

Geleneksel Yöntem ve Direkt Fermantasyon ile Üretilen Maraş Tarhanalarında Biyoaktif Peptitlerin Belirlenmesi

Doğanay YÜKSEL¹, Ahmet Levent İNANÇ^{2*}

^{1,2}Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Avşar Yerleşkesi Onikişubat / Kahramanmaraş, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-1926-5573>, ²<https://orcid.org/0000-0002-7363-5096>

✉: linanc@edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada geleneksel yöntem ve direkt fermantasyon yöntemi olmak üzere iki farklı teknikle üretilen Maraş tarhanaları ve tarhanaların ana bileşenlerinin (yoğurt ve dövme) pepsin-tripsin hidrolizatlarında bulunan 3kDa altındaki kısa zincirli “biyoaktif peptitler” araştırılmıştır. Q-TOF LC/MS cihazından alınan MS verileri PEAKS Studio (versiyon 8.5) programında değerlendirilmiş ve tespit edilen peptitlerin BIOPEP veri setinde fizyolojik aktiviteleri araştırılmıştır. RP-HPLC’de tarhana örneklerinin peptit profilleri kıyaslanmıştır. Geleneksel tarhana hidrolizatlarında 3 kDa altında 34 tane, direkt fermente tarhana hidrolizatlarında ise 50 tane peptit tespit edilmiştir. Bunların 8 tanesi ACE inhibitör peptit, 3 tanesi antioksidan peptit, 1 tanesi antibakteriyal peptit, 4 tanesi DPP IV inhibitör peptit ve 1 tanesi renin inhibitör peptit olarak BIOPEP veri setinde tanımlıdır. Yoğurt hidrolizatlarında tespit edilen 19 peptit zincirinden iki tanesi (VLPVPQK, EAMAPK) tarhana örnekleri ile ortaktır. Dövme hidrolizatında 23 adet peptit tespit edilmiştir. Bunların içinden LVVPPK peptiti direkt fermente tarhana hidrolizatında da tespit edilmiştir. Yoğurt ve dövme hidrolizatlarında ortak peptit bulunmamıştır. BIOPEP veri setinde yer almayan EAMAPK peptitinin antioksidan, IIVTQTMK peptitinin ACE inhibitör ve LPAVFK, LPGLKF, LLSLGA, LVVPPK peptitlerinin amino asit dizilimi ve türleri göz önüne alındığında antimikrobiyal aktivite taşıma kapasiteleri olduğu değerlendirilmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 27.02.2021

Kabul Tarihi : 17.06.2021

Anahtar Kelimeler

Biyoaktif peptitler
Fonksiyonel peptitler
Maraş tarhanası
Enzimatik parçalanma
In-silico parçalanma

Determination of Bioactive Peptides in Maras Tarhana Produced by Traditional Method and Direct Fermentation

ABSTRACT

In this study, two different techniques namely traditional and direct fermentation method were used to produce Maras tarhana. Peptide profiles of tarhana samples were compared by RP-HPLC method, and investigated by Q-TOF LC/MS. Mass spectrometry data were analyzed in PEAKS Studio (version 8.5) software and the physiological activities of the peptides were investigated in BIOPEP database. According to MS data, 34 and 50 different peptides were determined in the traditional and direct fermentation tarhana hydrolyzates, respectively. Among them, a total of 8 ACE inhibitor peptides, 3 antioxidant peptides, 1 antibacterial peptide, 4 DPP-IV inhibitor peptides, 1 renin inhibitor peptide were found in the BIOPEP database. 19 different peptide were detected in the yogurt hydrolyzate. Two of them (VLPVPQK, EAMAPK) were also detected in tarhana hydrolyzates. Overall, 23 peptides were detected in wheat samples. One of which (LVVPPK) was also detected in the direct fermented tarhana hydrolyzate. However no common peptide was detected in yoghurt and wheat hydrolyzates. As a result of the literature review, it was found that peptide EAMAPK, which is not included in the BIOPEP database, has antioxidant activity and the peptide IIVTQTMK has the potential to show ACE inhibitory activity.

Research Article

Article History

Received : 27.02.2021

Accepted : 17.06.2021

Keywords

Bioactive peptides
Functional peptides
Maras tarhana
Enzymatic degradation
In-silico degradation

In addition it has been concluded that LPAVFK, LPGLKF, LLSLGA, and LVVPPK peptides sustained the potential to show antimicrobial activity considering the amino acid sequence and types..

Atıf İçin: Yüksel D, İnanç AL 2022. Geleneksel Yöntem ve Direkt Fermantasyon ile Üretilen Maraş Tarhanalarında Biyoaktif Peptitlerin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 357-366. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.887719>.

To Cite : Yüksel D, İnanç AL 2022. Determination of Bioactive Peptides in Maras Tarhana Produced by Traditional Method and Direct Fermentation. KSU J. Agric Nat 25 (2): 357-366. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.887719>.

GİRİŞ

Protein yapısı içinde inaktif olan ancak enzimatik aktivite (mikroorganizma veya sindirim sistemi kaynaklı) sonucunda öncül protein yapısından serbest kalarak vücutta hormon benzeri fizyolojik aktivite gösteren peptit zincirleri “fonksiyonel peptit” veya “biyoaktif peptit” olarak tanımlanmaktadır (Korhonen, 2009). Proteinleri oluşturan amino asit zincirleri içine kodlanmış biyoaktif peptitlerin genellikle 2-20 amino asitten oluşan, hidrofobik amino asitlerce zengin kısa peptit zincirleri olduğu ifade edilmektedir (Chakrabarti ve ark., 2018). Günümüzde özellikle süt proteinleri kaynaklı opioid, antitrombotik, antihipertansif, antimikrobiyal, antikanserojen, mineral bağlayıcı ve immunomodülatör aktiviteye sahip farklı biyoaktif peptitler tanımlanmıştır (Nongonierma ve FitzGerald, 2015). Biyoaktif peptitlerin vücuttaki fizyolojik aktivitesi, amino asit kompozisyonları ve dizileri ile ilişkilendirilmektedir. Özellikle peptit zincirinin C ve N-terminal uçlarında bulunan amino asitlerin fizyolojik aktivite için belirleyici olduğu ifade edilmektedir (Gür ve ark., 2010). Biyoaktif peptitler vücutta hormon benzeri aktivite göstererek düzenleyici olarak görev yapabildikleri için gıda alanında ve farmakolojik uygulamalarda kullanım olanaklarına sahip sağlığı destekleyici, koruyucu etmenler olarak kabul edilmektedir (Kesler ve ark., 2008).

