlığına ve zincir uzunluğuna, aminoasit dizisine, N terminalinde ve C terminalinde bir aminoasidin tipi ve yüküne, hidrofilik ve hidrofobik özelliklere bağlıdır [2]. Biyoaktif peptitler ise besin değerlerinin yanı sıra vücutta fizyolojik etki gösterebilen gıda kaynaklı bileşenler olarak tanımlanır [3, 4]. Biyoaktif peptitler, molekül ağırlığı 6000 Da' dan düşük, 2-20 aminoasit kalıntısı içeren zincire sahip ve kovalent bağlarla bağlanan organik maddelerdir [5]. Biyoaktif peptitler ana protein sekansı içinde inaktif halde bulunurlar ve serbest halde hormon benzeri düzenleyici bileşikler olarak davranırlar [6]. Fizyolojik etkilerini bağırsaktan emilerek veya sindirim kanalında bölgesel etkiler şeklinde gösterebilirler [7]. Bitkisel ve hayvansal kaynaklardan fermantasyon veya hidroliz yolu ile biyoaktif peptitler elde edilir [8]. Biyolojik aktiviteye sahip peptitler, öncül proteinlerden, sindirim enzimleriyle, fermente gıdalarda mikrobiyal aktiviteyle ve proteolitik mikroorganizmalardan üretilen enzimlerin etkisiyle elde edilmektedir [9, 10]. Biyoaktif peptitlerin üretimi gıdanın optimum fermantasyon koşulları sağlanarak yapılmalı ve fermantasyonda kullanılacak olan mikroorganizmalar, enzime etki eden maddeler, vb., önemli etkenlere dikkat edilmelidir [11]. Fermantasyon sürecinde, et ürünlerinde gerçekleşen proteoliz, mikrobiyal kökenli başlangıç kültürleri tarafından katalizlenen veya et dokularında bulunan katepsin gibi endojen enzimlerin katalizlediği biyokimyasal bir reaksiyondur [12, 13]. Et proteinleri, olgunlaştırma esnasında endojen enzimler tarafından polipeptitlere ve sonra peptidazların etkisiyle peptitlere indirgenir [14, 15]. Proteoliz, et ürünlerinin olgunlaştırılmasında dehidrasyonun ve asitliğin etkisi ile meydana gelen protein denatürasyonu ile de desteklenir [16]. Proteolitik aktivite nedeniyle peptit ve aminoasit gibi ürünün lezzetine katkı sağlayan bileşikler oluşur [17]. Proteoliz sonucunda oluşan miyofibriller ve sarkoplazmik protein hidrolizatlarının, et ürünlerinin spesifik organoleptik kalite özellikleri üzerinde önemli seviyede etkili olduğu gibi biyolojik etkinlikleri üzerinde de etkileri söz konusudur [18]. Bu çalışmada et kaynaklı biyoaktif peptitlerin biyolojik etkilerine ve olgunlaştırma sürecinin biyoaktif peptit varlığına olan etkisi üzerine yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

## 2 BİYOAKTİF PEPTİTLERİN AKTİVİTELERİ

Et ve et ürünlerinde peptitlerin aktivitesi ve sağlık üzerine etkisi nispeten daha az çalışılma alanı bulmuştur. Bu kapsamda yapılan çalışmalar neticesinde biyoaktif peptitlerin antioksidatif, antikanserojen, antihipertansif, antimikrobiyal, antidiyabetik, Anjiyotensin I dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörü, hipokolesterolemik ve opioid agonistik etkileri gibi bazı etkileri tanımlanmıştır [8, 9, 19, 20].

**Tablo 1.** Bazı ürünlerden tanımlanan peptitler

| Peptit dizisi   | Elde edilen kaynak                  | Biyoaktivite                    | Referans |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|----------|
| KROKYD, EKERERQ   | Domuz eti                           | ACE-I                           | [21]     |
| KAPVA, PTPVP  | Domuz eti                           | Antihipertansif                 | [22]     |
| AKGANGAPGIAGAPGFPGARGPSGPGQGPSGPP, PAGNPGADGQPGAKGANGAP | Sığır aşil tendonu kolajeni         | ACE-I                           | [23]     |
| ALTA, SLTA, VT  | Domuz iskelet kası aktomiyosininden | Antioksidatif                   | [24]     |
| GLSDGEWQ, GFHI, DFHING, FHG                             | Sığır sarkoplazmik proteini         | Antimikrobiyal ve ACE-I         | [25]     |
| AAATP   | İspanyol Jambonu                    | ACE-I                           | [26]     |
| TKYRVP  | İspanyol Jambonu                    | Antioksidatif, Antienflamatuvar | [27]     |

