T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

UŞAK TİPİ TARHANADA PROTEİN VE AMİNO ASİTLERİN ANALİZİ

Süleyman Anıl VAROL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

ŞUBAT 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

UŞAK TİPİ TARHANADA PROTEİN VE AMİNO ASİTLERİN ANALİZİ

Süleyman Anıl VAROL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

ŞUBAT 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UŞAK TİPİ TARHANADA PROTEİN VE AMİNO ASİTLERİN ANALİZİ

Süleyman Anıl VAROL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

Bu tez
Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2021-5690 nolu proje ile desteklenmiştir

ŞUBAT 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UŞAK TİPİ TARHANADA PROTEİN VE AMİNO ASİTLERİN ANALİZİ

Süleyman Anıl VAROL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

Bu tez 02/02/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği/~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Barçın KARAKAŞ BUDAK(Danışman) . . . . . .

Prof. Dr. Muharrem CERTEL . . . . . .

Prof. Dr. Gülden BAŞYİĞİT KILIÇ . . . . . .

ÖZET

UŞAK TİPİ TARHANADA PROTEİN VE AMİNO ASİTLERİN ANALİZİ

Süleyman Anıl VAROL

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Barçın KARAKAŞ BUDAK

Şubat 2022; 44 sayfa

Tarhana ülkemiz için önemli fermente ürünlerden biridir. Uluslararası bilimsel literatürde de onlarca yayına konu edilmiş olan bu ürün için araştırmacıların protein miktarını analiz etmek üzere Kjeldahl yönteminden faydalandığı görülmüştür. Bu yöntem uyarınca titre edilen azot miktarı genel bir dönüşüm faktörü ile çarpılarak ham protein miktarı hesaplanmış olur. Ayrıca fermantasyon süresince ham protein değerlerinde artış olduğu da bildirilmiştir. Uzun fermantasyon süreci dikkate alındığında ham protein değerinin gerçek protein miktarını ne ölçüde yansıttığı belirsizdir. Bu çalışmada, coğrafi işaret belgesi bulunan ve uzun fermantasyon süresi uygulanarak imal edilen Uşak tarhanası için Kjeldahl yönteminin yanı sıra serbest ve toplam amino asitlerin miktarının belirlenmesi suretiyle ham ve gerçek protein miktarındaki değişimin fermantasyon sürecinde izlenmesi ve yöntemlerin bir arada değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Uşak tipi tarhana örnekleri coğrafi işaret belgesinde belirtilen formül esas alınarak hem geleneksel olarak evlerde uygulanan spontan fermantasyon yöntemi ile (mayasız formülle) hem de mayalı (*Saccharomyces cerevisiae* ilaveli formülle) üretilmiştir. Bu hamurlardan alınan numuneler fermantasyon süresi (21 gün) boyunca analiz edilerek sürecin protein içeriğine etkisi araştırılmıştır. Ürünün karakterize edilebilmesi amacıyla pH, kuru madde ve titrasyon asitliği tespitleri de yapılmıştır.

Gerçekleştirilen amino asit analizlerinde mayasız hazırlanan tarhananın amino asit değerlerinin maya ilavesi ile hazırlanan tarhanaya göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kjeldahl protein analiz metodu ile yapılan analizde mayasız tarhananın protein miktarı kuru madde miktarı üzerinden %11.56, maya ilaveli hazırlanan tarhananın protein miktarı ise kuru madde miktarı üzerinden %13.78 olarak bulunmuştur. Amino asit analizi sonuçlarından hesaplanan gerçek protein miktarı mayasız tarhana için %5.79, maya ilaveli tarhana için %5.10 bulunmuştur. Tarhanada ham protein seviyeleri, gerçek protein miktarının üzerinde değerlerle tespit edilmiştir ve fermentasyon süresinin bazı durumlarda ham ve gerçek protein değerlerinde anlamlı fark oluşturduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmanın son bölümünde tarhanaya özgü protein dönüşüm faktörleri hesaplanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Amino asit profili, Fermente ürün, Kjeldahl metodu, LC-MS yöntemi, Protein tayini, Uşak tarhanası

JÜRİ: Doç. Dr. Barçın KARAKAŞ BUDAK

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Gülden BAŞYİĞİT KILIÇ

ABSTRACT

ANALYSIS OF PROTEIN AND ANIMO ACIDS IN USAK TARHANA

Süleyman Anıl VAROL
MSc Thesis in Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Barçın KARAKAŞ BUDAK

February 2021; 44 pages

Tarhana is one of the most important fermented foods for our country. Researchers have extensively employed the Kjeldahl method for determination of protein composition of this foodstuff which has been the subject of numerous scientific publications. The method utilizes the titratable nitrogen amount which when multiplied with a general conversion factor yields the crude protein content. There have been reports of increase in crude protein content of tarhana throughout prolonged fermentation. The extent to which the crude protein composition can reflect the true protein composition is not clear. The aim of this study was the utilization of the Kjeldahl method as well as the determination of total and free amino acids throughout fermentation in order to determine crude and true protein contents and to compare the methods.

Uşak type tarhana samples were prepared based on the the recipe provided within the designation of geographical origin, with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) addition and without, corresponding to the spontaneous fermentation which is also commonly applied in household production. Samples taken from these dough samples throughout fermentation (lasting 21 days) were analyzed in order to determine the effect of fermentation on the protein composition. Dry matter content, pH and titratable acidity were also determined for characterization of the dough material.

The results of the amino acid analyses showed that the levels of amino acids in spontaneous fermented dough were higher than that of yeast leavened dough. The crude protein contents of the doughs determined according to the Kjeldahl method were found to be 11.56% and 13.78% for spontaneous and yeast leavened doughs, respectively on dry basis. The mean protein content of samples calculated from the amino acid analysis results was 5.79% for spontaneous tarhana and 5.10% for yeast added tarhana. The findings revealed that the amount of crude protein in tarhana expressed with values above the actual protein amount and that the fermentation process should be considered for the selection of protein analysis methods. In the last part of the study, protein conversion factors specific to tarhana were calculated.

KEYWORDS: Amino acid profile, Fermented food, Kjeldahl method, Protein determination, LC-MS method, Uşak tarhana

COMMITTEE: Assoc. Prof. Dr. Barçın KARAKAŞ BUDAK

Prof. Dr. Muharrem CERTEL

Prof. Dr. Gülden BAŞYİĞİT KILIÇ

ÖNSÖZ

Yapılan tez çalışması ile başlıca geleneksel ve fermente ürünlerimizden olan tarhana üretimi ele alınmıştır. Tez çalışma konusu olarak Uşak tarhanası coğrafi menşe belgeli bir ürün olması nedeniyle tercih edilmiştir. Tezin hazırlık ve gerçekleştirilmesi aşamalarında hem TPE, TSE vb. kurumların hem de bilimsel yayınların dikkatle incelenmesi gerekmiştir. Söz konusu bilgi, belge ve eserlerin oluşturulmasında ve sunulmasında emeği geçenlere minnet borcumuz bulunmaktadır. Tez çalışmamın da ileride benzer alanlarda yürütülecek bilimsel araştırmalara veya girişim faaliyetlerine katkı sunmasını dilerim.

Araştırmanın gerçekleştirilebilmesi için kurumsal olarak tüm altyapı olanaklarını ve fiziksel ortamı sağlayan Akdeniz Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne, Yüksek Lisans Proje Desteği sağlayan Akdeniz Üniversitesi BAP Birimine ve hizmet alımı yoluyla analizlerin bir kısmının gerçekleştirilmesi hususunda katkı sunan Akdeniz Üniversitesi Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırmalar Merkezine teşekkür ederim. İstatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde danışmanlık yaparak destek sunan Akdeniz Üniversitesi İstatistik Danışma Birimine (AKUDİAM) ve katkıları için Dr. Ebru KAYA BAŞAR hocama şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimim süresince tez konumun belirlenmesinde ve yürütülmesinde yardımcı olan ve çalışmalarım esnasında destek vererek yol gösteren bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Barçın KARAKAŞ-BUDAK'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, laboratuvarda yürütülen çalışmalarımda destek ve tezin yazımı aşamasında tecrübelerinden faydalandığım Arş. Gör. Gürcü Aybige ÇAKMAK'a ve Arş. Gör. Fatma ERSÖZ'e teşekkür ederim.

Bu süreçte benim yanımda olan ve destek veren tüm arkadaşlarıma ve nişanlım Meryem KARAKAYA'ya teşekkürler ederim. Son olarak tüm hayatım boyunca maddi manevi her zaman yanımda olan bana her türlü desteği veren, sabır gösteren ve her anımda yanımda olan annem Ayşe VAROL ve babam Ali VAROL'a sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ iii
AKADEMİK BEYAN vi
SİMGELER VE KISALTMALAR vii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
ÇİZELGELER DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK TARAMASI 3
2.1.Tarhananın Tarihi 3
2.2. Tarhana Çeşitleri 3
2.2.1. TSE'ye göre tarhana 4
2.2.1.1. Un tarhanası 4
2.2.1.2. Göce tarhanası 4
2.2.1.3. İrmik tarhanası 4
2.2.1.4. Karışık tarhana 4
2.2.2. Coğrafi işaretli tarhanalar 5
2.2.2.1. Bolu kızılcık tarhanası 5
2.2.2.2. Kütahya kızılcık tarhanası 5
2.2.2.3. Muğla göce tarhanası 6
2.2.2.4. Maraş tarhanası 6
2.2.2.5. Uşak tarhanası 6
2.3. Tarhananın Besin Değeri ve Mikrobiyolojisi 7
2.4. Besin Bileşeni Olarak Proteinler ve Protein Miktarının Analizi 8
2.4.1. Proteinlerin kimyasal yapısı 9
2.4.2. Protein analiz metotları 10
3. MATERYAL VE METOT 12
3.1. Materyal 12
3.2. Metot 12
3.2.1. Tarhana yapımı 12
3.2.2. Tarhanada yapılan analizler 13

3.2.2.1. Tarhanada yapılan kuru madde analizi....13
3.2.2.2. pH analizi.... 15
3.2.2.3. Titrasyon asitliği analizi 16
3.2.2.4. Ham protein analizi 16
3.2.2.5.Tarhanada amino asit analizi 17
3.2.2.6.Tarhanada toplam amino asit tespiti üzerinden gerçek protein miktarının ve dönüştürme faktörünün hesaplanması.... 18
3.3. İstatistiksel Analiz 19
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 20
4.1. Kuru Madde Analizi Sonuçları.... 21
4.2. pH Analizi Sonuçları 23
4.3. Titrasyon Asitliği Analizi Sonuçları.... 24
4.4. Protein Analiz Sonuçları 25
4.5. Amino Asit Analizi Sonuçları 26
4.5.1. Toplam amino asit sonuçları 26
4.5.2. Serbest amino asit sonuçları 27
4.5.3. Amino asit değerleri üzerinden gerçek protein miktarının ve protein dönüşüm faktörünün hesaplanması.... 28
5. SONUÇLAR 32
6. KAYNAKLAR.... 33
7. EKLER 40
ÖZGEÇMİŞ

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Uşak Tipi Tarhanada Protein ve Amino Asitlerin Analizi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

02/02/2022

Süleyman Anıl VAROL

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
k_p	: Amino asitten proteine dönüşüm faktörü
$\times G$	: Yer çekimi kuvveti
$\sum E_i$	: Amino asit kalıntıları toplamı
°C	: Santigrat derece
µm	: Mikrometre
AA_i	: Kuru ağırlık başına amino asit
ÇF	: Kjeldahl azotu – protein çevirme faktörü
dev	: Devir
dk	: Dakika
E_i	: Amino asit kalıntısı
f	: Titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin faktörü
g	: Gram
kg	: Kilogram
m	: Analiz için alınan numune miktarı
M	: Tartılan numune ağırlığı
M_1	: Kurutma kabının ağırlığı (dara)
M_2	: Kurutma sonrası kurutma kabı ve numunenin ağırlığı
MA	: Molekül ağırlığı
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
N	: Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot
N	: Normalite
R	: Radikal yan grup
V_0	: Kör titrasyonda harcanan HCl hacmi
V_1	: Titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin hacmi

Kısaltmalar

AB	: Avrupa Birliği
DF	: Tarhanada azottan proteine dönüşüm faktörleri
GSE	: Üzüm çekirdeği ekstresi (Grape seed extract)
HPLC	: Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (High Pressure Liquid Chromatography)
ICC	: International Association for Cereal Science and Technology
KM	: Kuru madde
LC-MS	: Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (Liquid Chromatography Mass Spectrometry)
LC-MSMS	: Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometrisi/Kütle Spektrometrisi (Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry)
MÖ	: Milattan önce
TE	: Tespit edilemedi
TPE	: Türk Patent Enstitüsü
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UTT	: Uşak tipi tarhana

Hazırlanan bu tezde ondalık yazım ayıracı olarak nokta (.) kullanılmaktadır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Tarhana yapım prosesi 13
Şekil 3.2. Parçalanma işlemi sonrasında elde edilen sebze pulpunun görünümü..... 13
Şekil 3.3. Maya ilaveli tarhananın kurutma öncesi ve sonrası görünümleri 14
Şekil 3.4. Mayasız tarhananın kurutma öncesi ve sonrası görünümleri 15
Şekil 3.5. Titrasyon asitliği analizi uygulama adımları 16
Şekil 3.6. Kjeldahl protein analizi 17
Şekil 4.1. Maya ilaveli tarhananın fermantasyon süresince üstten çekilen görüntüsü....20
Şekil 4.2. Mayasız tarhananın fermantasyon sürecinde üstten çekilen görüntüsü 21
Şekil 4.3. UTT'nin tipi tarhananın toplam amino asit analiz grafiği..... 27
Şekil 4.4. UTT'nintipi tarhananın serbest amino asit analiz grafiği..... 28
Şekil 4.5. Gerçek protein ve ham protein değerlerinin karşılaştırılması..... 29

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Tarhana ve benzeri gıdaların bazı ülkelerdeki isimleri (Siyamoğlu 1961; Güler 1993; Bilgiçli vd. 2006; Işık ve Yapar 2017). 4

Çizelge 2.2. Tarhana bileşimindeki amino asit miktarları (Pirkul 1988; Işık ve Yapar 2017; Anonim 2 2021) 9

Çizelge 3.1. Tarhana hamurlarının hazırlanmasında kullanılan malzemelerin oranları(g) ve yaş hamurda oranları 12

Çizelge 4.1. UTT'nin % kuru madde analiz sonuçları 22

Çizelge 4.2. UTT'nin pH analiz sonuçları 23

Çizelge 4.3. UTT'nin titrasyon asitliği analiz sonuçları. Değerler laktik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir. 24

Çizelge 4.4. UTT'nin Kjeldahl metodu ile protein analiz sonuçları 25

Çizelge 4.5. UTT'de amino asit değerleri üzerinden kuru madde bazında (%) protein miktarları. 28

Çizelge 4.6. UTT'de türe özgü ampirik protein dönüşüm faktörleri. 30

1. GİRİŞ

Geleneksel gıda ürünleri, insan topluluklarının bulunduğu coğrafyada üretilen zirai ve hayvansal ürünler kullanılarak imal edilir. Uygulanan işlemler gıda ürünlerinde içeriğin değişmesine neden olur, ürüne işlevsel özellikler kazandırır ve sonuç olarak da ürüne katma değer kazandırır. Ülkemizde de geleneksel olarak tanımlanabilecek kültürel mirasımızı ve damak zevkimizi yansıtan çok sayıda gıda ürünü bulunmaktadır. Ülkemize özgü geleneksel gıdaların yapımında fermantasyon metodunun fazlaca kullanılması Dünya'da özel bir yere sahip olan Türk mutfağını zenginleştirmiştir (Tangüler ve Erten 2009).