Fermente et, süt ve baklagil ürünlerinin üretiminde bir ana basamak olan fermantasyon esnasında gerçekleşen proteoliz sonucunda serbest hale geçebilen biyoaktif peptitler, bu ürünlerin fonksiyonel niteliklerini geliştirebilmektedir (Akpınar ve Uysal, 2013). Bu bağlamda tarhananın, hem süt hem de tahıl proteinleri içermesi açısından önemli bir biyoaktif peptit kaynağı olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda bir fermente gıda olarak tarhana, bakteriler tarafından büyük protein moleküllerinin kısa peptit zincirlerine parçalandığı önemli bir matriks olarak değerlendirilmektedir.

Maraş tarhanası, pilav gibi pişirilen dövme buğdayın yoğurtla karıştırıldıktan sonra kurutulmasıyla elde edilen fermente bir üründür (Yıldırım ve Güzeler, 2016). Geleneksel üretim yönteminde her bir kilogram pişmiş dövme yaklaşık olarak 3.5-4.5 kg yoğurt eklenir. Hazırlanan karışım bir gece bez torbalarda

bekletildikten sonra ince bir tabaka halinde “çiğ” olarak adlandırılan hasırların üzerine serilir. Açık havada güneş altında 1-2 gün süren kurutma işleminden sonra tarhanalar kış mevsimi boyunca depolanmak üzere metal fiçılara konulur.

Bu çalışmada geleneksel yöntem ve direkt fermantasyon ile üretilen Maraş tarhanalarındaki proteinlerin yapısı içinde inaktif halde bulunan ancak mikroorganizmaların veya sindirim sistemi enzimlerinin proteolitik aktivitesi sonucunda mide-bağırsak sisteminde serbest kalarak önemli fizyolojik aktiviteler sergileyen biyoaktif peptitlerin varlığı araştırılmış, geleneksel ve direkt fermantasyon yöntemiyle üretilen tarhanaların suda çözünen fazlarının peptit profilleri karşılaştırılmış, kütle spektrometresinde tarhana, yoğurt ve dövme örneklerinin pepsin-tripsin hidrolizatlarındaki peptitler incelenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Tarhana yapımında kullanılan dövme (işlem görmüş buğday) yerel bir değirmenden, tam yağlı UHT süt (Ülker A.Ş.) bir marketten satın alınmıştır. Yoğurt kültürü (CH-1 Thermophilic DVS) Chr Hansen (İstanbul, Türkiye) firmasından temin edilmiştir. Tripsin enzimi (T8003) Sigma'dan, pepsin enzimi (P-1120-48) Fisher Chemical'dan satın alınmıştır.

Yöntem

Yoğurt üretimi

Yoğurt kültürü (firmanın tavsiye ettiği miktar 90 mg DVS kültür L⁻¹) 200 ml süte ilave edilerek 40 °C'de 3 saat süresince aktive edilmiştir. Kültür inoküle edilen süt 2.5 litre UHT süte eklenerek 44 °C'de 4 saat fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon sonunda yoğurt buzdolabı sıcaklığında 12 saat bekletilmiştir.

Dövmenin pişirilmesi

Dövmeler suyla yıkandıktan sonra ağırlıkça 1 birim dövme 3 birim su ile karıştırılarak pişirilmiştir. Pişirme işlemine dövme içerisinde beyaz nokta kalmayınca kadar devam edilmiştir.

Tarhana üretimi

Geleneksel Maraş tarhanası üretimi için ağırlıkça 1 birim pişmiş dövme 2.5 birim yoğurt ile karıştırılmış ve karışım (tarhana hamuru) mikser yardımıyla

homojen hale getirilmiştir. Tarhana hamuru 44 °C'de 8 saat fermentasyona bırakılmıştır ve süre sonunda yaklaşık 0.5 cm kalınlığında olacak şekilde hasırlara serilerek nem miktarı % 10'a düşene kadar 60 °C'deki etüvde kurutulmuştur.

Direkt fermente Maraş tarhanası üretimi için yoğurt kültürü 40 °C'de 200 ml süt içinde 3 saat süresince aktive edildikten sonra 2.3 litre UHT süt ile karıştırılmıştır. Yoğurt kültürü inoküle edilen süt ve pişmiş dövme ağırlıkça 1 birim pişmiş dövme 2.5 birim süt olacak şekilde bir kapta birleştirilmiştir. Karışım 44 °C'de 4 saat fermentasyona bırakılmış ardından 12 saat buzdolabı sıcaklığında bekletilmiştir. Bekletme sonunda 44 °C'de 8 saat süresince ikinci bir fermentasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tarhana hamurunun kurutulmasında geleneksel üretim yöntemindeki parametrelerin aynı kullanılmıştır.

Tarhana Proteinlerinin In-Silico Sindirim Modeli

Tarhana proteinlerinin in-silico hidrolizinin modellenmesi için BIOPEP programı (Minkiewicz ve ark., 2008) kullanılmıştır. Yoğurt kaynaklı proteinlerden α_{s1} -kazein (P02662), α_{s2} -kazein (P02663), β -kazein (P02666), κ -kazein (P02668), β -laktoglobulin (P02754), α -laktalbumin (P00711) ve buğday kaynaklı proteinlerden glütenin HMW (P10388), glütenin LMW (P10385), γ -gliadin (P08453), α - β -gliadin (P02863) in-silico hidroliz modellenmesi için seçilmiştir. Hidroliz modeli için tripsin (EC 3.4.21.4) ve pepsin (pH>2 EC 3.4.23.1) enzimleri kullanılmıştır.

Peptit Profili Analizi

Suda çözünen azotlu bileşenler (WSE) (Coda ve ark., 2012) tarafından bildirilen şekilde elde edilmiştir. Yoğurt ve pişmiş dövme mikserle homojen hale getirilmiş ve tarhana örnekleri öğütülüp 1 mm'lik elekten geçirilmiştir. Her bir örnekten (yoğurt, dövme ve tarhana) 40 g tartılarak 200 ml 50 mM Tris-HCl (pH:8.8) ile karıştırılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu 40 °C'de 16 saatte tamamlanmıştır. Süre sonunda örnekler +4 °C'de 3 saat bekletilmiştir. Örnekler için çöktürme üzerinden alınan sıvılar santrifüjlenerek (15000 x g, 30 dakika) elde edilen süpernatantlar bir sonraki aşama olan katı faz ekstraksiyonu (SPE) için toplanmıştır.