### 2.1. Antikanserojen Aktivite

Et kaynaklarında bulunan bazı peptitlerin hücre çoğalmasını önleyerek ve tümör hücrelerine karşı sitotoksik etkileri ile kanser önleyici aktivite gösterdiği çeşitli çalışmalarda bildirilir [8, 20]. Antikanserojenik aktiviteye sahip olan peptitler hidrofobik kalıntılar içerirler ve 5-30 aminoasit uzunluğunda kısa zincirli peptitlerdir [5, 28]. Jang *vd.* [25], sığır sarkoplazmik proteinlerinden izole ettikleri Gly-Phe-His-Ile peptit zincirinin mide kanser hücrelerinin çoğalmasını önlediği ve göğüs kanser hücreleri üzerinde sitotoksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada keçi dalağından elde edilen protein hidrolizatının kanser önleyici özellikte olduğu ve elde edilen peptidin (ACBP) mide kanser hücrelerinin çoğalmasını önlediği tespit edilmiştir [29].

## 2.2. Antioksidan Aktivite

Oksidatif süreçler sırasında reaktif oksijen türleri ve serbest radikaller oluşur. Serbest radikaller proteinler, DNA ve lipid gibi biyolojik açıdan önemli moleküllerde hücre veya doku hasarına neden olur. Antioksidanlar oksidatif strese karşı koymada etkilidir [26]. Peptitler, antioksidan aktiviteye sahip olup bu özellikleri molekül ağırlıkları, aminoasit kompozisyonları ve sekanslarıyla ilişkilidir [26, 30-32]. Antioksidan peptitler radikal zincir reaksiyonlarını sonlandıran veya önleyen, serbest radikallerle etkileşime izin veren hidrojen/elektron verme veya metal şelatlama aktivitesine sahiptir [33]. Antioksidan aktiviteye sahip biyoaktif peptitler 500-1800 Da molekül ağırlığına sahiptir [5]. Peptitlerin antioksidan aktiviteleri, peptitleri ayırmada kullanılan çalışma şartları, izole edilen peptit yapısı ve aminoasit zincirinden, hidrolizde kullanılan proteaz çeşidinden ve peptit yoğunluğundan etkilenir [8]. Wang *vd.* [34], ördek etinde tespit ettikleri antioksidan aktiviteye sahip 2 farklı peptit zincirinin birinde DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) süpürme ve Fe<sup>+2</sup> şelatlama aktivitesinin yüksek olduğunu bildirirken diğer peptit zincirinin ise hidroksil radikali giderme aktivitesinin yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

## 2.3. Antimikrobiyal Aktivite

Antimikrobiyal aktivite gösteren peptitler kısa zincirli katyonik peptitler olup çoğunlukla 10.000 Da' nın altında molekül ağırlığına sahip, aminoasit içeriği %50' den az olan ve bu içeriğin yaklaşık yarısının hidrofobik özellikte olduğu peptitlerdir [35]. Antimikrobiyal peptitler vücutta farklı mekanizmalar ile işlev görmekte ve böylece mikrobiyal direnç ihtimalini azaltmaktadır [36]. Farklı kaynaklardan *in vivo* olarak elde edilen antimikrobiyal aktivite gösteren peptitlerin Gram pozitif ve negatif bakteriler, küfler ve virüslere karşı etki gösterdiği bilinir [37]. Antimikrobiyal peptitler bu aktivitelerini nükleik asit ve bakteriyel hücre duvarı sentezini inhibe ederek ve otolitik enzim sistemini teşvik ederek gösterirler [37, 38]. Aera Jang *vd.* [25], sığır sarkoplazmik proteinlerinden antihipertansif ve antimikrobiyal aktiviteye sahip dört peptit (GLSDGEWQ, GFHI, DFHING, FHG) belirlemiştir. Nejdard-Arroume *vd.* [39], sığır hemoglobininin antimikrobiyal aktivite gösteren 4 adet peptit zincirinin ( $\alpha$ 107-141,  $\alpha$ 107-133,  $\alpha$ 133-141 ve  $\alpha$ 126-145) elde edildiğini ve peptitlerin *Micrococcus luteus* A270, *Listeria innocua*, *Escherichia coli* ve *Salmonella enteritidis* suşlarına karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Ticari enzimlerle hidrolize edilen peptitler GFHI, DFHING, FHG ve GLSDGEWQ olarak tanımlanmış ve bu peptitlerin antimikrobiyal özelliklerini araştırılmıştır. Her bir peptidin *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Listeria monocytogenes*' e karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