Fermantasyon, gıdaların üretilmesi ve saklanmasında tüm Dünya'nın kullandığı en eski ve ekonomik metotlardan biridir (Blandino vd. 2003). Uygarlığın başından bu zamana kadar et, süt ve sebze gibi gıdaların fermantasyonuna yönelik uygulamalar, Orta Doğu'daki bereketli hilal bölgesinde MÖ 6000 yılına dek uzanan kayıtlarda mevcuttur (Caplice ve Fitzgerald 1999). Fermantasyon sayesinde saklanılacak gıdanın hacmi azalır, arzu edilmeyen bileşenleri bertaraf edilir, gıdaların besin değerlerini ve görüntüsü iyileşir, gıda fermantasyonu sırasında detoksifikasyon olur ve gıdanın pişirilmesi aşamasında harcanan enerjiyi azaltır. Böylece besin öğelerince zenginleşmiş, kolay ve uzun süreli depolanabilir güvenli gıda üretimi için uygulanan doğal bir yöntem olarak tanımlanabilir (Blandino vd. 2003; Steinkraus, 2002). Fermente gıdalar sadece gıdanın besinsel önemini arttırmakla kalmaz, bununla birlikte sağlığın korunmasında ve olası hastalıkları önlemede iyi bir potansiyele sahiptir (Kabak ve Dobson 2011).

Günümüzde dünyanın farklı bölgelerinde birbirinden farklı binlerce fermente ürün üretilmektedir. Fermente edilerek üretilen geleneksel gıdaların büyük bölümü yöresel ürünlerdir ve yerel halkın ihtiyaçlarını karşılamak üzere düşük ölçeklerde imal edilirler (Ray ve Bhunia 2016). Bulunduğumuz coğrafyada tarhana, geleneksel olarak üretilen ve Türk halkının beslenmesinde önemli bir yeri olan fermente bir gıdadır.

Türk Standartları Enstitüsü'ne (TSE) göre tarhana "buğday unu, kırması veya irmik veya bunların karışımı ile beraber yoğurt, kırmızı ve/veya yeşil biber tuz, kuru soğan, domates, tat ve koku verici sağlığa zararsız bitkisel maddelerin karıştırılıp yoğrulup ve fermente edildikten sonra kurutulması, öğütülmesi ve elenmesiyle elde edilen besinsel değeri yüksek olan bir gıda maddesidir" şeklinde tanımlanmıştır (TSE 2004). Temel üretim metodu aynı olsa da yerel olarak farklı tarif ve uygulamalarla tarhana için hem ev ölçeğinde hem de endüstriyel ölçekte üretim gerçekleştirilir. Bazı bölgelerde üretilen tarhana hamurlarına çeşitli pişmiş baklagillerin ve sebze ezmelerinin katılması ürünlerin bileşiminin farklı olmasına neden olmaktadır (Erbaş vd. 2004).

Proteinler biyolojik yapılarda kilit rol oynar. Proteinlerin fonksiyonel çeşitliliği kimyasal yapılarından kaynaklanmaktadır. Proteinler kompozisyonlarında %50-55 karbon, %6-7 hidrojen, %20-23 oksijen, %12-19 azot ve %0.2-3.0 kükürt içerir (Damodaran 1996).

Azot elementinin mevcudiyeti proteinleri diğer temel besin öğelerinden ayırır. Bununla birlikte azot elementini içeren başka molekül grupları da mevcuttur. Protein yapısında yer almayan azot; serbest amino asit, küçük peptit, nükleik asit, fosfolipit, amino şeker, alkaloid, ürik asit, üre, amonyum, porfirin ve bazı vitamin molekül

yapılarında bulunabilir (Chang ve Zhang 2017).

Protein miktarının belirlenmesinde kullanılabilecek çok sayıda yöntem vardır. Bu yöntemlerin temel ilkeleri; azot (nitrojen) miktarı, peptid bağları, aromatik amino asitler, boya bağlama kapasiteleri, ultraviyole absorpsiyonu ve ışık saçma özelliklerini baz alır (Chang ve Zhang 2017).

Gıdalardaki protein miktarının analizinde toplam azot miktarının tespitine dayanan (Kjeldahl, mikrokjeldahl vb) metotlar uzun süredir evrensel olarak kabul edilip uygulanmıştır (FAO 2003). Kjeldahl metodu toplam azot miktarının doğru bir şekilde tespit edilmesini sağlar. Azot miktarı üzerinden ham protein miktarının hesaplanabilmesi için ise bir dönüştürme faktörü kullanır (Conklin-Brittain vd. 1999). Proteinin azot içeriğinin takribi %16 olmasından dolayı 6.25 dönüşüm faktörü ile çarpılarak tahmin edilir ve bu yöntem neredeyse 19. yüzyıla kadar dayanır (Mariotti vd. 2008). Ham protein, toplam protein için bir ölçüttür, yalnızca proteinin değil aynı zamanda protein olmayan azotu da içerir (Islam vd. 2015). Ham protein tespitinde kullanılan metotlarda iki varsayım yapılır: 1) besinlerdeki karbonhidratların ve yağların azot içermediği, 2) besinlerdeki bütün azotun proteinlerde amino asit olarak bulunduğu (FAO 2003).

Son yıllarda gıdalardaki protein analizi teknikleri için pek çok araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Gıda örneklerinin karmaşık yapısı, etkili ayırma tekniklerinin bu noktaya odaklamıştır. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile proteinlerin ayrılmasında en etkili yöntemlerden biri haline gelmiştir (Esteve vd. 2012). Proteinlerin kalitesi bünyesinde bulundurduğu amino asitlerin yapısı ile belirlenir ve bundan dolayı amino asit analizleri, gıda, yem, gıda takviyesi ve ilaç sektöründeki uygulamaları ile bitki yetiştirme ve mühendislik çalışmalarına rehberlik edebilir (Kambhampati vd. 2019). HPLC ayırma gücü, verimi, hızı ve düşük daha düşük seviyelerde tespit edilebilmesi ile eski metotlardan daha üstün bulunmuştur (Katoch 2011). HPLC'nin diğer metotlara göre dezavantajı ise ilk yatırım maliyetinin yüksekliği ve hidroliz aşaması için harcanan zamandır (Hayes 2020). Kütle spektrometrisi kalitatif ve kantitatif özelliklerinin güçlü olmasından dolayı HPLC ile birleşip statik numune yerleştirme tekniği ile kullanım alanını arttırır. HPLC'nin ileri bir versiyonu olarak düşünülebilecek LC/MS tekniği, daha basit olan numune hazırlık aşaması, farklı bileşikler için geniş tespit aralığı sunması, analiz zamanın kısa olması, yüksek hassasiyeti ve doğruluğu gibi avantajlarıyla kısa zamanda benimsenen bir yöntem olmuştur (Smith ve Thakur 2017).

Bu tez çalışmasında Uşak tipi tarhanaya (UTT) eklenen mayanın uzun süren fermantasyon sürecinde protein ve amino asit profiline etkisini araştırılmıştır. Ayrıca maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ilavesi yapılmamış ve yapılmış tarhanada fermantasyon süresince pH, kuru madde ve titrasyon asitliği değerleri de analiz edilmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Tarhananın Tarihi

Tarhana Türk mutfağında çorba olarak tüketilebilen sıcak suda eritildikten sonra kaynatılarak tüketilen fermente bir gıdadır (Özdemir vd. 2018). Genel hatlarıyla tarhana buğday unu, yoğurt, maya ve çeşitli sebzelerin karıştırılıp belli bir süre fermente edilmesi ve daha sonrasında kurutulup öğütülmesiyle elde edilen besin değeri yüksek fermente bir gıda maddesidir (Daglioğlu 2000; TSE 2004).

Geçmişten günümüze tarhananın tarihçesi ile ilgili iki adet teori vardır. Bunlardan birincisi Çinlilerin buharda pişirerek ya da haşlayarak hazırladıkları hamur işi ürünlerine benzer biçimde, bu kültür ile yakın ilişkileri olan Türklerin tarhanayı imal ettiği ardından bu gıdayı İstanbul'a getirildiği buradan da Osmanlı İmparatorluğu vesilesiyle Orta Doğu ve Avrupa'ya yaydığı yönündedir. Diğer teori ise göçebe yaşayan Türk boylarının altıncı ve yedinci yüzyılda yerleşik hayata geçip, buğdayı yetiştirmesi ile tarhanayı bulması ve tarihi boyunca yaptıkları göçlerle ayak bastıkları bölgelere yaydıkları şeklindedir (Güler 1993).

Tarhana eski zamanlardan beri Türklerin kullandığı bir gıda maddesi olarak Orta Asya'dan göç eden Türkler ve Moğollar ile beraber Anadolu'ya taşındığı buradan da Osmanlı İmparatorluğu ile beraber Orta Doğu, Kuzey Afrika diğer Avrupa ülkelerine yayıldığı kabul edilmektedir (Merdol 1968; Coşkun 2014).

Sözcük kökü olarak Farsça "Terhuvane" ve "Terhime" sözcüklerinden oluşmuştur. İlk defa Türk sözlüklerinde ise Kıpçak ve Mısır Memlük Türklerine ait değişlerde "Tarhanan" olarak ifade edilmiştir (Çakıroğlu 2007). Dîvânu Lugâti't-Türk'te ise yaz aylarından kış ayları için saklanan yoğurt manasında gelen "tar" kelimesi kullanılmıştır (Siyamoğlu 1961).

Türk mutfak yapısında ayrı bir yeri olan yoğurdun saklama yöntemi olarak tarhana bulunmuştur. Geçmiş yıllarda Türker'de tarhananın "kurut" ismini verdikleri kurutuluş et, un, tuz ve çökelekle beraber kışlık bir gıda olarak hazırlandığı, buna ilaveten Orta Asya'da kurutun yalnızca kurutulmuş yoğurt olmadığı, bir tür tarhana olduğu ifade edilmiştir (Coşkun 2014).

İlerleyen bölümlerde de değinileceği üzere (Bkz. 2.2), geleneksel gıdamız olan tarhananın Türkiye'de farklı türleri vardır ancak birçok ülkede de farklı isimlerle anılan tarhana benzeri ürünlerin üretildiği de bilinmektedir. Çizelge 2.1'de tarhana ve benzeri gıdaların bazı ülkelerdeki isimlerine yer verilmiştir.

2.2. Tarhana Çeşitleri

Standart bir üretim metodu olmayan tarhana neredeyse her ülkede temel üretim yöntemi aynıdır. Gelenek, beslenme ve yöresel alışkanlıklarından dolayı tarhanada kullanılan malzemeler hususunda birtakım farklılıklar oluşabilmektedir. Aynı zamanda tarhanada kullanılan malzemeler ve üretim metotlarında ülkemizde bile yöresel farklılıklara rastlanmakta ve bundan ötürüde farklı isimlerle tarhana çeşitleri üretilmektedir (Erbaş 2004; Yörükoğlu ve Dayisoylu 2016).

Çizelge 2.1. Tarhana ve benzeri gıdaların bazı ülkelerdeki (Siyamoğlu 1961; Güler 1993; Bilgiçli vd. 2006; Işık ve Yapar 2017)

Ülke adı	Tarhana ve benzeri gıdaların isimleri
Suriye, Mısır, Lübnan ve Ürdün	Kishk
Irak	Kushuk
Macaristan	Tahonya
Finlandiya	Talkuna
Yunanistan	Trahana
İskoçya	Atole
Arnavutluk	Trahana ve trahan
Makedonya	Tarana
Bulgaristan	Trahana ve tarhana
Türkistan	Göce

TSE'ye göre 'göçe tarhanası', 'un tarhanası', 'irmik tarhanası' ve 'karışık tarhana' olmak üzere 4 tip tarhana tanımlanmıştır. Bu tanımlanan tarhana tipleri hammaddesi olarak kullanılan buğday kırması, buğday unu ve irmiğin kullanım durumlarına göre belirlenmiştir (Coşkun 2014; TSE 2004).

2.2.1. Türk Standartları Enstitüsü'ne göre tarhanalar

2.2.1.1. Un tarhanası

Domates, soğan, biber ve aroma veren sağlığa zararsız bitkilerle bir miktar su ile karıştırılıp pişirilir. Oluşan bu karışıma harç olarak adlandırılır. Harç soğumaya bırakıldıktan sonra yoğurt ve un ile karıştırılıp yoğrulur ve fermantasyona bırakılır. Fermente edilen ürün ufak parçalar haline getirilerek kurutulur. Kurutma işletmenin ardından öğütülen ürün istenilen tarhana formuna getirilmiş olur (Coşkun 2014).

2.2.1.2. Göce tarhanası

Göce, dış kabuğu tahta tokmak yardımı ile ayrılmış buğday kırması ya da yarmasına verilen isimdir. Göce tarhanası buğday kırması ile beraber, yoğurt, soğan, biber, domates, tuz ve aroma düzenlemede yardımcı olan sağlığa zararsız bazı bitkiler ile karıştırılıp yoğrulması ile hazırlanır. Ardından fermantasyona bırakılıp fermente edilen karışım öğütülüp elenmesi ile arzu edilen tarhana hazırlanmış olur (Yönel vd. 2018).

2.2.1.3. İrmik tarhanası

Buğday unu yerine irmik kullanılarak yoğurt, biber, domates, soğan ve aroma veren sağlığa zararsız olan bitkilerin karıştırılıp, yoğrulması ve fermente edilmesinin ardından kurutulup, öğütülmesi ile yapılan tarhana çeşididir (Coşkun 2014; TSE 2004).