SPE kolonları (C18, 500 mg 3 ml⁻¹, 50 μ m; Finisterre, İspanya) sırasıyla 2 ml metanol, 2 ml ultra saf su, 2 ml % 0.1'lik formik asit çözeltisi ile şartlanmıştır. Kolonlara örneklerin WSE ekstraktlarından 2 ml aktarılmıştır. Ekstraktların akış hızı dakikada 1 ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Kolonda tutulan peptitlerin geri kazanılması için kolondan sırasıyla 2 ml % 0.1'lik formik asit çözeltisi, 2 ml % 0.1'lik formik asit çözeltisi (% 20 asetonitril içinde) ve 2 ml % 0.1'lik formik asit çözeltisi (% 50 asetonitril içinde)

geçirilmiştir (Herraiz ve Casal, 1995). Toplanan sıvılar liyofilize (Alpha 1-4 LSCplus; Christ, Almanya) edilmiştir. Liyofilize ekstraktlar kullanılacakları zamana kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

RP-HPLC cihazında gerçekleştirilen peptit profili analizi için liyofilize ekstraktlara 2 ml ultra saf su eklenmiştir. Bir saat oda sıcaklığında bekletilen ekstraktlar filtreden (45 μ m x 25 mm PTFE) geçirilerek HPLC cihazına (LC-20 AT; Shimadzu, Japonya) 100 μ l enjekte edilmiştir. Analizlerde Inertsil ODS-3 C18 ters faz kolon (250 x 4.6 mm, 5 μ m partikül büyüklüğü; GL Sciences, Japonya) kullanılmıştır. Mobil faz (A: % 0.1 formik asit – ultra saf su (v/v), B: % 0.1 formik asit – asetonitril (v/v)) akış hızı 0.7 ml dk⁻¹ ve kolon sıcaklığı 40 °C olarak ayarlanmıştır. Mobil fazlar için gradient programı 3.dk A: %100, 13. dk A: %90, 21.dk A: %80, 29. dk A: %70, 37. dk. A: % 50, 45. dk A: %30, 53. dk. A: % 0 ve 61. Dk. A: % 100 olarak ayarlanmıştır.

Kütle Spektrometresi (MS) Analizi

Tarhana örnekleri (gelenseksel ve direkt fermente), yoğurt ve dövmenin pepsin-tripsin hidrolizatlarının hazırlığı için ilk etapta örneklerin suda çözünür azotlu bileşen ekstraktları (WSE) peptit profili analizinde anlatıldığı gibi elde edilmiştir. Bu işlemlerin sonunda ekstraktların pH'ları HCl ile 2'ye ayarlanmıştır. Ekstraktlara enzim substrat oranı 1:50 olacak şekilde 10 mM HCl içinde pepsin eklenmiştir. Hidroliz işlemi 37 °C sıcaklıkta 24 saatte tamamlanmıştır. Enzim aktivitesini sonlandırmak için ekstraktlar 15 dakika boyunca 90 °C su banyosunda bekletilmiştir. 37 °C'ye soğutulan ekstraktların pH'sı NaOH çözeltisi ile 8'e ayarlanmıştır. Ardından ekstraktlara 1 mM HCl içinde tripsin (1:80 enzim substrat oranı) eklenmiştir. Hidroliz 37 °C sıcaklıkta 24 saatte tamamlanmıştır. Tripsin aktivitesini sonlandırmak için ekstraktlar 15 dakika boyunca 90 °C su banyosunda tutulmuştur. Ekstraktlar 20 dakika boyunca buz banyosunda soğutulmuştur. Bu işlemler sonunda örneklerin sıvı kısımları ayrılarak santrifüjlenmiş (15000 x g, 30 dakika) ve peptit fraksiyonlarını içeren süpernatantları toplanarak peptit profili analizinde anlatıldığı şekilde SPE işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sıvılar liyofilizatörde kurutulmuş MS analizine kadar -20 °C'de depolanmıştır.

MS analizi (Mejri ve ark., 2017) sonunda elde edilen veriler PEAKS Studio 8.5 (Bioinformatics Solutions Inc.; Waterloo, Canada) programında değerlendirilmiştir. Bu amaçla programa UniProtKB/Swiss-Prot (Anonim, 2018c) veri seti tanıtılarak, metiyonin oksidasyonu, serin fosforilasyonu ve sistein karbamidometilasyonu sonuçların değerlendirilmesindeki değişkenler olarak seçilmiştir. Sonuçlar değerlendirilirken -10logP alt sınırı 15 olarak belirlenmiştir. De-novo sekanslama sonuçlarında % ALC (average local confidence) 70 ve

üzeri değerler kabul edilmiştir. Swiss-Prot veri setinde yer almayan peptitlerin kaynaklarının belirlenmesi amacıyla ScanProsite (Anonim, 2018b) programından yararlanılmıştır. Tarama yapılacak veri seti olarak UniProt KB (trEMBL) seçilmiştir. Elde edilen veriler BIOPEP-UWM (Anonim, 2018a) veri setinde taranmış, eşleşme görülen peptitlere sonuçlarda yer verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

In-silico Sindirim Modeli

Tarhana bileşimindeki yoğurt ve dövme kaynaklı proteinlerin pepsin-tripsin enzimleriyle in-silico hidrolizi neticesinde ağırlıklı olarak dipeptitler açığa çıkmıştır (Veriler sunulmamıştır). Toplamda 153 adet dipeptit, 14 adet tripeptit ve 3 adet daha uzun zincirli peptitin BIOPEP veri setinde kayıtlı olduğu görülmüştür. Veri setinde kayıtlı peptitler içinde 42 ACE inhibitör, 47 DPP-IV inhibitör, 9 antioksidan, 1 antitrombotik, 2 glukoz alımı uyarıcı, 2 vazodilatör madde salınımı uyarıcı, 1 mide mukoz membran aktivitesini düzenleyici, 1 anti-amnestik, 1 CaMPDE inhibitör ve 2 renin inhibitör aktivite gösteren peptit bulunmaktadır.