## 2.4. ACE İnhibitör ve Antihipertansif Aktivite

Anjiyotensin I dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörleri, anjiyotensin I' in hipertansiyona neden olan anjiyotensin II' ye dönüşümünü katalizler. ACE inhibitörleri kan damarlarının genişlemesini sağlayan bir peptit olan kan plazma proteininin inaktive ettiği dipeptidil karboksipeptidazdır. ACE inhibitör enzimi kan basıncını azaltarak hipertansiyonu önleme yeteneğine sahiptir [40] ve antihipertansif peptitler anjiyotensin I-dönüştürücü enzimi inhibe ederek insan vücudunda elektrolit dengesinin ve kan basıncının düzenlenmesinde önemli bir rol alır [41, 42]. Peptitlerin inhibisyon derecesi IC<sub>50</sub> değeri ile tanımlanmakta olup ACE faaliyetinin %50' sinin inhibisyonuna neden olan inhibitör konsantrasyonu olarak ifade edilmektedir [32]. Et kası ve yan ürün proteinleri hipertansiyon önleyici *in vitro* ve *in vivo* biyoaktivitelere sahip çok iyi ACE-I inhibitör peptit kaynağıdır [43]. Pepsin kullanılarak domuz kasından ACE-I inhibitör peptitlerin izole edildiği bir çalışmada [21], peptitler hipertansif sıçanlara oral yoldan uygulanmıştır. Uygulamadan üç ve altı saat sonra geçici bir hipotansif aktivite belirlenmiştir. Banerjee & Shanthi [23] sığır aşıl tendonundan bakteriyel kolajenaz ile kolajen hidrolize etmiş ve bu kolajen hidrolizatından ACE-I inhibitör özelliklere sahip iki biyoaktif peptit tanımlamışlardır. Saiga, Tanabe, & Nishimura [44], tavuk göğüs etinden gastrik proteaz kullanarak ACE inhibe edici peptitleri izole etmişlerdir. Di Bernardini *vd.* [45], çalışmalarında sığır göğüs eti hidrolizatlarının sarkoplazmik proteinlerin %49,82 ACE-I inhibisyon aktivitesi ve 3 kDa ultra filtrelenmemiş hidrasyon (UFH) %40,64 ACE-I inhibisyon aktivitesi gösterdiğini tespit etmişlerdir. Her iki örneğin de 20 mg / mL' lik aynı konsantrasyonda analiz edildiği ve sarkoplazmik proteinlerin protein içeriğinin 12,68 µg / µL olduğu ve 3-kDa-UFH' nin protein içeriğinin 1,48 olduğu göz önüne alındığında, 3-kDa filtratlar daha yüksek ACE-I inhibitör aktivitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Fermente et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan laktobasillerin birçoğu zayıf proteolitik aktiviteye sahip olup protein degradasyonunda etkin bir rol alamazken [19], pH düşüşüne neden olarak kas proteazlarının aktivitesini artırmakta, bu yolla protein degradasyonunu etkilemektedirler [46]. Castellano *vd.* [40], ACE inhibitör peptitlerin salınımının bazı laktik asit bakterileri (*Lactobacillus sakei* ve *Lactobacillus curvatus*) yoluyla sağlanabildiğini bildirilmişlerdir. Başka bir çalışmada, Gallego, *vd.* [47], *Lactobacillus sakei*, *Pediococcus pentosaceus*, *Staphylococcus xylosus* ve *Staphylococcus carnosus* kültürlerinden kullanılarak üretilen farklı tip

fermente sosis örneklerinden (İspanyol, İtalyan ve Belçika tipi), İspanyol ve Belçika tipi sosisler yaklaşık %85 ACE inhibityonu değerleri göstermiştir.

## 2.5. Opioid Antagonistik Aktivite

Bağıışıklık sistemi ve merkezi sinir sistemi arasında bağlantı sağlayabilen opioid reseptörleri, insan T hücreleri lenfositlerinde bulunur [48]. Opioid peptitler, opioid reseptörler ile etkileşime girer ve vücut sinir sistemi üzerindeki etkisinden dolayı opioid peptit adını alırlar [2]. Opioid peptitler sığır kazein ve peynir altı suyu proteinlerinden açığa çıkabilir [49, 50]. Opioid peptitlerin sinir sistemi üzerinde ve gastrointestinal fonksiyonlar üzerinde etki gösterdiği bilinmekle birlikte sinir sistemi üzerindeki etkilerini beyin bölgesine bağlı olarak kan dolaşımını teşvik etmek veya baskılamak, solunumu yavaşlatmak ve gıdaların sindirim sisteminden yavaş geçişini sağlamak şeklinde gösterirler [51]. Et proteinlerinden opioid peptitlerin oluşumu hakkında yeterli sayıda veri olmasa da kas proteinleri dizisinde bulunduğu ve proteolitik muamelelerle bulunabileceği belirtilmiştir [19]. Lanzer *vd.* [52], koyun beyninden izole edilen hemorfin ve hemorfin benzeri peptitlerin opioid aktiviteye sahip olmalarının yanı sıra, sıvı maddenin doğrudan damar yoluyla verilmesinden sonra sıçanlarda in vivo olarak kan plazma proteininin aktivitesini güçlendirdiğini bildirmişlerdir. Et proteinlerinden opioid peptitlerin üretimi üzerine yapılan bir çalışmada sığır hemoglobininin elde edilen hemorfinin (VV-hemorfin-7; Val-Val-Tyr-Pro-TrpThr-Gln-Arg-Phe, LVV-hemorfin-7; Leu-Val-Val-TyrPro-Trp-Thr-Gln Arg-Phe) opioid aktivite gösterdiği bildirilmiştir [53].