2.2.1.4. Karışık tarhana

Karışık tarhana ise buğday unu, buğday yarması ve irmikten en az ikisinin kullanılarak yoğurt, domates, biber soğan ve sağlığa zararlı etkisi olmayan bitkilerin

karıştırılması, yoğrulması ve fermente edilmesinin takiben kurutulup, öğütülmesi ile elde edilen tarhanadır (TSE 2004).

2.2.2. Coğrafi işaretli tarhanalar

Tüketicilerin geleneksel ve fonksiyonel gıdalara olan ilgisinin artması ile birlikte üreticilerin geleneksel gıdaların adlarını kullanarak farklı formülasyonlarda ve tatlarda gıdalar üretebilmektedir. Bir bölgenin ismi kullanılarak üretilen ürünlerin tüketici gözünde ürünün kaliteli ve güvenli olduğu algısını yaratmaktadır. Bundan dolayı geleneksel gıdaların orijinal üretim usullerinin ve lezzetinin değişmemesi için, ulusal ve uluslararası seviyede coğrafi işaret ile koruma altına alınması gerekmektedir (Aydinç 2014; Özer 2009).

Bir ürünün bulunduğu coğrafyanın kökenine dair yasal düzenleme Avrupa Birliği (AB) bazında 1992 yılında uygulamaya girmiştir. Ülkemizde ise 1995 yılında AB mevzuatlarından esinlenerek, 555 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile bu süreç başlamıştır (Karaca 2016). Türkiye'de coğrafi işaret için başvurular Türk Patent Enstitüsüne yapılmaktadır. Ülkemizde coğrafi olarak tescillenmiş 5 çeşit tarhana vardır. Bu tarhana çeşitleri; Bolu Kızılcık Tarhanası, Kütahya Kızılcık Tarhanası, Muğla Göce Tarhanası, Maraş Tarhanası ve Uşak Tarhanası'dır (Anonim 1 2021).

2.2.2.1. Bolu kızılcık tarhanası

Bolu kızılcık tarhanası yörede yetişen kızılcık meyvesi (*Cornaceae* familyasından *Cornus mascula*) ile sert kırmızı buğday ununun belli bir miktar tuz ile yoğrulması ile hazırlanan tarhanadır (TPE 2021a).

Bolu kızılcık tarhanası üretilirken il sınırları içerisinde gelişen kızılcık meyvesinin olgunluğa eriştiği Eylül ayında toplanır ve çekirdeği çıkarıldıktan sonra püre haline getirilir. Ardından sert kırmızı ekmeklik buğday ve hazırlanan püre bire bir oranında karıştırılır ve %4'lük yemeklik iyotlu tuz ilavesi ile homojen bir şekilde yoğrulur. Takribi olarak 25 gram porsiyonlara ayrılan tarhana bir bez üzerine serilerek 24 saat boyunca güneş görmeyen kapalı bir ortamda oda sıcaklığında (yaklaşık 23 °C) ve %60-70 nemde ön kurutmaya tabi tutulur. 24 saatin sonunda elekten geçirilen tarhana hamurları ön kurutmadaki koşullar ile son kurutma aşamasına geçilir ve yaklaşık bir hafta boyunca kurutulması ile Bolu kızılcık tarhanası elde edilmiş olur. Kurutma işlemlerinde güneş görmeyen kapalı bir ortamda gerçekleşmesi tarhananın pembe kırmızı rengi açısından önem arz etmektedir (TPE 2021a).

Kızılcık tarhanasının un ile hazırlanmış formu mide ve bağırsak sorunlarının iyi geldiği, kızılcık göcesi adı verilen formu ise süt ile pişirilip yeni doğum yapmış kadınlara verildiği ifade edilmiştir (Yücecan 1988).

2.2.2.2. Kütahya kızılcık tarhanası

Olgunlaşmış kızılcık meyvesinin (*Cornus mas* L.) püre haline getirildikten sonra pişirilip buğday unu ve tuz ile beraber karıştırılması, yoğrulması ve kurutulması ile hazırlanan bir tarhana çeşididir. Kütahya kızılcık tarhanasının hazırlanması aşamasındaki en önemli noktalarından biri kızılcık meyvesi ile hazırlanmış pürenin pişirilmesi

işlemidir. Bu işlem ile pişirilmiş kızılcık püresine ilave edilen unun çiğ kokusu giderilir ve bu sayede ürünün kendine has renk ve lezzeti verir (TPE 2021b).

2.2.2.3. Muğla göce tarhanası

Kırık buğday, süzme yoğurt ve tarhana otu ile hazırlanan Muğla Göce Tarhanası ortası delik yuvarlak yapısı ile şekil bakımından diğer tarhanalara göre farklılık göstermektedir. Suya tuz eklenerek yapımına başlanan Muğla Göce Tarhanası, kaynayan tuzlu suya bir bezle sarılan tarhana otu yaklaşık 5 dakika kadar kaynayan tuzlu suda bekletildikten sonra çıkarılır ve ardından göce (orta kalınlıktaki kırılmış buğday) ilave edilir. Su ile göce iyice özleştirilene kadar karıştırılır. Ardından tepsilere serilerek soğumaya bırakılır. Yeterince soğuyan göce leğenlere alınarak yoğurt ilave edilerek karıştırılıp, yoğrulur ve 1 gün boyunca fermantasyona bırakılır. Son olarak hazırlanan fermente ürün ortası delik yuvarlak bir şekil verilerek gölgede kurutulur (TPE 2019).

2.2.2.4. Maraş tarhanası

Coğrafi işaretli tarhanalar arasında ilk ürün olan Maraş Tarhanası, diğer tarhanalarımız gibi sadece çorba olarak tüketilmez aynı zamanda yarı kurumuş hali olan firik formu ile yağda kızartılarak, saç üzerinde gevretilerek, kurumuş hali ile cips veya çerez olarak da tüketilebilmektedir (TPE 2010).

Yarma buğday su ile kaynatılır ve belli aralıklar ile tuz ilave edilir. Pişirilen yarma buğday soğumaya bırakıldıktan sonra yoğurt ve isteğe bağlı olarak çörek otu ve kekik ile karıştırılarak yoğrulur. 8-12 saatlik bir fermantasyona bırakılan tarhana hamuru çiğ adı verilen çiğ adı verilen hasırlar üzerine serilerek kurumaya bırakılır. Burada yarı kurumuş hali olan firik olarak adı verilen formu ile de tüketilmektedir. Yaklaşık iki gün kurutulan tarhana ambalajlanır (Coşkun 2014).

2.2.2.5. Uşak tarhanası

TSE'de belirtilen 'un tarhanası' kategorisinde bulunan Uşak tarhanası, kendine özgü üretim şekli ve içeriği olan bir tarhanadır. Diğer tarhanalardan temel farkı kullanılan hammaddeler bazında sebzeler daha fazla yer verilmesi ve fermantasyonunun uzun sürmesidir. Türk Patent Enstitüsü'nün Coğrafi İşaret vermesiyle Uşak tarhanasının son yıllarda ticari olarak önem kazanmıştır (Şimşek ve Zehir 2018).

Uşak tarhanasını lezzet bakımından diğer tarhanalardan ayıran bir diğer özellik ise sebzelerin pişirilmemesidir. Pişirme işleminin yapılmaması ile sebzeler üzerinde bulunan yararlı mikroorganizmaların ölmesinin de önüne geçilmiş olur (TPE 2017).

Uşak tarhanası hazırlanması aşamasında malzemelerin yaklaşık %42'lik kısmını oluşturan sebzeler küçük ve ince parçalar haline getirilir ve tam yağlı yoğurt ile karıştırılır. Hazırlanan bu karışım bir gün boyunca oda sıcaklığında (22 °C) bekletilir. Ardından ekşi hamur ve buğday unu, hazırlanan harca eklenir ve 21 boyunca fermantasyona bırakılır. Fermantasyon sonunda tarhana küçük parçalara ayrılıp bir bez üzerine serilerek gölgede kurutulur. Kurutma işlemini hızlandırmak için her gün parçaların ebadı daha da küçültülür. Kurutulan tarhana parçaları öğütülerek bez torbalarda muhafaza edilir (TPE 2017).

Bu tipteki tarhanalar ile beraber ülkemizde yöreden yöreye çeşitli malzemeler ve üretim metotlarıyla farklı tarhana çeşitleri de mevcuttur. Coşkun (2014) tarhana üzerine yaptığı çalışmasında Türkiye'deki bazı tarhana çeşitlerini (Beyşehir tarhanası, Maraş tarhanası, Kıymalı tarhana, Üzüm tarhanası, Göçmen tarhanası, Göce tarhanası, Top tarhana, Trakya tarhanası, Gediz tarhanası, Ak tarhana, Sivas tarhanası, Kastamonu yaş tarhanası, Şalgamlı tarhana, Pancarlı tarhanası, Ege tarhanası, Süt tarhanası, Hamur tarhana, Et tarhanası, Tatlı tarhana, Kiren tarhanası) tanıtmış ve üretim şekillerinden bahsetmiştir.

2.3. Tarhananın Besin Değeri ve Mikrobiyolojisi

Tarhanada çeşitliliğinin fazla olmasından dolayı üretim aşmasında kullanılan un yoğurt ve sebzelerin miktarı ve çeşitliliğini tarhananın mikro florası değişkenlik gösterebilir. Tarhananın fermantasyonu süresince laktik asit bakterileri (*Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus, Lactococcus lactis, Lactococcus diacetylactis, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus, L. acidophilus, Leuconostoc cremoris, L. casei*) ve maya (*S. cerevisiae*) önde gelen mikroorganizmalardır (Daglioğlu 2000).

Şengün ve ark. (2009) Türkiye'nin 8 farklı bölgesinden temin ettikleri tarhanalardaki laktik asit bakterileri üzerine yaptıkları çalışmada toplanan 226 izolatın %27'sini *Pediococcus acidilactici*, %19'unu *Str. thermophilus*, %19'unu *L. fermentum*, %12'sini *Enterococcus faecium*, %7'sini *P. pentosaceus*, %5'ini *Leu. pseudomesenteroides*, %4'ünü *Weissella cibaria*, %2'sini *L. plantarum*, %2'sini *L. bulgaricus*, %2'sini *Leu. citreum*, %1'ini *L. paraplantarum* ve %0.5'ini *L. casei*'den oluştuğu ifade edilmiştir. Settanni ve ark. (2011) farklı sıcaklıklarda fermente edilen tarhanalar üzerine yaptıkları çalışmada, 40 °C'de *P. acidilactici*, 30 °C'de ise *L. plantarum* ve *L. brevis*'in florada baskın olduğu görülmüştür.

Özel (2012) Uşak bölgesindeki ev ve işletmelerden temin ettiği tarhanaların fermantasyon süresi boyunca laktik asit bakterilerini ve maya türlerini incelemiştir. Çalışma sonucunda ortamdaki laktik asit bakterilerinin *L. plantarum, L. brevis, Leu. mesenteriodes, Leu. pseudomesenteriodes, P. acidilactici, Lactococcus lactis, L. fobifermentas, L. mindensis, L. paralimentarius, L. alimentarius, L. namurensis, L. casei, L. pentosus, L. farciminis* ve *Leu. citreum* olduğunu belirtmiştir. Maya türlerinden *S. cerevisiae, Candida humilis* ve *Issatchenkia orientalis*'in fermantasyon süresi boyunca en yaygın ve baskın tür olduğunu ifade etmiştir.

Günümüzde değişen yaşam koşullarıyla beraber tüketicilerin gıdalardan beklentileri de zaman içerisinde değişmektedir. Tüketicinin hayat beklentisinin yükselmesi, sağlıklı yaşam ve beslenme konusunda bilinçlenmesi gıdalardan aldıkları faydalardan besleyici özelliklerinin yanı sıra fizyolojik yarar sağlayan, hastalıkları önleyici ve iyileştirici özellikteki fonksiyonel gıdalara talebi arttırmıştır. Tarhanada probiyotik özelliği ve sindirilemeyen karbonhidratları nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak görülmektedir (Erbaş vd. 2004; Küster-Boluda ve Vidal-Capilla 2017; Türkmen ve Gürsoy 2017; Demir 2018; Topçuoğlu ve Yilmaz-Ersan 2020)

Tarhana deyince ilk akla gelen yörelerin başında olan Uşak yöresinin halkı tarhananın içinde '18 tabip' olduğunu söylemektedir. Nitekim bu ifadelerinde de pek de haksız değillerdir. Tarhanada A, B, B1, B2, B6, C, D, E, K vitaminleri ve kalsiyum,

magnezyum, demir, çinko, bakır, manganez, sodyum, potasyum gibi mineraller ve aynı zamanda çok fazla sayıda amino asit içermektedir (Daglioğlu 2000; Ozdemir vd. 2007; Altun 2015).

Laktoz, laktik asit bakterileri sayesinde kısmen laktik aside dönüştürülmesi sebebiyle yoğurtta daha az bulunmaktadır. Dolayısıyla tarhananın süte nazaran çok daha düşük seviyelerde laktoz içerdiği bilindiğinden laktoz intoleransı bulunan bireylerin tarhana tüketmesinde sakınca olmadığı belirtilebilir (Coşkun 2002).

Tarhana fermente bir gıda ürünüdür. En eski ve ekonomik gıda muhafaza yöntemlerinden biri olan fermantasyon sayesinde gıdanın tekstürü, güvenilirliği, pişirilmesi, raf ömrü ve aroması gibi özelliklerinde iyileştirme sağlanır aynı zamanda ürünün hacmini azaltarak taşıma kolaylığı sağlanır. Fermantasyon esnasında bazı mikroorganizmalar sayesinde çeşitli vitamin ve bazı büyüme faktörleri sentezlenerek gıdanın besin değerine katkı sağlamaktadır. Fermantasyon süresince proteinlerin bir bölümü ön sindirim olarak adlandırabileceğimiz bir parçalanma neticesinde peptitler ve serbest amino asitlere ayrışmaktadır (Coşkun 2002; Erbaş vd. 2006; Özçelik ve Özdoğan 2007).

Tarhanayı oluşturan en temel bileşenlerden biri olan un, treonin ve lisin gibi amino asitler yönünden fakir olmasından dolayı düşük kalitede bir protein kaynağıdır. Diğer bir temel bileşen olan yoğurtta ise bu amino asitlerden yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Nitekim tarhanada bulunan un ve yoğurt amino asit yönünden birbirini tamamlayarak amino asit bakımından zengin ve yüksek kaliteli bir protein kaynağı oluştururlar (Temiz ve Pirkul 1991). Fermantasyon esnasında da mikrobiyal biyokütle gelişimi sırasında gerçekleşen anabolik olaylarının tarhananın protein profiline etkisi olması beklenebilir.