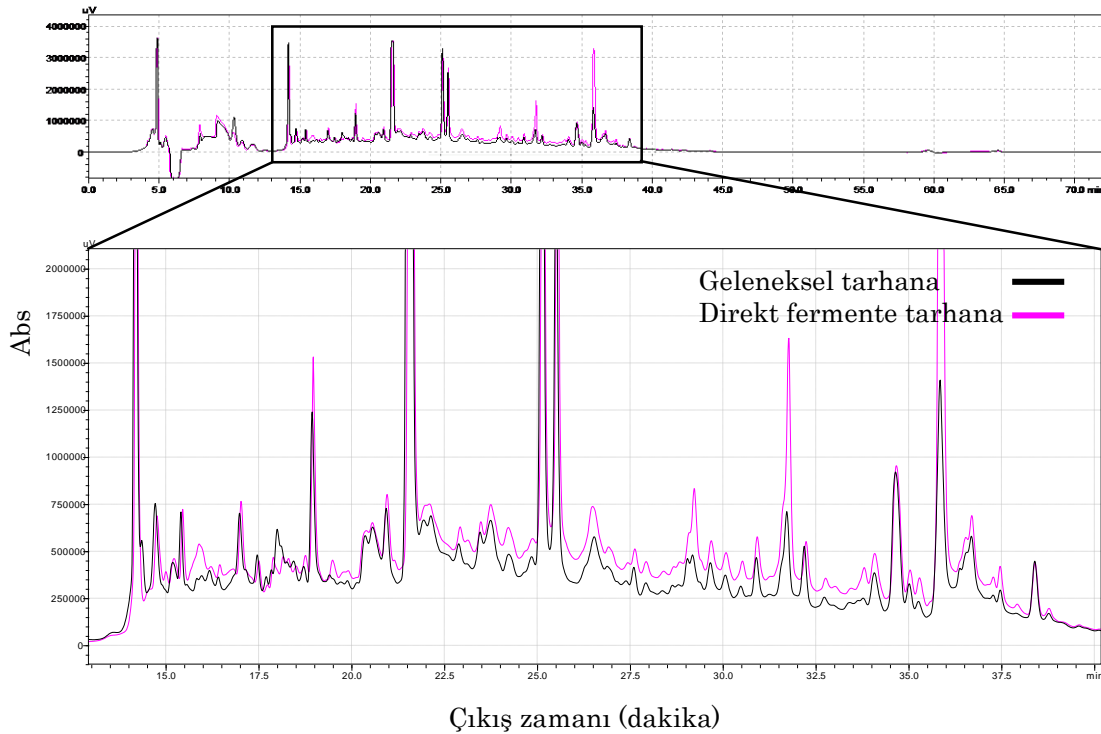
Yoğurt ve dövme proteinlerinin dizisinde bulunan IPP ve VPP tripeptitleri ACE inhibitör etkileri nedeniyle birçok araştırmanın konusu olmuştur. Aynı zamanda Calpis (Japonya) ve Evolus (Finlandiya) isimleriyle ticarileşmiş formları bulunan (Korhonen, 2009) IPP ve

VPP tripeptitleri gibi üç amino asitten oluşan peptit zincirlerine in-silico modellemede sınırlı sayıda rastlanmıştır. Benzer şekilde MS sonuçlarında IPP ve VPP tripeptitleri tespit edilmemiştir.

In-silico hidroliz modelinde ağırlıklı olarak dipeptitler açığa çıkmıştır. Dipeptit ve tripeptitlerin uzun amino asit zincirlerine kıyasla daha reaktif karakterli olabildiği bunun yanında bağırsak duvarından geçmelerinin dolayısıyla kan dolaşımına dahil olmalarının daha kolay olduğu bildirilmektedir (Le Maux ve ark., 2015). Kısa peptit zincirleri aynı zamanda gıdaların tat ve acılık gibi duyu özellikleri üzerindeki etkilerinden ötürü önemli görülmektedir (Maehashi ve Huang, 2009).

Peptit Profili Analizi

Şekil 1'de sunulan geleneksel ve direkt fermente tarhana örneklerinin peptit profilleri karşılaştırıldığında bazı piklerin alanlarında görülen farklılıklar dışında kromatogramların büyük oranda benzer olduğu görülmüştür. Bu nedenle üretim metodlarının tarhanaların peptit profilleri üzerinde farklılık oluşturmadığı düşünülebilir. Yoğurt, dövme ve tarhana örneklerinin kromatogramları karşılaştırıldığında (Veriler sunulmamıştır) yoğurt fermentasyonu esnasında ortaya çıkan peptitlerin büyük oranda tarhanaların peptit profilini belirlediği düşünülmektedir.



Abs: 214 nm dalga boyundaki absorbans (AU)

Şekil 1. Geleneksel ve direkt fermente tarhana örneklerine ait RP-HPLC kromatogramlarının karşılaştırılması

Figure 1. Comparison of RP-HPLC chromatograms of traditional and direct fermented tarhana samples

Kütle Spektrometresi (MS) Analizi

Yoğurt ve dövme hidrolizatı

Yoğurt hidrolizatının MS analizinde tespit edilen peptitler içinde (Veriler sunulmamıştır) yalnızca antioksidatif etki gösteren VLPVPQK peptiti BIOPEP veri setinde yer almaktadır. Tespit edilen bir başka peptit EAMAPK'nın antioksidatif etki gösterdiğine dair literatür bilgisi bulunmaktadır (Pepe ve ark., 2016). Öte yandan yoğurt proteinlerinin in-silico sindirim modelinde öngörülen peptitlerin büyük kısmı MS analizinde tespit edilmemiştir.

Yoğurt hidrolizatında tespit edilen antioksidan VLPVPQK peptiti başka bir çalışmada daha tespit edilmiştir (Kunda ve ark., 2012). Fakat bazı çalışmalarda (Donkor ve ark., 2007; Plaisancie ve ark., 2013; Jin ve ark., 2016; Sah ve ark., 2016) saptanan VPP ve IPP gibi etkileri iyi tanımlanmış antihipertansif peptitler ve kazeisin A (IKHQGLPQE) ve israsidin (RPKHPIKHQGLPQEVNLNLLRF) gibi iyi bilinen antimikrobiyal peptitler yoğurt hidrolizatında tespit edilmemiştir.

Dövme hidrolizatının MS analizinde tespit edilen peptitlerin BIOPEP veri setinde veya literatürde tanımlanmış fizyolojik aktivitesine ulaşamamıştır. LVVPPK peptiti dövme ve direkt fermente tarhana hidrolizatlarında ortak bulunmuştur. Buğday ve

buğdaydan elde edilen ürünlerdeki peptitlerin araştırıldığı önceki çalışmalarda (Jeong ve ark., 2007; Nakamura ve ark., 2007; Rizzello ve ark., 2008; Nogata ve ark., 2009; Kancabaş ve Karakaya, 2013; Zhao ve ark., 2013) bulunan peptitler bu çalışmada tespit edilmemiştir.