## 3 BİYOAKTİF PEPTİT VARLIĞINA OLGUNLAŞTIRMA SÜRECİNİN ETKİSİ

Olgunlaştırma, endojen enzimler ve mikrobiyal enzimlerin varlığına dayalı lipoliz, proteoliz gibi aktiviteler sonucunda oluşan bileşenler ile ürün özelliklerini etkileyen bir süreçtir [54]. Ölüm sonrası süreçte sarkoplazmik ve miyofibriller proteinlerin endojen enzimler ile proteolizi gerçekleşir [6] ve peptit miktarı artış gösterir. Üretilen biyoaktif peptitlerin miktarı ve proteoliz, kullanılan ham maddenin çeşidi, kas enzimlerinin aktivitesi ve çeşidi, işleme prosesinin koşulları gibi bazı değişkenlere bağlı olarak farklılık gösterir [55, 56]. Ayrıca kesim sonrası uygulanan işlemlerle beraber ortaya çıkan fizikokimyasal değişimler miyozin gibi proteinleri denatüre edebilen çeşitli streslere neden olur [57]. Kato [58], etin tadı üzerine serbest aminoasitlerin ve peptitlerin pişirme ve/veya olgunlaştırma sırasında katkı sağladığını, bu etkinin ise olgunlaşma süresi fazla olan ürünlerde daha fazla olduğunu bildirmiştir. Saiga, Tanabe, & Nishimura [44], sığır etlerinin 4 °C’ de bekletilmesi ile ACE inhibitör aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Bauchart *vd.* [59], taze sığır etini 14 gün olgunlaştırdıkları çalışmalarında peptit içeriğinin değiştiğini ve miktarının arttığını belirlemişlerdir. Fermente et ürünlerinde, olgunlaştırma süreci endojen enzimler ile sağlanan proteoliz ile sınırlı kalmamakta, mikrobiyal aktivite ile desteklenmektedir [54]. Fermantasyon laktik asit bakterileri gibi başlangıç kültürü ilavesi ve/veya doğal flora ile sağlanır. Başlangıç kültürleri gelişimleri sırasında şekerleri ve ortamda bulunan proteinleri hidrolize ederek aminoasitlere ve farklı aminoasit sekanslarına sahip peptitleri oluşturur. Fermantasyon işlemi sırasında proteinlerin parçalanması ile oluşan aminoasitler ve peptitler fermente ürünün biyolojik, duyuşsal, reolojik ve fonksiyonel özelliklerini etkiler [6]. Fermente et ürünlerinde olgunlaştırma sürecinde gerçekleşen en önemli biyokimyasal dönüşümlerden biri sarkoplazmik ve miyofibriller proteinlerin proteolizidir. Bu aşamada etin protein içeriği, başlangıç kültürü ve proses koşulları [60] proteoliz düzeyi üzerinde oldukça etkilidir. Proteolitik aktiviteye sahip sosislerde *Micrococcus* ve *Staphylococcus* gibi lezzete de katkı sağlayan birkaç türe atfedilir [61-63]. Ayrıca *Leuconostoc*, *Pediococcus* ve *Lactobacillus* cinsine ait bazı laktik asit bakteri türleri proteolitik aktiviteye sahip olduğu gibi küfler başta olmak üzere mantarlar da kas proteinlerini hidrolize edebilen enzimler içerir. Bu enzimler proteolize ve amino asitlerin endoproteolitik aktivite başladıktan sonra oluşmasına katkıda bulunur [64]. Mikrobiyal faaliyetlerin et ürünlerinin fonksiyonel biyopeptit varlığını etkilediğini gösteren çalışmalar mevcuttur. Konu ile ilgi çalışmalar değerlendirildiğinde, de Fernando & Fox [65], olgunlaşma süresince domuz sosisinde peptit varlığının farklı olgunlaştırma süresi ve sıcaklıklarından etkilendiği, fermantasyon sonunda 5 kDa’ dan düşük molekül ağırlıklı peptitlerin azaldığını belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada ise Hughes *vd.* [66], fermente sosislerin olgunlaşması boyunca peptit profillerinin değerlendirilmesiyle, olgunlaşmanın 3. gününden itibaren zamanla artan konsantrasyonda birçok peptidin oluştuğunu ancak olgunlaşma ilerledikçe yeni peptit oluşumunun olmadığını ve *S. carnosus* içeren örneklerde peptitlerin konsantrasyonunda azalmalar olduğunu belirlemişlerdir. Bu azalma peptitlerin mikrobiyal peptidazlar tarafından hidrolize edildiğinin göstergesi olarak ifade edilmiştir. Guan, *vd.* [67], *Actinomucor elegans* ile fermente ettikleri soya sütünün (Okara), fermantasyon sırasında giderek artan bir indirgeme gücüne sahip olduğunu ve bu antioksidan aktivitenin, başlangıç kültürü peptitlerinden kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Palamutoğlu & Sarıçoban [10], sucuk numunelerinden ekstrakte ettikleri suda çözünür proteinlerin ACE inhibe edici aktivitesinin fermantasyon işleminin 3. gününe kadar arttığını olgunlaşma süresinin geri kalanında ise bu artışın istatistiksel olarak anlamlı bir artış olmadığını belirtmişlerdir. Vaştag, *vd.* [60], Petrovac sosislerinde 90 gün olgunlaştırma sonrasında artan proteoliz ve ACE inhibitör aktivitenin yaklaşık %75’ e ulaştığını