Tarhanada bulunan amino asitleri belirlemek için yapılan çalışmalarda amino asit miktarları Çizelge 2.2.'deki gibi bulunmuştur. Çizelgede belirtilen çalışmalar farklı formülasyonlar ile üretilen un tarhanaları için değerlerdir.

2.4. Besin Bileşeni Olarak Proteinler ve Protein Miktarının Analizi

Giderek artan nüfusun 2050 yılı itibari ile 9.6 milyara ulaşacağı öngörülmesi, bununla beraber yaşanan çevresel ve iklimsel sorunların proteinli gıdalara olan ihtiyacı arttırması ve tüketicilerin lezzetli ve kolay tüketilebilen proteine olan ilgisi ile gıdalardaki proteinlerin önemi artmıştır (Hayes 2018).

Proteinler gıdaların beslenme değerine katkı sağlayan ve tüm hücrelerde bol miktarda bulunan temel yapı taşlarındandır. Protein kelimesi ilk olarak 1838 yılında Jons J. Berzelius Yunanca'da 'birinci dereceden' anlamına gelen *proteios* kelimesinden türetmiştir (Yetim ve Tekiner 2020; Ustunol 2014).

Tipik olarak biyolojik dokularda bulunan hücrelerin ağırlıkça yarısından fazlası proteinlerden oluşmaktadır. Proteinler, karbonhidrat ve yağlardan farklı olarak azot elementini içerir. Ayrıca bazı proteinlerin yapısında kükürt ve fosfor da bulunabilmektedir (Bilişli, 2019). Proteinlerin primer yapılarının molekül ağırlıkları zincir uzunluğuna ve amino asit bileşimine bağlı olarak yaklaşık 5000 ile 1,000,000 Dalton arasında değişir (Hayes, 2018). Multimerik ve glikozile proteinlerde değerler daha yüksektir.

Çizelge 2.2. Tarhana bileşimindeki amino asit miktarları (Pirkul 1988; Işık ve Yapar 2017 ve Anonim 2 2021)

Amino asit	Pirkul (1988) (mg/100g)	Işık ve Yapar (2017) (mg/100g)	Anonim 2 (2021) (mg/100g)
Alanin	570	669.0	700
Arjinin	555	761.0	402
Aspartik Asit	1440	879.4	587
Fenilalanin	733	883.7	441
Glisin	457	698.7	759
Glutamik Asit	5305	5411.8	1253
Glutamin	-	-	-
Histidin	610	443.6	551
İzolösin	654	853.6	430
Lisin	581	663.7	1480
Lösin	1152	1305.0	946
Metiyonin	324	374.7	406
Prolin	6094	2130.3	603
Serin	1130	817.5	643
Sistein	-	171.2	128
Tirözin	392	554.8	359
Treonin	856	570.3	628
Triptofan	-	-	160
Valin	851	963.2	355

Protein analizleri sonucunda elde edilen veriler gıdalarda kilit rol oynarlar. Örneğin; ürünlerin etiketleri üzerindeki besin değerlerinin belirlenmesinde, tahıl ve süt gibi ürünlerin protein içeriğine göre fiyatlandırılmasında, çeşitli gıdaların pıhtılaşma ve köpürtme benzeri fonksiyonel niteliklerinin araştırılmasında ve etlerin yumuşatılmasında rol alan proteolitik enzim gibi enzim ya da inhibitörlerinin biyolojik aktivite tayinlerinde proteinler kullanılır (Chang ve Zhang 2017).

2.4.1. Proteinlerin kimyasal yapısı

Proteinler peptit bağlarıyla bağlanan yüzlerce amino asitten oluşabilen gıda maddeleri içerisindeki en kompleks yapıda olan makro moleküllerdir (Yetim ve Tekiner 2020; Bilişli 2019). Gıdalarda bulunan proteinlerin bileşiminde yer alan 20 amino asit

vardır ve bunlara ilişkin bazı bilgiler EK-1'de verilmiştir. Amino asitlerin ortak kimyasal yapısında karbon atomuna bağlı dört farklı grup ile ifade edilebilir. Bunlar; karboksil grubu (-COOH), amino grubu (-NH_2), hidrojen elementi (H) ve yan grup (-R) olarak sıralanabilir. Amino asitleri birbirinden ayıran R gruplarının farklılığıdır. Yan zincirdeki varyasyonlardan dolayı amino asitler farklı biyokimyasal özelliklere ve işlevlere sahiptir (Wu, 2009; Saldamlı 2007).

Amino asidin kimyasal formülünde bulunan NH_2 havadan toprağa karışan inorganik azot sayesinde oluşmaktadır. Peptitlerde bu yolla oluşan NH_2 ile hava aracılığı ile aldıkları karbondioksit ve toprağın bünyesinden aldıkları su ile birleştirerek amino asitleri sonrasında da proteinleri sentezlemektedir. Hayvanlarda bitkiler vasıtasıyla aldıkları proteinleri önce amino asitlere ayırmakta sonrasında da amino asitleri farklı şekillerde değiştirerek ve birleştirerek kendilerine özel dokularının proteinini yaratmaktadır. Hayvansal ve bitkisel dokuları tüketen insanlarda bu yolla protein gereksinimlerini karşılamaktadır (Bilişli 2019).

Doğada yaklaşık 300 kadar amino asit bulunmaktadır ve bu amino asitlerin sadece 20'si protein yapısına katılabilmektedir. Bünyede sentezlenemeyen gıdalar aracılığı ile alınması zorunlu amino asitler vardır. Bu amino asitlere esansiyel amino asitler denir. Protein yapılarında bulunabilen 20 amino asidin sadece 8 tanesini vücut sentezleyemez. Bu esansiyel amino asitler: izolösin, lösin, metiyonin, treonin, lizin, triptofan, valin ve fenilalanin'dir. Geri kalan 12 amino asidi vücut ihtiyaç duyması durumunda sentezleyebilir (Bilişli 2019).

Proteinlerin ve peptitlerin yapı taşları olmalarının yanında bazı amino asitler üreme, büyüme, bağışıklık ve onarım için gereken metabolik yolları hazırladığı bilinmektedir. Lösin, sistein, triptofan, glutamin, prolin ve arginin bulunduranlar fonksiyonel amino asit olarak isimlendirilir. Diyet takviyesi ile alınan fonksiyonel amino asitlerin bir ya da birden fazlasının birleşimi ile yaşam döngüsündeki bazı sağlık sorunlarını iyileştirmesi (kısırlık, obezite, diyabet gibi), et ve yumurta kalitesini, süt üretimini, kas gelişimini ve atletik performansı arttırabilmek için metabolik dönüşümlerin verimliliğini optimize edebilmesi, yağ birikimini önlemesi ve yağlanmayı azaltması gibi faydaları vardır. Bu yüzden amino asitler beslenme ve sağlık alanında önemli rolleri üstlenir (Wu 2009).

2.4.2. Protein analiz metotları

Protein, karbonhidrat ve yağlar ile beraber beslenme yolu ile vücudun enerji ihtiyacını karşılayan yapılardır. Proteinler vücudun büyümesinde ve korunmasında kritik role sahiptir ve enzimatik aktivite ve besinler ve diğer biyokimyasal yapıların membranlarından taşınması gibi görevlerde yer alırlar. Böylesine önemli fonksiyonların devam ettirilebilmesi için vücuda kaliteli proteinlerin alınması gereklidir. Esansiyel amino asitlerin az ve yetersiz olması kas proteinlerin devir hızının artmasına neden olur, bunun sonucunda büyüme hızının azalması ve kas kütlesi kayıpları gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Bozulmuş bağışıklık ayrıca daha sonra azalan hormonal ve enzimatik aktiviteyi takip edebilir. Vücudun alması gereken protein miktarı kişiden kişiye göre farklılıklar gösterebilir. Büyüme, hamilelik ve emzirme dönemlerinde protein ihtiyacı daha fazladır. Proteinin alımı uzun süre yetersiz kaldığında geri dönüşü olmayan muhtemel zekâ geriliğine yol açabilir. Beslenme ile alınan gıda içeriğinin bilinmesi bu

gibi nedenlerden dolayı büyük önem taşımaktadır. Bundan dolayı protein miktarının ve içeriğinin tespitinde güvenilir analitik yöntemlere ihtiyaç vardır (Mæhre vd. 2018; Ustunol 2014).

Protein analizi için çeşitli yöntemler geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Fakat bunlardan sadece birkaçı sıklıkla kullanılır. Kullanılacak yöntem seçiminde tesisin altyapı eksikliği, laboratuvarda yerleşik belirli bir prosedürün izlenmesi ya da analizin yüksek maliyet içermesi gibi faktörler etkili olabilmektedir (Mæhre vd. 2018).

Gıdaların protein miktarını belirleyebilmek için gıda endüstrisinde Kjeldahl, Lowry, Bradford ve toplam amino asit içeriği gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Gıda endüstrisinde kullanılan protein analiz yöntemlerinin avantajları ve dezavantajları vardır (Hayes 2020).

Lowry protein analiz metodu peptit bağlarının alkali koşullar altında bakır iyonunun Folin-Ciocalteau ile reaksiyonu esasına dayanır (Waterborg 2002). Bradford protein analiz metodu Coomassie Blue G250 boyasının proteine bağlanması esasına dayanan bir yöntemdir. Protein miktar tespiti renk değişimi ile değerlendirilir (Kruger 2002).

Kjeldahl analizi gıda numunesinin güçlü bir asitle sindirilmesini adımı ile başlar. Böylece nitrojen salınır ve devamında titrasyon tekniği ile nicelenir. Protein miktarı daha sonra bir dönüşüm faktörü kullanılarak gıdadaki protein içeriği hesaplanır (Hayes 2020). Bu yöntem protein içeriğini tahmininde kullandığı azottan proteine dönüşüm faktörü genellikle toplam nitrojenden protein konsantrasyonunu çıkarabilmek için kullanılan bir faktördür. Bu dönüşüm faktörünün kullanılması iki varsayıma dayanmaktadır. Bunlardan biri toplam proteinin %16'lık kısmını nitrojen oluşturmaktadır. Diğer varsayım ise analiz edilen numunedeki tek nitrojen kaynağı proteindir ve protein olmayan azot ihmal edilebilir seviyededir (Biancarosa vd. 2017). Kjeldahl metodunda kullanılan 6.25 azottan proteine dönüşüm faktörü ile gıdalardaki ham protein miktarı bulunmuş olur. Birçok gıda da uygulanan 6.25'lik dönüşüm faktörü gıdadaki protein miktarını olduğundan fazla gösterdiği belirtilmiştir (Mæhre vd. 2018; Mariotti vd. 2008).

Gıdaların ekonomik değerleri genellikle içerdikleri protein miktarları ile belirlenir. Bu durumda gıdadaki proteinin yüksek tahmin edilmesi gıda tağşişine sebebiyet verebilir. Üreticiler gıdanın protein miktarını olduğundan fazla göstermek için kütlece %66 azot içeren melamin gibi maddeler ilave ederek gıdayı tağşişe uğratabilir. Melamin ilave edilen bebek maması ve hayvan yemleri tüketildikleri taktirde bebeklerde ve hayvanlarda ciddi hastalanmalara ve ölümlere neden olur. Tüketici için bu durum gıda güvenliğinin tehlikeye atılması anlamına gelebilir (Ingelfinger 2008; Mæhre vd. 2018). Yeni gelişmekte olan deniz yosunu ve böcek proteini gibi gıdaların protein içeriğinin olduğundan fazla tahmin edilmesi bu ürünlerin kullanma potansiyelini, ekonomik fizibilitesini ve değerini olduğundan fazla yansıtılması anlamına gelebilir (Hayes 2020).

Kjeldahl yöntemi ile gerçekleştirilen ham protein tespitlerinin gerçek protein içeriğini yansıtmada yetersiz kaldığı, farklı gıdalar için 6.25 değeri yerine gerçek protein içeriğini yansıtabilecek uygun çevirme faktörü (ÇF) değerlerinin uygulanmasının daha doğru olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Boisen vd. 1987; Sosulski ve Imafidon 1990; Salo-Väänänen ve Koivistoinen 1996; Conklin-Brittain vd. 1999; Mariotti vd. 2008).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Tarhana üretiminde kullanılan un (Sinangil tam buğday unu, Eksun Gıda Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş,), tam yağlı homojenize yoğurt (Torku, yağ oranı %3.8), mekanik rafine tuz (Saray Tuzsan), kuru nane (Bağdat Baharat), kuru maya (Pakmaya, *S. cerevisiae*) kullanılmıştır. Kırmızı biber (kapya), üç burun biber, domates ve soğan Antalya piyasasından temin edilmiştir. Tüm materyaller laboratuvarda uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.