Tarhana hidrolizatları

Ek 1 ve Ek 2'de geleneksel ve direkt fermente tarhana örneklerinin MS verileri sunulmuştur. Geleneksel tarhana hidrolizatında 3 kDa'dan küçük 34, direkt fermente tarhana hidrolizatında 50 farklı peptit tespit edilmiştir. Bu peptitlerin BIOPEP veri setinde tanımlanmış fizyolojik aktiviteleri Çizelge 1'de sunulmuştur. IPAVFK, VLPVPQK, LLR, LR, VR ve FR peptitleri her iki tarhana hidrolizatında ortak tespit edilmiştir. AVYPYQR ve RL peptiti ise yalnızca geleneksel tarhana hidrolizatında tespit edilirken LIVTQ ve EMPFPK peptitleri yalnızca direkt fermente tarhana hidrolizatında tespit edilmiştir. Her iki tarhana hidrolizatının antibakteriyal, antioksidan, renin inhibitör, DPP-IV inhibitör, ACE inhibitör aktivite gösteren en az bir peptit içerdiği anlaşılmaktadır. Böylece her iki metotla üretilen tarhanaların hidrolizatlarında tespit edilen peptitlerin fizyolojik aktiviteleri yönünden benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 1. PEAKS Studio programı çıktılarının BIOPEP veri setindeki tarama sonuçları

Table 1. Investigation of the results of peaks studio software in BIOPEP dataset

Peptit (Peptide)	Fizyolojik Aktivite (Physiological Activity)	Teorik Kütle (Da) (Theoretical Mass)	Ölçülen Kütle (Da) (Measured Mass)	Hidrolizat (Hydrolyzate)
IPAVFK	Antibakteriyel, DPP-IV inhibitör, ACE inhibitör	673.4030	673.4163	GT*, DT**
AVYPYQR	ACE inhibitör, antioksidan	829.4310	829.4446	GT
VLPVPQK	Antioksidan	779.4760	779.4905	GT, DT
LIVTQ	ACE inhibitör	572.3410	572.3533	DT
EMPFPK	ACE inhibitör	747.3484	747.3625	DT
FR	ACE inhibitör, DPP-IV inhibitör	321.1690	321.1801	GT, DT
VR	ACE inhibitör, DPP-IV inhibitör	273.1690	273.1801	GT, DT
RL	ACE inhibitör, DPP-IV inhibitör	287.1850	287.1957	GT
LR	Renin inhibitör, ACE inhibitör	287.1850	287.1957	GT, DT
LLR	Antioksidan	400.2690	400.2798	GT, DT

*GT: Geleneksel tarhana hidrolizatı (Traditional tarhana hydrolyzate)

**DT: Direkt fermente tarhana hidrolizatı (Direct fermentation tarhana hydrolyzate)

MS analizinde tespit edilen peptitler ile in-silico sindirim modeline göre seçilen dövme ve süt proteinlerinden serbest kalması öngörülen peptitler kıyaslandığında, ACE inhibitör ve DPP-IV inhibitör aktivite gösteren VR dipeptiti dışında ortak sonuç bulunamamıştır. Bu durumun gıdaların kompleks kimyasal yapısıyla ilişkili olarak deneysel çalışmada yeterli hidroliz derecesine erişilememesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Çizelge 2'de in-silico hidroliz modelinde öngörülen peptitler ve deneysel hidroliz çalışmasında tespit edilen peptitlerin fizyolojik aktiviteleri karşılaştırılmıştır.

BIOPEP veri setinde kayıtlı olmayan EAMAPK peptiti başka bir çalışmada (Pepe ve ark., 2016) antioksidatif peptit olarak tanımlanmıştır. Veri setinde bulunmayan diğer bir peptit olan IIVTQTMK ACE inhibitör peptit olarak tanımlanmıştır (Chobert ve ark., 2005). Bunların yanında veri setlerinde ve literatürde yer almayan LPAVFK, LPGLKF, LLSLGA, LVVPPK peptit zincirleri amino asit içerikleri yönünden incelenmeye değer görülmüştür. Prolin, lösin, valin, glutamik asit ve trionin amino asitlerinin istatistiksel olarak tanımlanan antimikrobiyal peptit zincirleri içinde baskın şekilde bulunduğu

belirtilmektedir (Dziuba ve Dziuba, 2014) . Bu anlamda yukarıda verilen dört peptit zincirinin

antimikrobiyal aktivite taşımaya aday peptitler olduğu düşünülebilir.

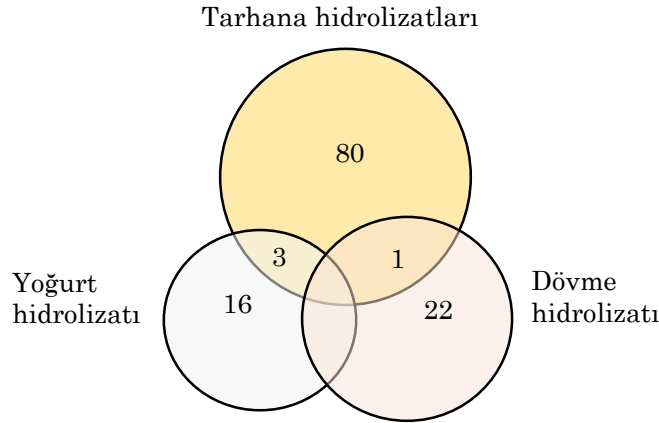
Çizelge 2. In-silico ve deneysel hidroliz ile serbest kalan peptitlerin kıyaslanması
Table 2. Comparison of peptides cleaved by in-silico and experimental hydrolysis

Fizyolojik Aktivite (Physiological Activity)	In-silico Hidroliz (In-silico Hydrolysis)		Deneysel Hidroliz (Experimental Hydrolysis)	
	Yoğurt (Yogurt)	Buğday (Wheat)	Geleneksel Tarhana (Traditional Tarhana)	Direkt Fermente Tarhana (Direct Fermentation Tarhana)
Antioksidan (Antioxidant)	+	+	+	+
Antibakteriyel (Antibacterial)	+	+	+	+
Renin inhibitör (Renin inhibitor)	+	+	+	+
ACE inhibitör (ACE inhibitor)	+	+	+	+
DPP-IV inhibitör (DPP-IV inhibitor)	+	+	+	+
Antitrombotik (Antithrombotic)	+	+	-	-
Glukoz alımını uyarıcı (Glucose uptake stimulation)	+	+	-	-
Antiamnestik (Antiamnestic)	+	+	-	-
CaMPDE inhibitör (CaMPDE inhibitor)	+	+	-	-
Vazoaktif madde salımını uyarıcı etki (Vasoactive substance release stimulation)	+	+	-	-
Mide mukoz membran aktivitesi düzenleyici etki (Stomach mucosal membrane activity regulation)	+	+	-	-

Daha önce yapılan bir çalışmada (Conway ve ark., 2013) tanımlanan antioksidan etki puan tablosuna göre bu çalışmada tespit edilen IAPVFK, LAPVFK, APIVKF ve VLPVKPQ peptit zincirlerinin antioksidan aktivite taşımaya aday peptitler olduğu düşünülmektedir. Söz konusu peptitlerin antioksidatif etki puanları sırasıyla 10 üzerinden 7, 6.5, 7 ve 7 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada bulunan VLPVPQK peptiti için bu değer 10 üzerinden 7.5 puan bulunmuştur.