belirtmişlerdir. Mora, Escudero, & Toldrá [68], olgunlaştırılmış farklı tip jambonlardan 14 ay olgunlaştırma süresine sahip İspanyol Teruel jambonlarının, Belçika (9 ay) ve İtalyan Parma (12 ay) jambonlarından daha yüksek ACE inhibitör aktivite sergilediğini bildirmişlerdir. Doğal bir antioksidan peptit kaynağı ve hipertansiyon önleyici olarak kuru kürlenmiş et ürünleri ilgi çekmesine rağmen fermente etlerden üretilen biyoaktif peptitler hakkında sınırlı sayıda bilgi bulunur [32].

## 4 SONUÇ

Biyoaktif peptitleri elde etmenin bir yolu olan fermantasyon işleminde kullanılan mikroorganizmaların türü ve fermantasyon koşullarının optimum koşullarda kullanılmasıyla birçok kaynaktan sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip biyoaktif peptitler elde edilebilir. Fermente et ürünlerindeki biyoaktif peptitlerin miktarı olgunlaştırma süreci daha uzun olan et ürünlerinde daha fazla olmaktadır. Aynı zamanda olgunlaştırma sürecinin uzunluğu ürünün tadı, biyolojik özellikleri vb. birçok özelliğine de katkı sağlar. Literatürde mikrobiyal fermantasyon yolu ile elde edilen biyoaktif peptit varlığı daha az çalışma alanı bulsa da yapılan bazı çalışmalar ile biyoaktif peptitlerin sağlık üzerinde olumlu etkileri belirlenmiştir. Biyoaktif özellikteki peptitlerin tanımlanması, peptit bileşiminin karakterize edilmesi, faydalı etkilerinin doğrulanması ve endüstriyel ölçekte kullanılabilmesi için bu konu da daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

## Kaynakça

- [1] A. Verplaetse, "Influence of raw meat properties and processing technology on aroma quality of raw fermented meat products," in *International Congress of Meat Science and Technology, Location: The Hague*, 1994.
- [2] I. M. Chernukha, N. Mashentseva, D. A. Afanasev, and N. Vostrikova, "Biologically active peptides of meat and meat product proteins: a review. Part 2. Functionality of meat bioactive peptides," *Theory and practice of meat processing*, vol. 5, pp. 12-19, 2020.
- [3] V. Vermeirssen, J. Van Camp, and W. Verstraete, "Bioavailability of angiotensin I converting enzyme inhibitory peptides," *British Journal of Nutrition*, vol. 92, pp. 357-366, 2004.
- [4] Z. Bhat, S. Kumar, and H. F. Bhat, "Bioactive peptides of animal origin: a review," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 52, pp. 5377-5392, 2015.
- [5] P. G. Manfredini, V. A. F. Cavanhi, J. A. V. Costa, and L. M. Colla, "Bioactive peptides and proteases: characteristics, applications and the simultaneous production in solid-state fermentation," *Biocatalysis and Biotransformation*, pp. 1-19, 2020.
- [6] H. Korhonen, A. Pihlanto-Leppäla, P. Rantamäki, and T. Tupasela, "Impact of processing on bioactive proteins and peptides," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 9, pp. 307-319, 1998/08/01/ 1998.
- [7] K. Erdmann, B. W. Cheung, and H. Schröder, "The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease," *The Journal of nutritional biochemistry*, vol. 19, pp. 643-654, 2008.
- [8] J. T. Ryan, R. P. Ross, D. Bolton, G. F. Fitzgerald, and C. Stanton, "Bioactive peptides from muscle sources: meat and fish," *Nutrients*, vol. 3, pp. 765-791, 2011.
- [9] H. Korhonen and A. Pihlanto, "Bioactive peptides: Production and functionality," *International Dairy Journal*, vol. 16, pp. 945-960, 2006/09/01/ 2006.
- [10] R. Palamutoğlu and C. Sariçoban, "The effect of the addition of encapsulated collagen hydrolysate on some quality characteristics of sucuk," *Korean journal for food science of animal resources*, vol. 36, p. 807, 2016.
- [11] K. F. Chai, A. Y. H. Voo, and W. N. Chen, "Bioactive peptides from food fermentation: A comprehensive review of their sources, bioactivities, applications, and future development," *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2020.
- [12] O. Diaz, M. Fernandez, G. D. G. De Fernando, L. de la Hoz, and J. A. Ordoñez, "Proteolysis in dry fermented sausages: the effect of selected exogenous proteases," *Meat Science*, vol. 46, pp. 115-128, 1997.
- [13] F. Toldra, "Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products," *Meat science*, vol. 49, pp. S101-S110, 1998.