3.2. Metot

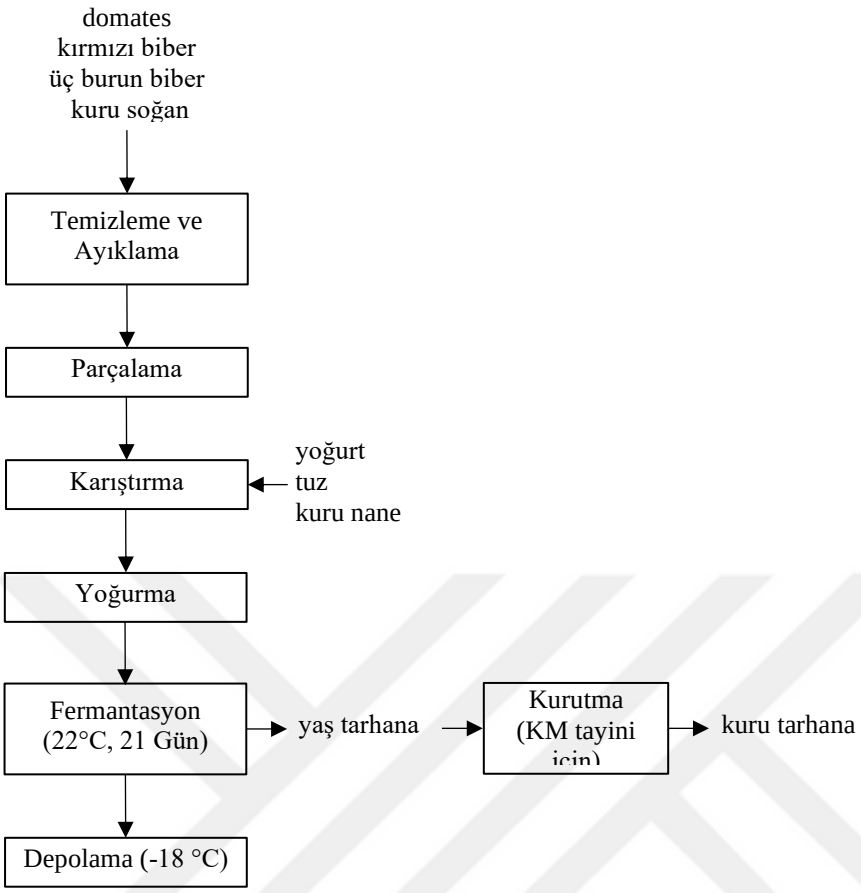
3.2.1. Tarhana yapımı

Tarhana örnekleri hazırlanırken Coğrafi İşaretli Uşak Tarhanası (TPE 2017) formülasyonundan yararlanılmıştır. Bu yöntemin uyarınca UTT üretiminde kullanılan malzemeler ve miktarları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Tarhana örneklerinin üretimi için uygulanan işlemleri açıklayan akış şeması Şekil 3.2.'de verilmiştir. Tedarik edilen sebzeler tarhana üretiminden önce yıkanmış, soğanlar ise kabuklarında ayrılmıştır. Tarhana harcında kullanılan domates, soğan, kırmızı biber ve üç burun biber mutfak robotuna sığabilecek şekilde küçültülmüştür (Bkz. Şekil 3.2). Mutfak robotu ile parçalanan sebzelere tuz, kuru nane ve yoğurt ilave edilerek karıştırılmıştır. Hazırlanan karışıma un ilave edilip homojen bir karışım sağlamak için hamur el ile yoğrulmuştur. Tarhana üretimi yapılırken hijyenik şartlarda çalışılmış, ekipman ve aletlerden oluşabilecek kontaminasyona karşı gerekli önlemler alınmıştır. Hazırlanan tarhana hamuru 21 gün boyunca 22 °C'de etüvde (IN 110, Memmert, Almanya) fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon süresi boyunca tarhana hamuru her gün karıştırılmıştır. Yapılacak olan analizler için fermantasyonun 0., 7., 14., ve 21. günlerinde numuneler alınmış ve daha sonra gerçekleştirilecek analizler için -18 °C'de muhafaza sağlanmıştır. Tarhana hamurları iki tekerrürlü şekilde üretilmiş ve analizler için iki paralel numune olacak şekilde örnekleme yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Tarhana hamurlarının hazırlanmasında kullanılan malzemelerin miktarları (g) ve yaş hamurda oranları

Malzemeler	Mayasız Tarhana	Maya İlaveli Tarhana	%
Un	1200	1200	40
Yoğurt	480	480	16
Kırmızıbiber (Kapya)	510	510	17
Soğan	360	360	12
Domates	300	300	10
Üç burun biber	90	90	3
Tuz	30	30	2
Nane	15	15	0.5
Maya	-	15	0.5



Şekil 3.1. Tarhana yapım prosesi



Şekil 3.2. Parçalama işlemi sonrasında elde edilen sebze pulpunun görünümü

3.2.2. Tarhanada Yapılan Analizler

3.2.2.1. Kuru madde analizi

Tarhana hamurunda yapılan kuru madde analizi ICC (1976) metoduna göre yapılmıştır. Kuru madde analizinde tarhana örnekleri 0., 7., 14., ve 21. günlerde tüm numunelerden alınmış ve incelenmiştir (Bkz. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4). Etüvde 50-55 °C'de 48 saat boyunca sabit tartım değeri okunana kadar kurutulan örneklerin ağırlık

değişimleri ile formüle (Denklem 3.1) göre kuru madde miktarı tespit edilmiştir.

$$\%KM = \frac{M_2 - M_1}{M} \times 100 \qquad \text{(Denklem 3.1)}$$

KM : Kuru madde
M_2 : Kurutma sonrası kurutma kabı ve numunenin ağırlığı
M_1 : Kurutma kabının ağırlığı
M : Tartılan numune ağırlığı



Şekil 3.3. Mayasız tarhananın kurutma öncesi (solda) ve sonrası (sağda) görünümleri (Örnek kodları tekerrür.hafta.N.paralel.Uşak şeklinde oluşturulmuştur)



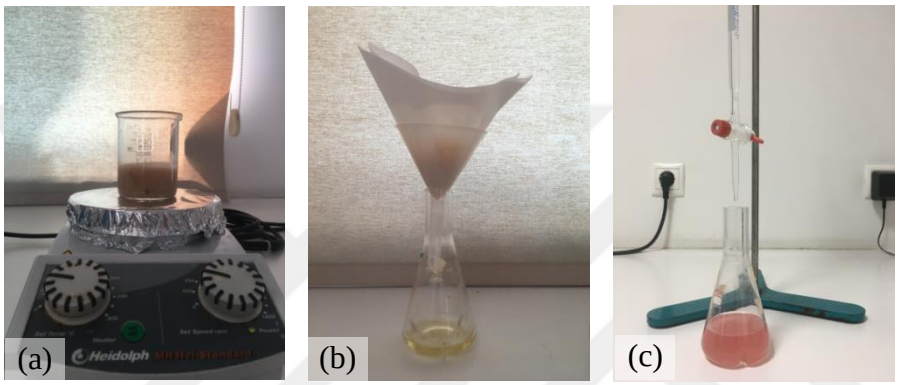
Şekil 3.4. Maya ilaveli tarhananın kurutma öncesi (solda) ve sonrası (sağda) görünümleri (Örnek kodları tekerrür.hafta.N.paralel.Mayalı şeklinde oluşturulmuştur)

3.2.2.2. pH analizi

Tarhana hamur örneklerinin pH değerini belirlemek için Erbaş vd. (2005a) uyguladıkları yöntem kullanıldı. Fermantasyonun 0., 7., 14., ve 21. günlerinde yaş tarhana örneklerinden beher içerisine 5 g numune tartılmıştır ve üzerine 45 ml saf su eklenerek homojenize hale getirilmiştir. Analiz öncesinde kalibre edilmiş pH ölçüm cihazı yardımı (Bante 920, Çin) ile yaş tarhanaların pH değerleri ölçülmüştür.

3.2.2.3. Titrasyon asitliği analizi

Tarhanada gerçekleştirilen titrasyon asitliği analizi TSE tarhana standardında (TSE 2004) belirtilen yönteme göre yapılmıştır (Bkz. Şekil 3.5). Tarhana numunesi beher içerisine 10 g gelecek şekilde tartılır. Daha sonra beherin içerisine 50 ml etil alkol ilave edilir ve ağzı kapatılarak 5 dk 250 dev/dk'da iyice çalkalanır (Mr Hei Standard, Heidolph Instruments, Almanya). Hazırlanan çözelti kaba filtre kağıdından geçirilerek süzülür ve 10 ml süzüntü temiz bir erlene aktarılır. Süzüntünün rengi açılana kadar üzerine saf su ilave edilir. Son olarak üzerine birkaç damla fenolftalein çözeltisi eklenerek rengi tamamen pembeleşinceye kadar sodyum hidroksit çözeltisi ile titre edilir. Harcanan sodyum hidroksitin hacmi 5 ile çarpılarak asitlik derecesi hesaplanır.



Şekil 3.5. Titrasyon asitliği analizi uygulama adımları; **a)** örneğin etil alkol ile karıştırılması; **b)** karıştırılan örneğin süzgeç kağıdından süzülmesi; **c)** örneğin titre edilmesi

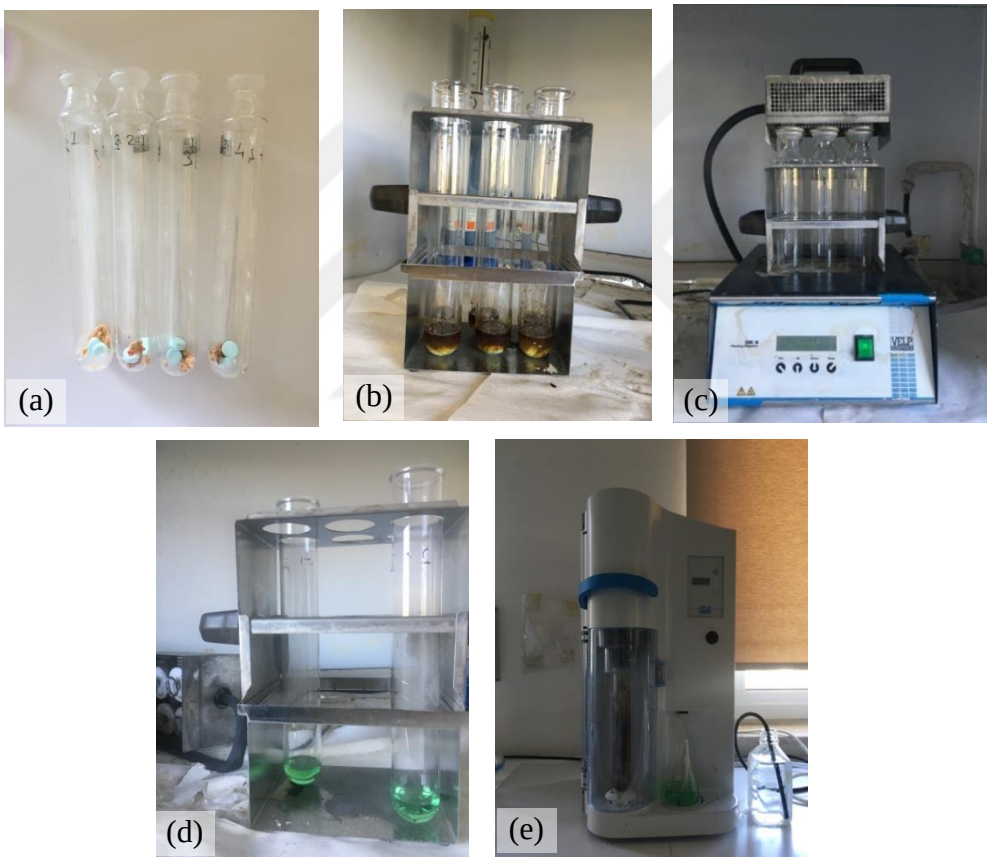
3.2.2.4. Ham protein analizi

Tarhana numunelerinde ham protein miktarı AACC (1990) metodu ile Kjeldahl yöntemine göre Akdeniz Üniversitesi Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırma Merkezi'nde analiz gerçekleştirilmiştir (Bkz. Şekil 3.6). Tarhana hamurundan 0., 7., 14., ve 21. günlerinde alınan ve dondurularak muhafaza edilen numuneler oda sıcaklığında tartılmıştır. Kjeldahl tüpüne alınan tarhana numuneleri üzerine 2 adet katalizör ve sülfürik asit ilave edilerek hafifçe çalkalanır. Hazırlanan Kjeldahl tüpü yakma ünitesine (Velp DK Digestion, İtalya) yerleştirilir. Yerleştirilen tüpler 400-420 °C'de yakılan örnekler yakma işlemi sonunda yeşilimsi bir renge dönüşür. Yakma işlemi sonrasında soğuyan tüplerin içerisine 50 ml saf su ilave edilir ve distilasyon cihazına (Velp UDK129, İtalya) yerleştirilir. Bir erlene 30 ml %3'lük borik asit çözeltisi ve pH'daki değişimi gözlemleyebilmek için 3-4 damla indikatör ilave edilerek distilasyon cihazının toplama haznesine yerleştirilir. Distilasyon cihazına yerleştirilen Kjeldahl tüpleri 5 dakika boyunca %30'luk NaOH çözeltisi ile distile edilir. Distilasyon sonunda distile edilen çözelti erlene damıtılarak distilat mavimsi-yeşil bir renk alır. Erlende toplanan distilat HCl çözeltisi ile pembeleşinceye kadar titre edilir. Harcanan HCl üzerinden formüle göre protein miktarı tespit edilmesinde kullanılır.

TSE'de (TSE 2004) ifade edildiği gibi azottan proteine dönüşüm faktörü 6.25 olarak kullanılmış ve verilen formüle (Denklem 3.2) göre işlem yapılıp kuru madde üzerinden protein miktarı hesaplanmıştır.

$$\%Protein = N \times f \times (V_1 - V_0) \times 0.0014 \times ÇF \times 100/m \qquad \text{(Denklem 3.2)}$$

N : Titrasyonda harcanan HCl çözeltisi normalitesi
V_1 : Titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin hacmi
V_0 : Kör titrasyonda harcanan HCl hacmi
f : Titrasyonda harcanan HCl çözeltisinin faktörü
ÇF : Kjeldahl azotu – proteine çevirme faktörü
m : Analiz için alınan numune miktarı



Şekil 3.6. Kjeldahl protein analizi basamakları; **a)** örneklere katalizör ilavesi; **b)** örneğe sülfürik asit ilavesi; **c)** tüplerin Kjeldahl ünitesine yerleştirilmesi; **d)** Kjeldahl ünitesinden çıkan tüplerin görüntüsü; **e)** Kjeldahl tüpünün distilasyon cihazına yerleştirilmesi

3.2.2.5. Tarhanada amino asit analizleri

Tarhana numunelerinde toplam ve serbest amino asit analizleri Akdeniz Üniversitesi Gıda Güvenliği ve Tarımsal Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir.

Tarhanada toplam amino asit miktarı analizi Lee ve Hwang (2017) ile Chan ve Matanjun (2017) kullandığı yöntemler modifiye edilerek LC-MS/MS (Thermo Scientific TSQ Quantum™ Access MAX triple quadrupole coupled to an Accela ™ UHPLC system, Thermo Scientific, San Jose, CA, USA) cihazında yapılmıştır. Bu yöntemde homojenize edilen 1 g tarhana numunesi, içerisinde 10 ml 6N HCl bulunan çözelti ile ağzı sıkı bir şekilde kapatılıp 5 dk vorteks ile iyice karıştırılmıştır. Daha sonrasında 110 °C deki fırında 24 saat hidroliz edilmiştir. Oda sıcaklığına soğutulmaya bırakılan karışım, soğutma sonrası 4°C 3,220 × *G*'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen karışım 0.45 µm naylon membran filtreden geçirilmesinin ardından LC-MS/MS cihazına enjekte edilmiştir.