Tarhana, yoğurt ve dövme hidrolizatlarında bulunan ortak peptitler incelendiğinde EMMAPK, LAEK, TVMAPQ peptitlerinin yoğurt ve tarhana hidrolizatlarında, LVPPK peptitinin dövme ve tarhana hidrolizatlarında ortak olduğu görülmektedir. Fakat her üç örnekte ve yoğurt ile dövme hidrolizatları arasında ortak olan peptitlere rastlanmamıştır. Tarhana hidrolizatları ile kıyaslandığında yoğurt ve dövme hidrolizatlarında tespit edilen peptit sayısı daha azdır. Direkt fermente tarhana hidrolizatında 50, geleneksel tarhana hidrolizatında 34, yoğurt hidrolizatında 19 ve dövme hidrolizatında 23 farklı 3

kDa altında büyüklüğe sahip peptit tespit edilmiştir. Tespit edilen peptitlerin ve ortak peptitlerin sayıları Şekil 2'de sunulmuştur. Tespit edilen peptitler açısından tarhana örneklerinin daha zengin bir kaynak oluşturması laktik asit bakterileri ve mayaların tarhana fermantasyonu esnasındaki hücre dışı proteolitik enzim aktivitesi ile açıklanabilir (Pritchard ve Coolbear, 1993). Yoğurt kaynaklı mikroorganizmalar buğdaydan gelen kısa zincirli şekerlere erişim sağlayarak gelişebilmektedir. Buğdaydaki karbonhidratların çok büyük bölümü (%65-75) nişasta yapısında olmakla birlikte toplam karbonhidratların %1'ini monosakkaritler (glukoz, fruktoz) ve disakkaritler (sukroz, maltoz), % 1'ini oligosakkaritler (rafinoz, frukto oligosakkarit), % 1-2'sini fruktanlar oluşturmaktadır (Lafiandra ve ark., 2014). Hücre metabolizmasına katılması kolay olan bu şekerlerin mikrobiyal gelişmeyi teşvik ederek proteolitik parçalanmaya katkı sağladığı böylece tarhanada yoğurt ve dövmeyle kıyasla daha fazla peptit açığa çıktığı düşünülmektedir.



Şekil 2. Tarhana, yoğurt ve dövme hidrolizatlarında ortak bulunan peptitler
Figure 2. Common peptides present in tarhana, yogurt and wheat

SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarhana örneklerinin hidrolizatlarında tespit edilen peptitler içinde fizyolojik aktivite gösteren 8 ACE inhibitör, 3 antioksidan, 1 antibakteriyel, 4 DPP-IV inhibitör, 1 renin inhibitör peptit tespit edilmiştir. Yoğurt hidrolizatında tespit edilen VLPVPQK ve EAMAPK peptitlerinin literatürde antioksidatif aktivitesi tanımlanmıştır. Dövme hidrolizatında tespit edilen peptitlerle ilgili literatür bilgisine ulaşamamıştır.

Yoğurt ve dövme hidrolizatlarında tespit edilen peptitlerin büyük kısmı tarhana hidrolizatlarıyla ortak değildir. Bu nedenle tarhana fermantasyonunun 3 kDa altındaki peptitlerin serbest kalması açısından önemli bir basamak olduğu söylenebilir. Hidrolizatlarda tespit edilen peptitler fizyolojik aktiviteleri açısından değerlendirildiğinde tarhana hidrolizatlarında daha fazla sayıda fizyolojik aktivite gösteren peptit bulunmaktadır.

Tarhana bileşiminde, yoğurdun yapısından gelen mikroorganizmalar ve buğdayın yapısından gelen galakto-frukto oligosakkaritler ve diyet lifleri birlikte bulunmaktadır. Bu anlamda tarhana probiyotik-prebiyotik (sinbiyotik) etki gösteren gıdalardan birisidir. Bu durum Maraş tarhanasının fonksiyonel ürün kimliğine önemli katkı sağlamaktadır. Bununla beraber proteolitik aktivitesi yüksek olduğu belirtilen *Lactobacillus helveticus* gibi laktobasillerin tarhana fermantasyonuna dahil edilmesi durumunda proteinlerden serbest kalan kısa peptitlerin çeşitliliğinde artış olabileceği ve böyle bir çalışmanın tarhananın fonksiyonel özelliğini arttırabileceği değerlendirilmektedir.

Günümüzde tüketicilerin talepleri doğrultusunda doğal gıda katkı maddelerinin kullanım olanakları üzerinde önemli araştırmalar yürütülmektedir. Antimikrobiyal peptitler gibi gıda koruyucusu olarak kullanılmakta olan doğal bileşenler, yeni gıda

katkılarının ve insan sağlığını destekleyici yeni ürünlerin geliştirilmesi çalışmalarında ilgi uyandırmaktadır. Bu anlamda çalışmada tespit edilen ancak veri setinde yer almayan peptitlerin biyolojik aktiviteleri belirlenerek koruyucu ve sağlıklı destekleyici etkiler gösteren peptitler tanımlanabilir, bunların gıda ve sağlık sektöründe kullanım olanakları araştırılabilir. Bu çalışmalar neticesinde tüketicilerin doğal-sağlıklı gıda talebine cevap vermeye yönelik faydalı bulgular elde edilebileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu makale; Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 2017/7-162 YLS nolu proje ile desteklenen Doğanay YÜKSEL'in Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Akpınar A, Uysal HR 2013. Gıda Kaynaklı Antihipertensif Peptitlerin Biyoyararlılığı, Üretimi ve İlaç Olarak Kullanım Olanakları. GIDA 38(3): 167-174.
- Anonim 2018a. Bioactive Peptides Database- University of Warmia and Mazury in Olsztyn. <http://www.uwm.edu.pl/biochemia/index.php/pl/bio pep> (Erişim Tarihi: 27.11.2018)
- Anonim 2018b. ScanProsite Tool. <https://prosite.expasy.org/scanprosite/> (Erişim Tarihi: 27.11.2018)