- [14] T. Kato, T. Matsuda, T. Tahara, M. Sugimoto, Y. Sato, and R. Nakamura, "Effects of meat-conditioning and lactic fermentation on pork muscle protein degradation," *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, vol. 58, pp. 408-410, 1994.
- [15] K. Candogan, F. B. Wardlaw, and J. C. Acton, "Effect of starter culture on proteolytic changes during processing of fermented beef sausages," *Food Chemistry*, vol. 116, pp. 731-737, 2009/10/01/ 2009.
- [16] A. De Ketelaere, D. Demeyer, P. Vandekerckhove, and P. Vervaeke, "Stoichiometry of carbohydrate fermentation during dry sausage ripening," *Journal of Food Science*, vol. 39, pp. 297-300, 1974.
- [17] G. Johansson, J.-L. Berdagué, M. Larsson, N. Tran, and E. Borch, "Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures," *Meat Science*, vol. 38, pp. 203-218, 1994/01/01/ 1994.
- [18] D. Demeyer, E. Claeys, S. Otles, L. Caron, and A. Verplaetse, "Effect of meat species on proteolysis during dry sausage fermentation," in *International Congress of Meat Science and Technology, Location: Clermont-Ferrand*, 1992.
- [19] K. Arihara, "Strategies for designing novel functional meat products," *Meat science*, vol. 74, pp. 219-229, 2006.
- [20] C. C. Udenigwe and R. E. Aluko, "Food protein-derived bioactive peptides: production, processing, and potential health benefits," *Journal of food science*, vol. 77, pp. R11-R24, 2012.
- [21] K. Katayama, H. E. Anggraeni, T. Mori, A. M. Ahhmed, S. Kawahara, M. Sugiyama, *et al.*, "Porcine skeletal muscle troponin is a good source of peptides with angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity and antihypertensive effects in spontaneously hypertensive rats," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, pp. 355-360, 2008.
- [22] E. Escudero, F. Toldrá, M. A. Sentandreu, H. Nishimura, and K. Arihara, "Antihypertensive activity of peptides identified in the in vitro gastrointestinal digest of pork meat," *Meat Science*, vol. 91, pp. 382-384, 2012.
- [23] P. Banerjee and C. Shanthi, "Isolation of novel bioactive regions from bovine Achilles tendon collagen having angiotensin I-converting enzyme-inhibitory properties," *Process biochemistry*, vol. 47, pp. 2335-2346, 2012.
- [24] K. Arihara, "Functional properties of bioactive peptides derived from meat proteins," *Advanced technologies for meat processing*, pp. 245-274, 2006.
- [25] A. Jang, C. Jo, K.-S. Kang, and M. Lee, "Antimicrobial and human cancer cell cytotoxic effect of synthetic angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides," *Food Chemistry*, vol. 107, pp. 327-336, 2008.
- [26] E. Escudero, L. Mora, P. D. Fraser, M.-C. Aristoy, and F. Toldrá, "Identification of novel antioxidant peptides generated in Spanish dry-cured ham," *Food Chemistry*, vol. 138, pp. 1282-1288, 2013.
- [27] M. Gallego, L. Mora, and F. Toldrá Vilardell, "Potential cardioprotective peptides generated in Spanish dry-cured ham," 2019.
- [28] W. Chen, H. Ding, P. Feng, H. Lin, and K.-C. Chou, "iACP: a sequence-based tool for identifying anticancer peptides," *Oncotarget*, vol. 7, p. 16895, 2016.
- [29] L.-Y. Su, H.-Y. Xin, Y.-L. Liu, J.-L. Zhang, H.-W. Xin, and X.-L. Su, "Anticancer bioactive peptide (ACBP) inhibits gastric cancer cells by upregulating growth arrest and DNA damage-inducible gene 45A (GADD45A)," *Tumor Biology*, vol. 35, pp. 10051-10056, 2014.
- [30] G. Grimble, "The significance of peptides in clinical nutrition," *Annual review of nutrition*, vol. 14, pp. 419-447, 1994.
- [31] W. Sun, H. Zhao, Q. Zhao, M. Zhao, B. Yang, N. Wu, *et al.*, "Structural characteristics of peptides extracted from Cantonese sausage during drying and their antioxidant activities," *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 10, pp. 558-563, 2009.
- [32] J. Stadnik and P. Kęska, "Meat and fermented meat products as a source of bioactive peptides," *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, vol. 14, pp. 181-190, 2015.
- [33] J.-s. Wang, M.-m. Zhao, Q.-z. Zhao, and Y.-m. Jiang, "Antioxidant properties of papain hydrolysates of wheat gluten in different oxidation systems," *Food chemistry*, vol. 101, pp. 1658-1663, 2007.