Tarhanada serbest amino asit miktarı analizi Kıvrak vd. (2014)'ün ifade ettiği yönteme göre gerçekleştirilmiştir. Homojenize edilen 1 g tarhana numunesi içinde % 0.1'lik formik asit çözeltisi ve su:metanol (80:20) çözeltisiyle ekstrakte edilip 5 dk vortekslenmiştir. Daha sonrasında 4°C 3,220 × *G*'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen karışım 0.45 µm naylon membran filtreden geçirilmesinin ardından cihaza enjekte edilmiştir.

3.2.2.6. Tarhanada toplam aminoasit tespiti üzerinden gerçek protein miktarının ve dönüştürme faktörünün hesaplanması

Her bir numune ve her bir amino asit için ayrı ayrı amino asit kalıntıları hesaplanmıştır (Denklem 3.3). Analiz edilen toplam amino asit değeri sonucundan suyun molekül ağırlıklı değerini çıkarılması ile amino asit kalıntıları elde edilmiştir. Her bir numune için amino asit kalıntıları toplanıp protein miktarları tespit edildi (FAO 2003; Mæhre vd. 2013; Mæhre vd. 2018).

$$E_{i=}AA_i \times \left(\frac{AA_i(MA)\times -H_2O(MA)}{AA_i(MA)}\right) \quad \text{(Denklem 3.3)}$$

E_i : Amino asit kalıntısı
AA_i : Kuru ağırlık başına amino asit
MA : Molekül ağırlığı
H_2O : Su molekülü

Tarhanada azottan proteine dönüşüm faktörleri (DF), Mossé (1990) tarafından önerilen yönteme göre belirlenmiştir. DF değerleri amino asit kalıntılarının, Kjeldahl yöntemi ile bulunan azota bölünmesi ile elde edilir (Denklem 3.4).

$$k_p=\sum E_i/N \quad \text{(Denklem 3.4)}$$

k_p : Amino asitten proteine dönüşüm faktörü
N : Kjeldahl yöntemi ile bulunan azot (%)
$\sum E_i$: Amino asit kalıntıları toplamı

3.3. İstatistiksel Analiz

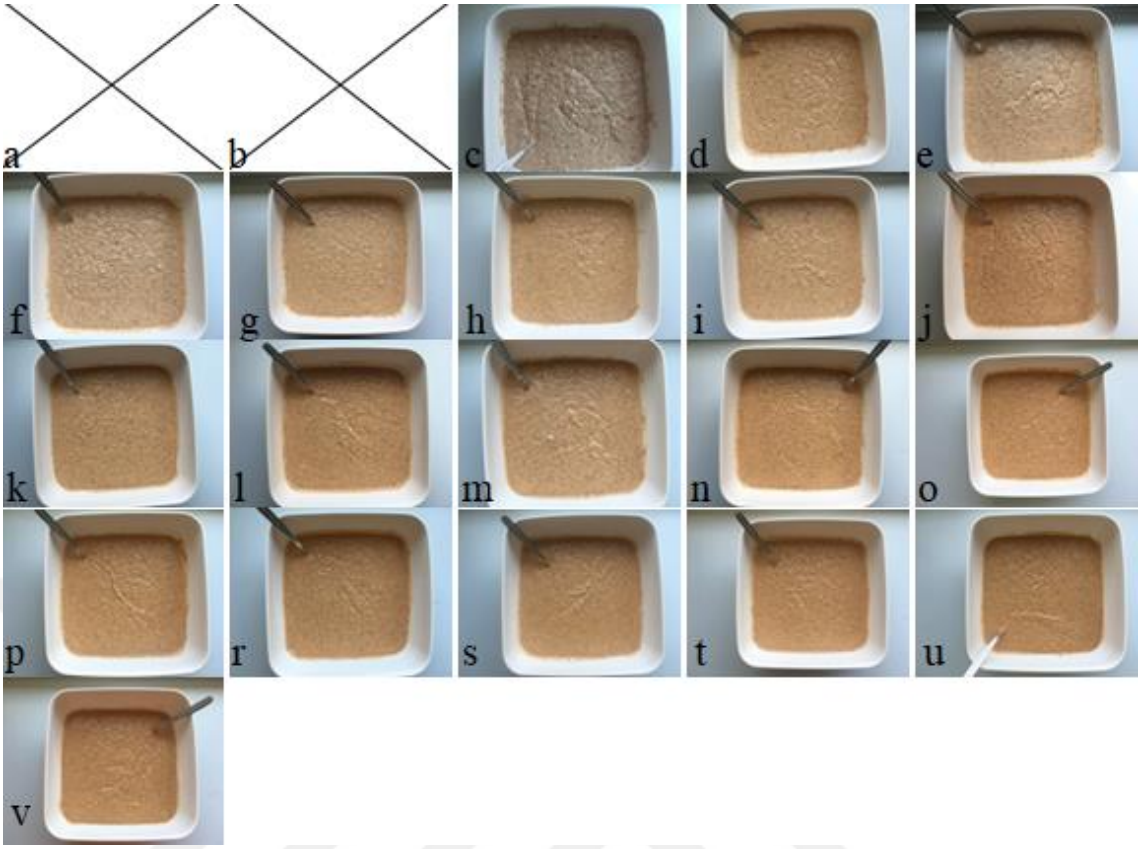
Tanımlayıcı istatistikler ortalama ve standart sapma değerleri ile sunulmuştur. Normallik varsayımı Shapiro Wilk Testi ile kontrol edilmiştir. Parametreler üzerindeki türlerin etkisi, günlerin etkisi ve tür×gün interaksiyonunun etkisi iki yönlü ANOVA ile test edilmiştir. Anlamlı çıkan durumlarda ikili karşılaştırmalar Duncan Testi ile yapılmış, $P<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Analizler SPSS 23.0 programı ile gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel yöntemlerin seçimi ve uygulanmasında Akdeniz Üniversitesi İstatistik Danışmanlık Uygulama ve Araştırma Merkezi (AKİDUAM) tarafından destek sağlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

UTT hamurlarında fermantasyon sürecinde hiçbir görsel ve duyusal bozulma unsuruna rastlanmadığı belirtilebilir. Şekil 4.1 ve 4.2'de fermantasyon süresi boyunca günlük olarak çekilmiş hamur görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.1. Maya ilaveli tarhananın fermantasyon sürecince üstten çekilen görüntüsü; a) 1. gün görüntüsü; b) 2. gün görüntüsü; 3. gün görüntüsü; d) 4. gün görüntüsü; e) 5. gün görüntüsü; f) 6. gün görüntüsü; g) 7. gün görüntüsü; h) 8. gün görüntüsü; i) 9. gün görüntüsü; j) 10. gün görüntüsü; k) 11. gün görüntüsü; l) 12. gün görüntüsü; m) 13. gün görüntüsü; n) 14. gün görüntüsü; o) 15. gün görüntüsü; p) 16. gün görüntüsü; r) 17. gün görüntüsü; s) 18. gün görüntüsü; t) 19. gün görüntüsü; u) 20. gün görüntüsü; v) 21. gün görüntüsü



Şekil 4.2. Mayasız tarhananın fermantasyon sürecince üstten çekilen görüntüsü; a) tarhananın 1. gün görüntüsü çekilemedi; b) tarhananın 2. gün görüntüsü çekilemedi; c) 3. gün görüntüsü; d) 4. gün görüntüsü; e) 5. gün görüntüsü; f) 6. gün görüntüsü; g) 7. gün görüntüsü; h) 8. gün görüntüsü; i) 9. gün görüntüsü; j) 10. gün görüntüsü; k) 11. gün görüntüsü; l) 12. gün görüntüsü; m) 13. gün görüntüsü; n) 14. gün görüntüsü; o) 15. gün görüntüsü; p) 16. gün görüntüsü; r) 17. gün görüntüsü; s) 18. gün görüntüsü; t) 19. gün görüntüsü; u) 20. gün görüntüsü; v) 21. gün görüntüsü

4.1. Kuru Madde Analizi Sonuçları

UTT hamurunun fermantasyon süresince kuru madde içeriğindeki değişimin belirlenebilmesi ve protein değerlerinin kuru madde bazında ifade edilebilmesi için kuru madde miktarı analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

Fermantasyon süresi boyunca tüm örneklerde KM içeriğinde ilk haftalarda azalma, ilerleyen süreçte ise artış olduğu görülebilmektedir. Maya ilaveli tarhanada fermantasyonun ilk haftasında önemli derecede bir düşüş olduğu görülmektedir. Maya ilavesi ile hamurda metabolik faaliyetlerin daha hızlı gerçekleştiği, dolayısıyla mikrobiyal katabolik etki ile organik bileşiklerdeki parçalama olaylarının hızla gerçekleştiği, oluşan etanol ve CO_2'nin hamurdan uzaklaşarak KM'nin düşmesine neden olduğu düşünülebilir. Tüm hamurlarda fermantasyonun ikinci yarısında (14. ve 21. günler) KM değerlerinde artış gözlemlenmesi fermantatif olayların (yıkım süreçlerinin) yavaşlaması ve buharlaşma ile gerçekleşen su kaybının KM kaybının önüne geçmesi şeklinde açıklanabilir. Hamurun her gün homojen hale gelmesi için karıştırılmış olması buharlaşma kaybının statik

koşullara göre daha yüksek olmasına neden olabilir. Mayasız tarhanada günler arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Mayasız tarhanada maya ilaveli tarhanaya göre mikrobiyal faaliyetlerin kısıtlı olması buna neden olabilir ancak bu durumda fermantasyonun yavaş seyrediyor olması sonraki haftalarda (14. 21. günlerde) KM'deki azalma seyrinin devam edebileceği beklentisi sonuçlarda karşılık bulmamaktadır. İlerleyen bölümlerde ele alınan pH değişimi sonuçları da ikinci hafta sonrasında asitlik seviyesinde düşüş olduğunu, bakteriyel gelişimin devam ettiğini işaret etmektedir. Daha kesin olarak başlangıç bileşimin ve mikrofloranın KM üzerindeki etkisinin araştırılabilmesi ve bunun fermantasyon sürecinde mikrobiyal popülasyonlarla ilişkilendirilebilmesi için mikrobiyal incelenme gerekmektedir.

Çizelge 4.1. UTT'nin % kuru madde analiz sonuçları

	Günler				
Tarhana Türü	**0. gün**	**7. gün**	**14. gün**	**21. gün**	**Genel ortalama (tür)**
Mayasız tarhana	$47.04^{aA}\pm2.22$	$45.90^{aA}\pm1.00$	$46.02^{aA}0\pm.99$	$46.71^{aA}\pm0.76$	$46.42^{A}\pm1.32$
Maya ilaveli tarhana	$44.14^{aB}\pm0.29$	$39.45^{bB}\pm0.94$	$39.60^{bB}\pm0.24$	$40.17^{bB}\pm0.29$	$40.84^{B}\pm2.00$
Genel ortalama (gün)	$45.59^{a}\pm2.13$	$42.68^{b}\pm3.51$	$42.81^{b}\pm3.49$	$43.44^{b}\pm3.54$	43.63 ± 3.29

[1]Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2]Sütunda farklı büyük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)

Akan ve Özdestan-Ocak (2021) yaş tarhanada buğday ununa farklı oranlarda üzüm çekirdeği ekstersinin (GSE) 15 günlük fermantasyon süresince tarhananın toplam biyojen amin içeriği, toplam serbest amino asit içeriği, bazı kimyasal, fiziksel ve biyoaktif özelliklerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada yaş tarhanada kuru madde miktarının fermantasyon sonunda kontrol grubunda %39.4 olduğunu, buğday ununun üzüm çekirdeği özü ile değiştirilmesiyle hazırlanan tarhanalarda ise GSE1 (4 g/kg) %35.3, GSE2 (8 g/kg) %42.2 ve GSE3 (16 g/kg) %46.4 seviyesinde olduğunu bulmuşlardır. Erbaş (2005a) yaptıkları çalışmada tarhananın kuru madde miktarını 38.95 bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu değerler maya ilaveli olarak hazırlanan tarhana ile paralellik göstermektedir.

İçen vd. (2021) spontan tip tarhanada ekşi hamur, fungal proteazları ve bunların kombinasyonları ile hazırladıkları tarhanadaki gluten bozunmasını incelemişlerdir. Fermantasyonun ilk 10 gününde kuru madde miktarında azalma gözlenmiş, fermantasyonun geri kalan kısmında da kademeli bir artış olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamız neticesinde mayasız ve maya ilaveli olarak hazırladığımız tarhana hamurlarında fermantasyonun ilk haftasında bir düşüş gözlemlenmiştir. Maya ilaveli tarhanada istatistiki açıdan anlamlı bir azalma olduğu görülmektedir. Yapılan tez çalışmasında İçen vd. (2021) yaptığı çalışma ile benzerlik göstermektedir.

4.2. pH Analizi Sonuçları

UTT hamurunda fermantasyon süresince oluşan pH değişikliklerini belirleyebilmek amacı ile maya ilaveli ve mayasız tarhana hamurundan fermantasyonunun 0., 7., 14. ve 21. günlerinde numuneler alınıp analizler gerçekleştirilmiştir. UTT'de pH analizi sonuçları Çizelge 4.2.'de gösterilmiştir. TSE'de tarhanada pH değerine ilişkin bir sınır değer bulunmamaktadır.

Çizelge 4.2. UTT'nin pH analiz sonuçları

	Günler				
Tarhana Türü	**0. gün**	**7. gün**	**14. gün**	**21. gün**	**Genel ortalama (tür)**
Mayasız tarhana	$5.20^{aA}\pm0.06$	$3.94^{bB}\pm0.16$	$3.84^{bA}\pm0.24$	$3.79^{bA}\pm0.15$	$4.19^{A}\pm0.62$
Maya ilaveli tarhana	$5.02^{aA}\pm0.21$	$4.20^{bA}\pm0.12$	$4.01^{bA}\pm0.06$	$3.96^{bA}\pm0.03$	$4.30^{A}\pm0.46$
Genel ortalama (gün)	$5.11^{a}\pm0.17$	$4.07^{b}\pm0.19$	$3.92^{bc}\pm0.19$	$3.87^{c}\pm0.14$	4.24 ± 0.54

[1] Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2] Sütunda farklı büyük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)

Mayalı ve mayasız tarhana hamurunun fermantasyon öncesinde pH değerinin istatistiksel olarak aynı ve asidik olması, kullanılan hammaddelerden, özellikle de yoğurtta bulunan laktik asitten ve sebze pulpunda bulunan doğal asit bileşiklerinden ileri gelmesi beklenir. Fermantasyon ilerledikçe ilk haftada her iki tip hamurda pH değerinde anlamlı bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Hamurlarda gelişen fermantatif olayların neticesinde oluşan metabolitlerin bu etkiye neden olduğu düşünülmelidir. Tarhana hamurlarında gözlemlenen pH değişimi ile ilgili sonuçların bir sonraki bölümde ele alınan asitlik derecesiyle uyumlu olduğu görülmüştür. Mayasız hazırlanan tarhananın maya ilavesi ile hazırlanan tarhanaya göre pH değerinin daha hızlı düştüğü görülmektedir. Bu fark, istatistiki anlam taşımamakla birlikte, yorumlanabilir bir sonuçtur. Ekşi maya tipi fermantasyon gelişeceği düşünülen mayasız tarhanada asit metabolitlerin daha fazla oluşması olasıdır. Diğer tip (mayalı) hamurda maya ilavesi laktik asit bakterilerin kısmen baskılanmasına ve daha az gelişmesine neden olmuş olabilir.