- Anonim 2018c. The Universal Protein Knowledgebase. <https://www.uniprot.org/> (Erişim Tarihi: 10.10.2018)
- Chakrabarti S, Guha S, Majumder K 2018. Food-Derived Bioactive Peptides in Human Health: Challenges and Opportunities. *Nutrients* 10(11): 1738.
- Chobert JM, El-Zahar K, Sitohy M, Dalgalarrrondo M, Métro F, Choiset Y, Haertlé T 2005. Angiotensin I-Converting-Enzyme (ACE)-Inhibitory Activity of Tryptic Peptides of Ovine β -Lactoglobulin and of Milk Yoghurts Obtained by Using Different Starters. *Le Lait* 85(3): 141–152.
- Coda R, Rizzello CG, Pinto D, Gobbetti M 2012. Selected Lactic Acid Bacteria Synthesize Antioxidant Peptides During Sourdough Fermentation of Cereal Flours. *Applied and Environmental Microbiology* 78(4): 1087–1096.
- Conway V, Gauthier SF, Pouliot Y 2013. Antioxidant Activities of Buttermilk Proteins, Whey Proteins and Their Enzymatic Hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61(2): 364–372.
- Donkor ON, Henriksson A, Singh TK, Vasiljevic T, Shah NP 2007. ACE-inhibitory Activity of Probiotic Yoghurt. *International Dairy Journal* 17(11): 1321–1331.
- Dziuba B, Dziuba M 2014. New Milk Protein-Derived Peptides With Potential Antimicrobial Activity: An Approach Based on Bioinformatic Studies. *International Journal of Molecular Sciences* 15(8): 14531–14545.
- Gür F, Güzel M, Öncül N, Yıldırım Z, Yıldırım M 2010. Süt Serum Proteinleri ve Türevlerinin Biyolojik ve Fizyolojik Aktiviteleri. *Akademik Gıda* 8(1): 23–31.
- Herraiz T, Casal V 1995. Evaluation of Solid-Phase Extraction Procedures in Peptide Analysis. *Journal of Chromatography A* 708(2): 209–221.
- Jeong HJ, Jeong JB, Kim DS, Park JH, Lee JB, Kweon DH, Chung GY, Seo EW, de Lumen BO 2007. The Cancer Preventive Peptide Lunasin From Wheat Inhibits Core Histone Acetylation. *Cancer Letters* 255(1): 42–48.
- Jin Y, Yu Y, Qi Y, Wang F, Yan J, Zou H 2016. Peptide Profiling and the Bioactivity Character of Yogurt In the Simulated Gastrointestinal Digestion. *Journal of Proteomics* 141: 24–46.
- Kancabaş A, Karakaya S 2013. Angiotensin-Converting Enzyme (ACE)-Inhibitory Activity of Boza, A Traditional Fermented Beverage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93(3): 641–645.
- Kesler Y, Doğan M, Karaman S, Kayacıer A 2008. Kan Basıncını Düşürücü Süt Kaynaklı Peptitler. Türkiye 10. Gıda Kongresi 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Korhonen H 2009. Milk-Derived Bioactive Peptides: From Science to Applications. *Journal of Functional Foods* 1(2): 177–187.
- Kunda PB, Benavente F, Catalá-Clariana S, Giménez E, Barbosa J, Sanz-Nebot V 2012. Identification of Bioactive Peptides in a Functional Yogurt by Micro Liquid Chromatography Time-Of-Flight Mass Spectrometry Assisted by Retention Time Prediction. *Journal of Chromatography A* 1229: 121–128.
- Lafiandra D, Riccardi G, Shewry PR 2014. Improving Cereal Grain Carbohydrates for Diet and Health. *Journal of Cereal Science* 59(3): 312–326.
- Le Maux S, Nongonierma AB, Murray B, Kelly PM, FitzGerald RJ 2015. Identification of Short Peptide Sequences in the Nanofiltration Permeate of a Bioactive Whey Protein Hydrolysate. *Food Research International* 77(3): 534–539.
- Maehashi K, Huang L 2009. Bitter Peptides and Bitter Taste Receptors. *Cellular and Molecular Life Sciences* 66(10): 1661–1671.
- Mejri L, Vásquez-Villanueva R, Hassouna M, Marina ML, García MC 2017. Identification of Peptides with Antioxidant and Antihypertensive Capacities by RP-HPLC-Q-TOF-MS in Dry Fermented Camel Sausages Inoculated With Different Starter Cultures and Ripening Times. *Food Research International* 100(1): 708–716.
- Minkiewicz P, Dziuba J, Iwaniak A, Dziuba M, Darewicz M 2008. BIOPEP Database and Other Programs for Processing Bioactive Peptide Sequences. *Journal Of AOAC International* 91(4): 965–980.
- Nakamura T, Yoshida A, Komatsuzaki N, Kawasumi T, Shima J 2007. Isolation and Characterization of a Low Molecular Weight Peptide Contained In Sourdough. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(12): 4871–4876.
- Nogata Y, Nagamine T, Yanaka M, Ohta H 2009. Angiotensin I Converting Enzyme Inhibitory Peptides Produced by Autolysis Reactions from Wheat Bran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(15): 6618–6622.
- Nongonierma AB, FitzGerald RJ 2015. The Scientific Evidence for the Role of Milk Protein-Derived Bioactive Peptides in Humans: A Review. *Journal of Functional Foods* 17: 640–656
- Pepe G, Sommella E, Ventre G, Scala MC, Adesso S, Ostacolo C, Marzocco S, Novellino E, Campiglia P 2016. Antioxidant Peptides Released from Gastrointestinal Digestion of “Stracchino” Soft Cheese: Characterization, in Vitro Intestinal Protection and Bioavailability. *Journal of Functional Foods* 26: 494–505.
- Plaisancié P, Claustre J, Estienne M, Henry G, Boutrou R, Paquet A, Léonil J 2013. A Novel Bioactive Peptide from Yoghurts Modulates Expression of the Gel-Forming MUC2 Mucin as well as Population of Goblet Cells and Paneth Cells Along the Small Intestine. *Journal of Nutritional Biochemistry* 24(1): 213–221.

Pritchard GG, Coolbear T 1993. The Physiology and Biochemistry of the Proteolytic System in Lactic Acid Bacteria. FEMS Microbiology Reviews 12(1-3): 179-206.

Rizzello CG, Cassone A, Di Cagno R, Gobbetti M 2008. Synthesis of Angiotensin I-Converting Enzyme (ACE)-Inhibitory Peptides and γ -Aminobutyric Acid (GABA) During Sourdough Fermentation by Selected Lactic Acid Bacteria. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56(16): 6936-6943.

Sah BNP, Vasiljevic T, McKechnie S, Donkor ON 2016.

Antibacterial and Antiproliferative Peptides in Synbiotic Yogurt—Release and Stability During Refrigerated Storage. Journal of Dairy Science 99(6): 4233-4242.

Yıldırım Ç, Güzeler N 2016. Tarhana Cipsi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi (TARGİD Özel Sayı): 1-8.

Zhao CJ, Hu Y, Schieber A, Gänzle M 2013. Fate of ACE-Inhibitory Peptides During the Bread-Making Process: Quantification of Peptides In Sourdough, Bread Crumb, Steamed Bread and Soda Crackers. Journal of Cereal Science 57(3): 514-519.