- [34] L.-S. Wang, J.-C. Huang, Y.-L. Chen, M. Huang, and G.-H. Zhou, "Identification and characterization of antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of duck meat," *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 63, pp. 3437-3444, 2015.
- [35] A. Zambrowicz, M. Timmer, A. Polanowski, G. Lubec, and T. Trziszka, "Manufacturing of peptides exhibiting biological activity," *Amino acids*, vol. 44, pp. 315-320, 2013.
- [36] S.-K. Kim and I. Wijesekara, "Development and biological activities of marine-derived bioactive peptides: A review," *Journal of Functional foods*, vol. 2, pp. 1-9, 2010.
- [37] B. H. Sarmadi and A. Ismail, "Antioxidative peptides from food proteins: a review," *Peptides*, vol. 31, pp. 1949-1956, 2010.
- [38] R. Song, R.-B. Wei, H.-Y. Luo, and D.-F. Wang, "Isolation and characterization of an antibacterial peptide fraction from the pepsin hydrolysate of half-fin anchovy (*Setipinna taty*)," *Molecules*, vol. 17, pp. 2980-2991, 2012.
- [39] N. Nedjar-Arroume, V. Dubois-Delval, K. Miloudi, R. Daoud, F. Krier, M. Kouach, *et al.*, "Isolation and characterization of four antibacterial peptides from bovine hemoglobin," *Peptides*, vol. 27, pp. 2082-2089, 2006.
- [40] P. Castellano, M.-C. Aristoy, M. Á. Sentandreu, G. Vignolo, and F. Toldrá, "Peptides with angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity generated from porcine skeletal muscle proteins by the action of meat-borne *Lactobacillus*," *Journal of proteomics*, vol. 89, pp. 183-190, 2013.
- [41] M. Ž. Baltić, M. Bošković, J. Ivanović, J. Janjić, M. Dokmanović, R. Marković, *et al.*, "Bioactive peptides from meat and their influence on human health," *Tehnologija mesa*, vol. 55, pp. 8-21, 2014.
- [42] A. Bougatef, N. Nedjar-Arroume, L. Manni, R. Ravallec, A. Barkia, D. Guillochon, *et al.*, "Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinelle (*Sardinella aurita*) by-products proteins," *Food chemistry*, vol. 118, pp. 559-565, 2010.
- [43] T. Lafarga and M. Hayes, "Bioactive peptides from meat muscle and by-products: generation, functionality and application as functional ingredients," *Meat science*, vol. 98, pp. 227-239, 2014.
- [44] A. Saiga, S. Tanabe, and T. Nishimura, "Antioxidant activity of peptides obtained from porcine myofibrillar proteins by protease treatment," *Journal of agricultural and food chemistry*, vol. 51, pp. 3661-3667, 2003.
- [45] R. Di Bernardini, A. M. Mullen, D. Bolton, J. Kerry, E. O'Neill, and M. Hayes, "Assessment of the angiotensin-I-converting enzyme (ACE-I) inhibitory and antioxidant activities of hydrolysates of bovine brisket sarcoplasmic proteins produced by papain and characterisation of associated bioactive peptidic fractions," *Meat science*, vol. 90, pp. 226-235, 2012.
- [46] A. Şimşek and B. Kılıç, "ET KAYNAKLI BİYOAKTİF PEPTİTLER VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ," *Gıda*, vol. 41, pp. 267-274, 2016.
- [47] M. Gallego, L. Mora, E. Escudero, and F. Toldrá, "Bioactive peptides and free amino acids profiles in different types of European dry-fermented sausages," *International journal of food microbiology*, vol. 276, pp. 71-78, 2018.
- [48] J. Wybran, T. Appelboom, J.-P. Famaey, and A. Govaerts, "Suggestive evidence for receptors for morphine and methionine-enkephalin on normal human blood T lymphocytes," *The Journal of Immunology*, vol. 123, pp. 1068-1070, 1979.
- [49] P. Antila, I. Paakkari, A. Järvinen, M. Mattila, M. Laukkanen, A. Pihlanto-Leppälä, *et al.*, "Opioid peptides derived from in-vitro proteolysis of bovine whey proteins," *International Dairy Journal*, vol. 1, pp. 215-229, 1991.
- [50] A. Pihlanto-Leppälä, P. Antila, P. Mäntsälä, and J. Hellman, "Opioid peptides produced by in-vitro proteolysis of bovine caseins," *International Dairy Journal*, vol. 4, pp. 291-301, 1994.
- [51] J. C. Froehlich, "Opioid peptides," *Alcohol health and research world*, vol. 21, p. 132, 1997.
- [52] D. Ianzer, K. Konno, C. H. Xavier, R. Stöcklin, R. A. S. Santos, A. C. M. de Camargo, *et al.*, "Hemorphin and hemorphin-like peptides isolated from dog pancreas and sheep brain are able to potentiate bradykinin activity in vivo," *Peptides*, vol. 27, pp. 2957-2966, 2006.