Yapılan çalışma neticesinde elde edilen pH değerlerinin literatür ile uyum içerisindedir. Özdemir vd. (2012), Kastamonu yöresinde üretilen 10 farklı evde üretilen yaş tarhana örneklerini toplamış ve bunların depolama öncesi ve sonrası bileşimlerini incelemişlerdir. Depolama öncesi yaş tarhananın ortalama pH değerinin 3.77 olduğunu ifade etmişlerdir. Şimşek ve Zehir (2018) bebek beslenmesini zenginleştirebilmek için Uşak tarhanası formülasyonu kullanarak hazırladıkları tarhanaların fermantasyonu sonunda kontrol örneklerin pH değerini 3.65, bebek beslenmesi için zenginleştirdikleri tarhananın pH değerini ise 3.93 bulmuşlardır.

4.3. Titrasyon Asitliği Analizi Sonuçları

Tarhanada gerçekleştirilen titrasyon asitliği analizi 3.2.2.3. sayılı başlık altında belirtilen metoda göre analiz yapılmıştır.

UTT titrasyon asitliğindeki değişimlerin görülebilmesi için maya ilaveli ve mayasız tarhana hamurlarının fermantasyonu süresince 0., 7., 14. ve 21. günlerdeki numuneler üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. UTT'nin titrasyon asitliği analiz sonuçları. Değerler laktik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir.

	Günler				
Tarhana Türü	**0. gün**	**7. gün**	**14. gün**	**21. gün**	**Genel ortalama (tür)**
Mayasız tarhana	$13.50^{cA}\pm4.92$	$44.13^{bA}\pm4.70$	$54.25^{aA}\pm6.69$	$59.00^{aA}\pm4.71$	$44.72^{A}\pm18.89$
Maya ilaveli tarhana	$12.00^{cA}\pm2.12$	$33.00^{bA}\pm2.94$	$41.63^{aA}\pm4.21$	$45.75^{aA}\pm3.77$	$33.09^{A}\pm13.78$
Genel ortalama (gün)	$12.75^{c}\pm3.60$	$38.56^{b}\pm6.97$	$47.94^{a}\pm8.50$	$52.38^{a}\pm8.11$	37.91 ± 16.98

[1]Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2]Sütunda farklı büyük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)

Maya ilaveli ve mayasız hazırladığımız tarhana hamurunun fermantasyon süresi boyunca asitlik derecesinin arttığı gözlemlenmiştir. İki tarhana hamurunda da ilk hafta asitlik seviyesinin hızlı bir şekilde arttığı fermantasyonun kalan zamanında bu artış hızının azaldığı görülmüştür. TSE'nin (TSE 2004) belirlemiş olduğu asitlik derecesini mayasız tarhananın 7. gün, maya ilaveli tarhananın 14. gün aştığı görülmektedir. Bu limit aşımının tarhanada hammadde ile beraber uzun süren fermantasyon seviyesinin olduğu düşünülmektedir. Mayasız tarhanada asitlik seviyesinin fazla olması laktik asit bakterilerinden dolayı olduğu düşünülmektedir. Maya ilaveli tarhanada asitlik seviyesinin mayasız tarhanaya göre düşük olmasının nedeni karbon kaynakları tüketimi için laktik asit bakterileri ile mayanın rekabetinden olduğu düşünülebilir.

Temiz ve Pirkul (1991) yoğurt tipi, miktarı ve maya ilavesinin tarhanadaki kimyasal özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Asitlik seviyelerini %15-24 arasında olduğunu belirtmişler, tarhanada maya ilavesinin örneklerin asitlik derecesi üzerinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

4.4. Protein Analiz Sonuçları

Maya ilaveli ve mayasız tarhana hamurlarında yapılan Kjeldahl protein analiz 3.2.2.4. numaralı başlık altında verilen metoda göre gerçekleştirilmiştir.

Tarhana hamurundaki protein miktar değişimlerinin izlenebilmesi için maya ilaveli ve mayasız tarhanaların fermantasyonunun 0., 7., 14. ve 21. günlerinde numuneler alınıp analizler gerçekleştirilmiş ve Çizelge 4.4.'deki sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 4.4. UTT'nin Kjeldahl metodu ile kuru madde üzerinden (%) protein analiz sonuçları

	Günler				
Tarhana Türü	**0. gün**	**7. gün**	**14. gün**	**21. gün**	**Genel ortalama (tür)**
Mayasız tarhana	$10.67^{aB}\pm0.46$	$11.26^{aB}\pm0.24$	$11.31^{aB}\pm0.69$	$11.56^{aB}\pm0.61$	$11.20^{B}\pm0.58$
Maya ilaveli tarhana	$11.49^{bA}\pm0.51$	$13.91^{aA}\pm0.51$	$13.81^{aA}\pm0.50$	$13.78^{aA}\pm0.52$	$13.25^{A}\pm1.14$
Genel ortalama (gün)	$11.08^{b}\pm0.63$	$12.58^{a}\pm1.46$	$12.56^{a}\pm1.45$	$12.67^{a}\pm1.30$	12.22 ± 1.37

[1]Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2]Sütunda farklı büyük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)

Tarhanada protein miktarının fermantasyon boyunca arttığı görülmüştür. Yapılan analizler sonucunda maya ilaveli tarhananın protein değerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Maya ilavesi ile hazırlanan tarhanada fermantasyonun ilk haftası protein miktarı anlamlı derecede artmış, mayasız hazırlanan tarhanada anlamlı bir artış görülememiştir. Her iki tarhana hamurunda da fermantasyonun kalan zamanında protein değerinde anlamlı bir fark görülmemiştir. TSE'ye göre tarhananın protein miktarının en az %12 olması gerektiği ifade edilmiştir. Yapılan protein analizi neticesinde bu limiti maya ilavesi ile hazırlanan tarhana hamuru sağlamaktadır. Yapılan analizler sonucunda maya ilaveli tarhananın protein değerinin daha fazla olduğu, literatürle benzerlik gösterdiği görülmüştür. Kjeldahl protein analiz metodu ile elde edilen sonuçlara göre maya ilavesin tarhanadaki protein miktarının artırılabileceği görülmektedir. Bu durum neticesinde ticari olarak satılması durumunda maya ilavesinin besin değerini arttırarak fiyatlandırmada önemli bir etkisinin olabileceği düşünülebilir.

Demirci vd. (2019) tarhanaya yoğurt yerine kefir ilavesi ile tarhanaya kimyasal ve mikrobiyolojik değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmaları neticesinde kontrol grubu tarhanada ilk gün protein miktarını %12.14, 7 gün süren fermantasyonu sonundaki değerini ise %13.94 olduğunu bulmuşlardır. Gurbuz vd. (2010) ekmek mayasının, fermantasyon süresinin ve muhafaza koşullarının tarhanadaki fizikokimyasal özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Kontrol grubu yoğurt ve maya katkılı hazırladıkları

3 gün fermantasyona tabi tuttukları tarhanalarda; maya katkılı tarhananın protein içeriğini %12.15, kontrol grubu tarhananın ise protein miktarını %11.34 olarak bulmuşlardır.

4.5. Amino Asit Analizi Sonuçları

4.5.1. Toplam amino asit sonuçları

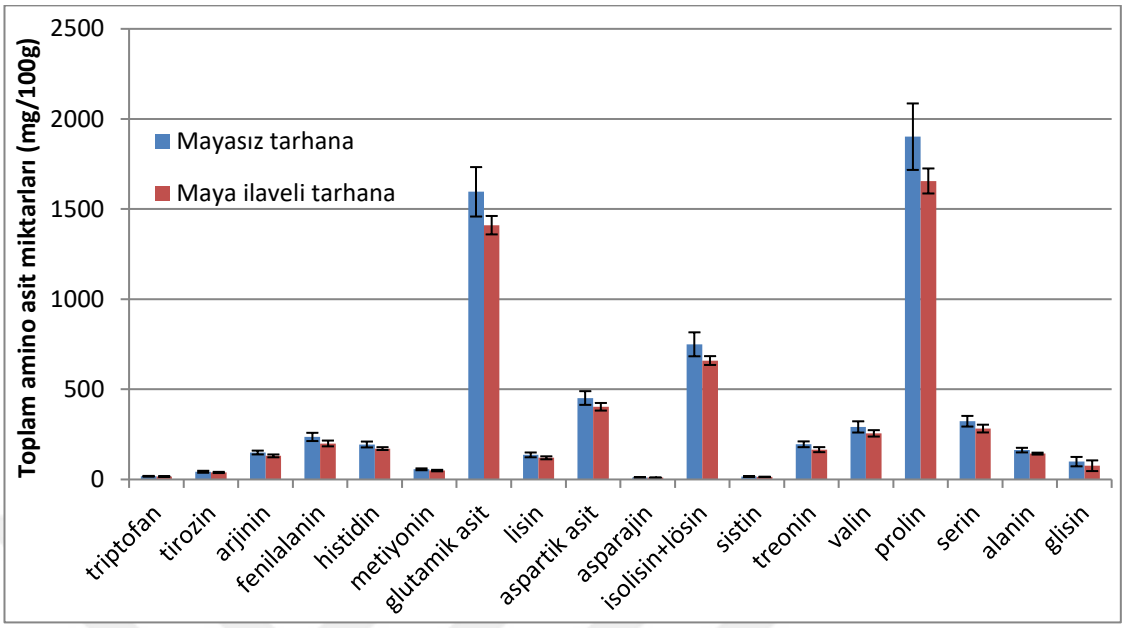
UTT'de gerçekleştirdiğimiz toplam amino asit analizi 3.2.2.5. numaralı başlık altında verilen metoda göre gerçekleştirildi. UTT hamurunda toplam amino asit sonuçları EK-2 ve EK-3'te verilmiştir.

Mayasız ve maya ilaveli tarhanalarda gerçekleştirdiğimiz amino asit analizleri için her iki tarhana hamurunda da fermantasyonunun 0., 7., 14. ve 21. numuneler alınmış ve analizleri yapılmıştır.

Yapmış olduğumuz analiz neticesinde Şekil 4.3.'de görüldüğü gibi toplam amino asit analizlerinde mayasız olarak hazırladığımız tarhana hamurunun amino asit değerlerinin maya ilavesi ile hazırladığımız tarhanaya göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. Mayasız hazırlanan tarhanada amino asit seviyelerinin genelinde bir azalma yaşanırken metiyonin, treonin ve triptofan amino asitlerinin seviyelerinin arttığı görülmüştür. Yapılan istatistiki değerlendirme neticesinde mayasız hazırlanan tarhana hamurunda sistin, lisin, fenilalanin, serin ve valinin miktarları üzerinde fermantasyon zamanının etkili olduğu görülmektedir. Maya ilavesi ile yaptığımız amino asit analizleri sonucunda ise fermantasyon sonunda asparajin, sistein, glutamik asit, glisin, lisin, prolin ve valin amino asitleri dışında amino asit seviyelerinin arttığını görülmektedir. Bu durumun tarhanaya ilave edilen mayanın etkisi olduğu düşünülmektedir.

UTT'de amino asitlerde glutamin miktarı tespit edilememiştir. Literatürde yapılan araştırmalara bakıldığında glutamin miktarının ölçülemediği görülmektedir (Pirkul 1988; Işık ve Yapar 2017 ve Anonim 2 2021). Tarhanadaki toplam amino asit değerleri incelendiğinde mayasız üretilen tarhanada amino asit değerlerinde genel olarak azalma görülmektedir. Maya ilaveli tarhanalarda amino asit değerlerindeki azalmanın daha az olduğu görülmektedir. Tarhanaya maya ilavesinin amino asit değerlerini arttırdığı görülmektedir. Toplam amino asit sonuçlarına bakıldığında maya ilaveli tarhanada izölösin+lösin, metiyonin, treonin, triptofan, fenilalanin gibi esansiyel amino asitlerin miktarlarında arttığı, mayasız hazırlanan tarhanada metiyonin, treonin ve triptofanın miktarlarının arttığı görülmektedir. İstatistiki analiz sonucunda maya ilaveli tarhanada fermantasyon zamanının sadece sistini etkilediği görülmektedir

Literatürde tarhanalar üzerine yapılan amino asit analizlerinde sonuçlarımız genel olarak literatürün altında çıkmıştır (Pirkul 1988; Işık ve Yapar 2017 ve Anonim 2 2021). Literatürde asparajin ile ilgili bir değere rastlanmamıştır. Tarhanadaki amino asit değerlerimizin literatürden düşük çıkmasının sebebinin kullanılan ham madde ve uzun fermantasyon süresinin olduğu düşünülmektedir.