EKLER

Ek 1. Kütle spektrometresi verilerinin PEAKS Studio programında değerlendirilmesi

Appendix 1. Evaluation of MS data in PEAKS Studio software

	Kütle(Da) (Mass)	-10lgP*	Peptit (Peptide)	Erişim Kodu (Access number)
Geleneksel Tarhana (Traditional Tarhana)	673.4163	24.06	IPAVFK	P02754 (LACB_BOVIN)
	673.4163	24.06	LPAVFK	Q58DW0 (RL4_BOVIN)
	645.3156	19.23	EAMAPK	P02666 (CASB_BOVIN)
	473.2962	18.39	GGC(-2.95)KL	A6QLB5 (A6QLB5_BOVIN)
	645.3156	17.22	KDCPAL	A0A1D5U880 (A0A1D5U880_WHEAT)
	671.2762	17.17	DSSC(-2.95)TY	F1MFL0 (F1MFL0_BOVIN)
	829.4446	16.43	AVPYPQR	P02666 (CASB_BOVIN)
	512.3071	16.02	AAPVR	A0A077RWI5 (A0A077RWI5_WHEAT)
	673.4163	15.83	IAPVFK	AKB**
	673.4163	15.83	LAPVFK	AKB
	779.4905	15.48	VLPVPQK	P02666 (CASB_BOVIN)
	932.5365	15.23	LIVTQTMK	P02754 (LACB_BOVIN)
	932.5365	15.23	IIVTQTMK	P02755 (LACB_BUBBU)
Direkt Fermente Tarhana (Direct Fermentation Tarhana)	932.5365	23.58	IIVTQTMK	P02755 (LACB_BUBBU)
	932.5365	23.58	LIVTQTMK	P02754 (LACB_BOVIN)
	673.4163	22.80	IPAVFK	P02754 (LACB_BOVIN)
	673.4163	22.80	LPAVFK	Q58DW0 (RL4_BOVIN)
	645.3156	21.50	EAMAPK	P02666 (CASB_BOVIN)
	673.4163	19.35	APLVFK	A0A077RPE6 (A0A077RPE6_WHEAT)
	673.4163	19.35	APIVFK	AKB
	747.3659	18.21	EMMIPK	AKB
	747.3659	18.21	EMMLPK	Q29RT4 (CDCA2_BOVIN)
	673.4163	17.36	APIVKF	A0A0B8QNF2 (A0A0B8QNF2_LACLL)
	673.4163	17.36	APLVKF	AKB
	829.4480	16.63	AVM(+15.99)LPGAR	F1MKX7 (F1MKX7_BOVIN)
	673.4163	16.52	LPGIKF	A0A0R2GUS0 (A0A0R2GUS0_9LACO)
	673.4163	16.52	LPGLKF	W5BHC7 (W5BHC7_WHEAT)
	572.3533	16.38	LLSLGA	P24627 (TRFL_BOVIN)
	473.2962	15.88	C(-2.95)GAVK	AKB
	779.4905	15.74	VLPVPQK	P02666 (CASB_BOVIN)
	572.3533	15.65	IIVTQ	AKB
	572.3533	15.65	LIVTQ	A0A0M4FI60 (A0A0M4FI60_BOVIN)
	572.3533	15.65	LLVTQ	A7MBJ5 (CAND1_BOVIN)
	572.3533	15.65	ILVTQ	AKB
	512.3071	15.64	APAVR	AKB
	655.3653	15.51	SC(-2.95)KPPQ	G5E6Q3 (G5E6Q3_BOVIN)
677.3496	15.19	KPDY	Q88VP9 (PRMA_LACPL)	
572.3533	15.08	LLTVQ	A0A077RWX9 (A0A077RWX9_WHEAT)	
572.3533	15.08	LITVQ	A0A096UUP1 (A0A096UUP1_WHEAT)	
572.3533	15.08	ILTVQ	Q0VD51 (RNF13_BOVIN)	
572.3533	15.08	IITVQ	Q58D55 (BGAL_BOVIN)	
747.3625	15.07	EMPFPK	P02666 (CASB_BOVIN)	

*-10 lgP: Hatalı eşleşme olasılığı (%1 hatalı eşleşme ihtimali -10lgP:20 değerine denktir)

** AKB: Anlamli kaynak bulunamadı

Ek 2. PEAKS Studio programının de-novo sekanslama sonuçları
Appendix 2. De-novo sequencing results of PEAKS Studio software

	Peptit (Peptide)	% ALC*	Kütle (Da) (Mass)
Geleneksel Tarhana (Traditional Tarhana)	LLAEK	89	572.3533
	KLPQ	88	484.3009
	LPAVKF	87	673.4163
	LQPK	84	484.3009
	LKPQ	83	484.3009
	LR	82	287.1957
	MALPPK	79	655.3727
	VLPVKPQ	76	779.4905
	LLAKE	75	572.3533
	LLR	74	400.2798
	LKGPA	74	484.3009
	LAR	73	358.2328
	VLPVPC(-2.95)R	73	779.5018
	LLAEK	72	572.3533
	ALR	72	358.2328
	RL	71	287.1957
	LAK	71	330.2267
	LKPGA	71	484.3009
	FR	70	321.1801
	VR	70	273.1801
LLTVQ	70	572.3533	
Direkt Fermente Tarhana (Direct Fermentation) Tarhana)	LLAEK	90	572.3533
	LPAVKF	87	673.4163
	ALPPK	85	524.3322
	GYSK	85	339.2274
	LQPK	84	484.3009
	LKPQ	83	484.3009
	VR	80	273.1801
	LAPPK	79	524.3322
	LR	78	287.1957
	TVMAPQ	76	645.3156
	LVPVKPQ	76	651.4319
	KLPQ	76	484.3009
	FR	76	321.1801
	MALPPK	75	655.3727
	LLR	75	400.2798
	LAR	75	358.2328
	CVLPPK	74	655.3727
ALR	74	358.2328	
LAK	73	330.2267	
VLR	72	386.2641	
HQ	70	283.1281	

*% ALC: Sekanstaki amino asitlerin doğruluk yüzdesi

KISALTMALAR

ACE: Angiotensin converting enzyme
CaMPDE: Calmodulin dependent cyclic nucleotide phosphodiesterase
DPP-IV: Dipeptidyl peptidase-4
kDa: Kilo dalton
Q-TOF LC/MS: Quadrupole time of flight liquid chromatography/mass spectrometry
RP-HPLC: Reversed phase-high performance liquid

chromatography

UHT: Ultra high temperature

Amino asitlerin tek harf kısaltmaları; A: Alanin, C: Sistein, D: Aspartik asit, E: Glutamik asit, F: Fenilalanin, G: Glisin, H: Histidin, I: İzolösin, K: Lizin, L: Lösin, M: Metiyonin, N: Asparagin, P: Prolin, Q: Glutamin, R: Arginin, S: Serin, T: Trionin, V: Valine, W: Triptofan, Y: Tirozin