- [53] I. Gomes, C. S. Dale, K. Casten, M. A. Geigner, F. C. Gozzo, E. S. Ferro, *et al.*, "Hemoglobin-derived peptides as novel type of bioactive signaling molecules," *The AAPS journal*, vol. 12, pp. 658-669, 2010.
- [54] K. Molly, D. Demeyer, G. Johansson, M. Raemaekers, M. Ghistelinck, and I. Geenen, "The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages. First results of a European project," *Food Chemistry*, vol. 59, pp. 539-545, 1997/08/01/ 1997.
- [55] C. Pugliese, F. Sirtori, M. Škrlep, E. Piasentier, L. Calamai, O. Franci, *et al.*, "The effect of ripening time on the chemical, textural, volatile and sensorial traits of Biceps femoris and Semimembranosus muscles of the Slovenian dry-cured ham Kraški pršut," *Meat Science*, vol. 100, pp. 58-68, 2015.
- [56] C.-Z. Zhu, W. Tian, M.-Y. Li, Y.-X. Liu, and G.-M. Zhao, "Separation and identification of peptides from dry-cured Jinhua ham," *International journal of food properties*, vol. 20, pp. S2980-S2989, 2017.
- [57] C. Leygonivol e, T. J. Britz, and L. C. Hoffman, "Impact of freezing and thawing on the quality of meat," *Meat science*, . 91, pp. 93-98, 2012.
- [58] H. Kato, "Flavor chemistry-Trends and development," in *ACS Symposium Series 388*, 1989, pp. 158-174.
- [59] C. Bauchart, D. Rémond, C. Chambon, P. Patureau Mirand, I. Savary-Auzeloux, C. Reynès, *et al.*, "Small peptides (<5kDa) found in ready-to-eat beef meat," *Meat Science*, vol. 74, pp. 658-666, 2006/12/01/ 2006.
- [60] Ž. Vaštag, L. Popović, S. Popović, L. Petrović, and D. Peričin, "Antioxidant and angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity in the water-soluble protein extract from Petrovac Sausage (Petrovska Kolbasa)," *Food control*, vol. 21, pp. 1298-1302, 2010.
- [61] F.-K. Lücke, "Fermented meat products," *Food research international*, vol. 27, pp. 299-307, 1994.
- [62] C. Waade and L. Stahnke, "Dried sausages fermented with staphylococcus xylosus at different temperatures and with different ingredient levels. Part IV. Amino acid profile," *Meat science*, vol. 46, pp. 101-114, 1997.
- [63] S. Fadda, G. Vignolo, A. P. Holgado, and G. Oliver, "Proteolytic activity of Lactobacillus strains isolated from dryfermented sausages on muscle sarcoplasmic proteins," *Meat Science*, vol. 49, pp. 11-18, 1998.
- [64] A. Toledano, R. Jordano, C. López, and L. Medina, "Proteolytic activity of lactic acid bacteria strains and fungal biota for potential use as starter cultures in dry-cured ham," *Journal of food protection*, vol. 74, pp. 826-829, 2011.
- [65] G. D. G. de Fernando and P. F. Fox, "Study of proteolysis during the processing of a dry fermented pork sausage," *Meat Science*, vol. 30, pp. 367-383, 1991.
- [66] M. C. Hughes, J. P. Kerry, E. K. Arendt, P. M. Kenneally, P. L. H. McSweeney, and E. E. O'Neill, "Characterization of proteolysis during the ripening of semi-dry fermented sausages," *Meat Science*, vol. 62, pp. 205-216, 2002/10/01/ 2002.
- [67] Y. Guan, J. Wang, J. Wu, L. Wang, X. Rui, G. Xing, *et al.*, "Enhancing the functional properties of soymilk residues (okara) by solid-state fermentation with Actinomucor elegans," *CyTA - Journal of Food*, vol. 15, pp. 155-163, 2017/01/02 2017.
- [68] L. Mora, E. Escudero, and F. Toldrá, "Characterization of the peptide profile in Spanish Teruel, Italian Parma and Belgian dry-cured hams and its potential bioactivity," *Food Research International*, vol. 89, pp. 638-646, 2016/11/01/ 2016.