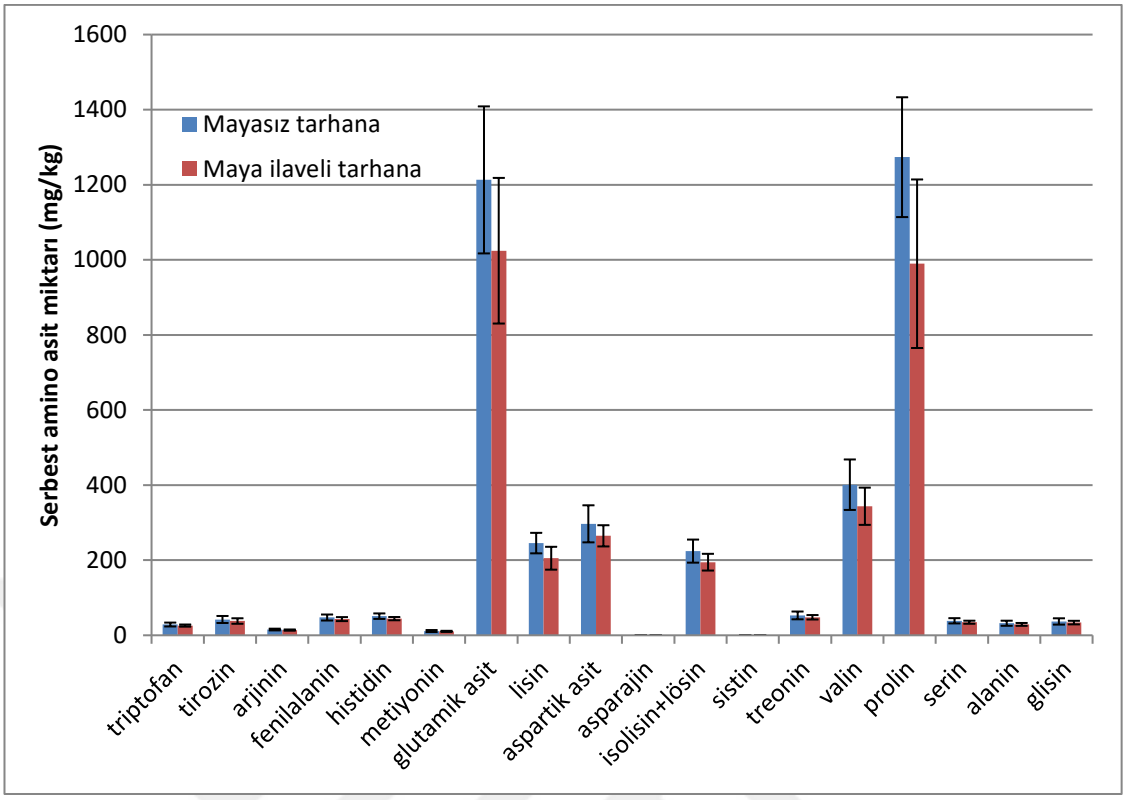
Şekil 4.3. UTT'nin toplam amino asit analiz grafiği

4.5.2. Serbest amino asit sonuçları

UTT'de gerçekleştirilen serbest amino asit analizi 3.2.2.5. numaralı başlık altında verilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. UTT'de serbest amino asit sonuçları EK-4 ve EK-5'de verilmiştir.

Serbest amino asit analizlerinde Şekil 4.4'de görüldüğü üzere mayasız hazırlanan tarhananın amino asit değerlerinin maya ilavesi ile hazırlanan tarhanaya göre daha fazla olduğu görülmektedir. Mayasız hazırlanan tarhanada glutamik asit, histidin, isölösin+lösin, lisin, prolin, tirozin ve valin dışındaki serbest aminoasit miktarlarının fermantasyon boyunca arttığı görülmektedir. Maya ilavesi ile hazırlanan tarhanada ise glutamik asit, histidin, isölösin+lösin lisin, prolin, tirozin ve valin serbest amino asitleri dışında fermantasyon boyunca miktarlarının arttığı belirlenmiştir.

Erbaş vd. (2005b) tarhanada fermantasyon ve depolamanın serbest amino asit üzerine etkisini incelemiştir. Bulduğu sonuçlar neticesinde fermantasyon süresince alanin, arjinin, metiyonin, fenilalanin, triptofan ve tirozin dışındaki serbest amino asit değerleri yaptığımız çalışmadan düşük çıkmıştır. Bu oluşan farklılığın tarhana hamurları hazırlanmasındaki bileşen farklılığından ve uzun fermantasyon süresinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.4. UTT'nin serbest amino asit analiz grafiği

4.5.3. Amino asit değerleri üzerinden gerçek protein miktarının ve protein dönüşüm faktörünün hesaplanması

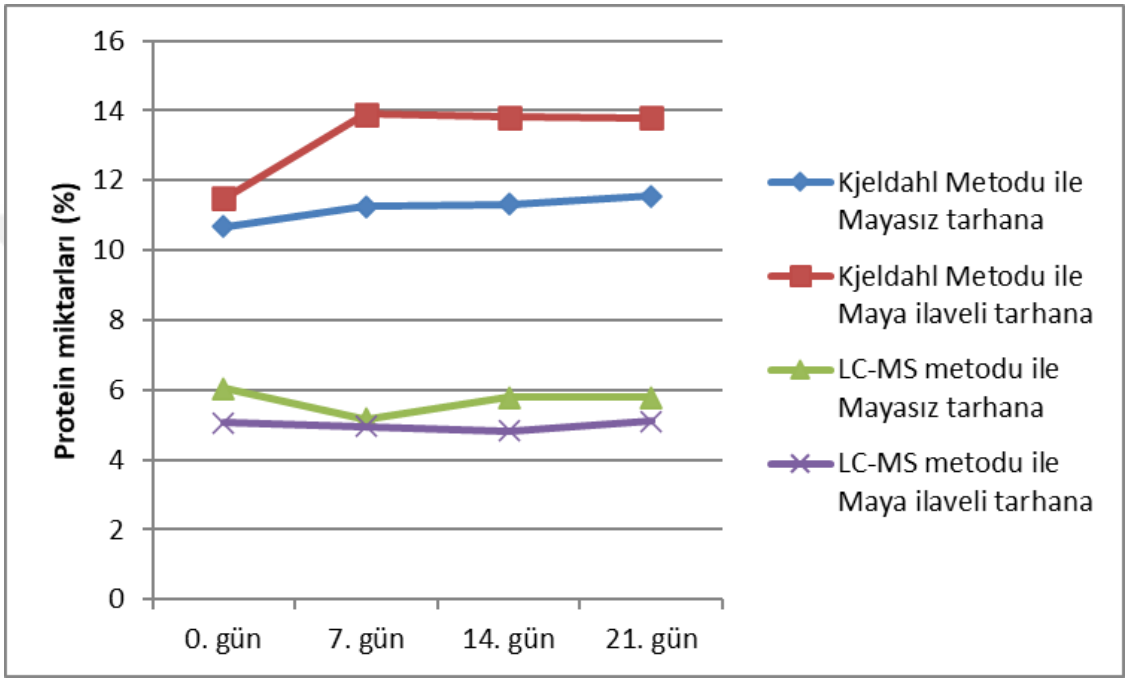
Tarhanada amino asit değerleri üzerinden hesaplanan protein değerleri Denklem 4.3 kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge 4.5'de verilmiştir. Amino asit verileri üzerinden hesaplanan (gerçek) protein değerleri Kjeldahl yöntemi ile hesaplanan (ham) protein değerinden daha düşük çıktığı görülmektedir.

Çizelge 4.5. UTT'de amino asit değerleri üzerinden kuru madde bazında (%) protein miktarları

	Günler				
Tarhana Türü	**0. gün**	**7. gün**	**14. gün**	**21. gün**	**Genel ortalama (tür)**
Mayasız tarhana	$6.03^{aA}\pm0.27$	$5.17^{bA}\pm0.32$	$5.78^{aA}\pm0.29$	$5.79^{aA}\pm0.54$	$5.69^{A}\pm0.47$
Maya ilaveli tarhana	$5.06^{aB}\pm0.17$	$4.96^{aB}\pm0.10$	$4.82^{aB}\pm0.10$	$5.10^{aB}\pm0.10$	$4.98^{B}\pm0.16$
Genel ortalama (gün)	$5.54^{a}\pm0.56$	$5.07^{b}\pm0.25$	$5.30^{ab}\pm0.55$	$5.45^{a}\pm0.52$	5.34 ± 0.50

[1]Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2]Sütunda farklı büyük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)

Kjeldahl metodu ile yapılan analizde protein değerlerinin her hafta arttığı görülürken, amino asit analizi değerleri ile hesaplanan protein miktarında mayasız hazırlanan tarhananın protein miktarının ilk hafta anlamlı derecede düştüğü kalan fermantasyon zamanında da arttığı görülmektedir. Fermantasyonun son gününde ise mayasız hazırlanan tarhananın protein miktarının fermantasyonun ilk günündeki değerinden düşük çıktığı görülmektedir. Maya ilavesi ile hazırlanan tarhanadaki protein miktarı fermantasyonun 14. gününe kadar düştüğü, istatistiki açıdan fermantasyon zamanının maya ilaveli tarhana üzerinde etkisinin olmadığı görülmektedir.



Şekil 4.5. Gerçek protein ve ham proteinin değerlerinin karşılaştırılması

Uzun süren fermantasyon zamanlarında UTT'de protein değişimleri incelenmiştir (Bkz. Şekil 4.5). Gerçek protein değeri hesaplanan tarhananın protein miktarı ile ham protein miktarı kıyaslandığında %56 daha düşük çıktığı görülmektedir. Mayasız tarhanada bu kıyaslama %44-54, maya ilaveli tarhanada ise %56-65 daha düşük çıktığı görülmektedir. Kjeldahl protein metodu ile hesaplanan ham protein değerinin gerçek protein değerini olduğundan fazla gösterdiği görülmektedir. Bunun gibi durumlarda proteinin değerinin fazla hesaplanması ile tüketicinin uyguladığı diyetlerde bir yanılmaya sebebiyet verebilir. Bu tarz yanılgılara düşülmemesi için amino asit analizleri temelli metotların kullanılmasında yarar vardır. Kromatografik yöntemlerin ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve karmaşık aşamalarından dolayı çoğu laboratuvara kurulması güçtür. Bu sebeple UTT için Kjeldahl protein metodu ile de bulunabilen protein dönüşüm faktörleri hesaplanmıştır.

Azottan proteine dönüşüm faktörü Denklem 3.4 kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda mayasız tarhana için DF değeri ortalama 3.18 olarak hesaplanmıştır. Maya ilaveli olarak yapılan tarhana hamurunda hesaplanan sonuca göre

ortalama 2.37 bulunmuştur. Bu değerler literatürde ve TSE standardında belirtilen 6.25'lik dönüşüm faktöründen sırasıyla %49 ve %62 altındadır.

Mæhre ve arkadaşları (2018) un, somon, dulse (yosun), karides ve morina gıdalarının protein içeriklerini değerlendirmişler. Yaptıkları çalışmada amino asit analizi, Bradford, Lowry ve Kjeldahl protein analiz yöntemlerini kıyaslamışlardır. Çalışmada neticesinde FAO'nun (FAO 2003) önerdiği amino asit metodunu referans yöntem olarak belirleyip Kjeldahl yöntemi ile kıyaslamışlardır. Azottan proteine bir dönüşüm faktörü kullanılarak hesaplanan ham protein değerinin gıdalardaki protein miktarını %40-71 daha fazla tahmin ettiğini ifade etmişlerdir.

Tez çalışması kapsamında üretilen farklı gıda matrisleri için aminoasit kalıntıları üzerinden tespit edilen değerlere karşılık gelecek ham protein miktarını sağlayacak dönüşüm faktörleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu hesaplamada Kjeldahl yönteminde de değeri etkilemesi beklendiği için toplam amino asit değerleri ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Amino asit profilleri üzerinden değerlendirme yapılırken gıdalarda bulunması beklenen toplam amonyak ve glutaminin miktarı deneysel olarak belirlenememiş olduğu için kromatografik yöntemle tespit edilen amino asit değerlerinden hesaplanan ve Kjeldahl ham protein ÇF hesaplamasında kullanılan değerin bir miktar eksik olduğu düşünülse de nihai olarak ham protein hesabında kullanımının 6.25 değerine göre daha gerçekçi sonuçlar verebileceği değerlendirilmelidir. Kjeldahl metodunda kullanılan 6.25 olan dönüşüm faktörünün türe özgü dönüşüm faktörünün üzerinde olduğu dolayısıyla bu dönüşüm faktörü ile hesaplanan protein miktarlarının gerçek protein değerlerinden daha fazla çıkmasına sebep olabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.6. UTT'de türe özgü ampirik protein dönüşüm faktörleri

	Günler				
Tarhana Türü	**0. gün**	**7. gün**	**14. gün**	**21. gün**	**Genel ortalama (tür)**
Mayasız tarhana	3.53^{aA}±0.17	2.87^{cA}±0.12	3.20^{bA}±0.10	3.13^{bA}±0.13	3.18^{A}±0.27
Maya ilaveli tarhana	2.75^{aB}±0.11	2.23^{bB}±0.12	2.18^{bB}±0.13	2.32^{bB}±0.12	2.37^{B}±0.25
Genel ortalama (gün)	3.14^{a}±0.44	2.55^{c}±0.35	2.69^{b}±0.55	2.72^{b}±0.45	2.78±0.49

[1]Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2]Sütunda farklı büyük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)

Mossé (1990) azottan proteine dönüşüm faktörü belirlemede iki ana yöntem kullanarak hesaplamayı önermiştir. Bu yöntemlerden biri olan k_A olarak adlandırılan bir azot protein dönüşüm faktörüdür. Bu faktör asit hidrolizinden sonra amino asit kalıntılarının, toplam azot içeriğine oranı ile hesaplanır. $k_A$ve k_p'nin ortalaması ile k dönüşüm faktörü belirlenir. Ancak k_A saflaştırılmış proteinler için tercih edilmelidir (Mossé 1990; Mariotti vd. 2008; Biancarosa vd. 2017). Bu çalışmada k_p dönüşüm faktörünün kullanılması amacımıza uygun olduğu görülmektedir.

5. SONUÇLAR

Tarhana, bulunduğu coğrafyalara göre farklılıklar gösteren fermente bir gıda maddesidir. Bulunduğu yöreye göre hammaddesinde kullanılan malzemeler ile birlikte tarhananın fermantasyona bırakılma sürelerinin değiştiği bilinmektedir. Çalışmamızda TSE'den coğrafi işaret almış, fermantasyonu 21 gün süren UTT üzerine araştırmalar gerçekleştirilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile uzun fermantasyon süresinin tarhanadaki protein ve amino asit değerlerine etkisi incelenmiştir. Bunun yanı sıra tarhanada pH, kuru madde ve titrasyon asitliği değerleri ölçülmüş, fermantasyon süresince değişimleri incelenmiştir.

Araştırma neticesinde bulunan veriler değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar çıkartılmıştır

- Kjeldahl protein analiz metodu ile ölçülen protein değerleri fermantasyon süresi boyunca artma eğilimindedir.
- LC-MS ile gerçekleştirilen amino asit analizi sonucu elde edilen veriler değerlendirildiğinde genel olarak esansiyel amino asitler toplam amino asitlerin %24'lük bir bölümünü oluşturduğu görülmektedir.
- Her iki protein analiz metodunda da maya ilavesinin istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir.
- Tarhana örneklerinin tamamı üzerinden değerlendirildiğinde ham protein değerlerinin gerçek protein değerinden yaklaşık %56 fazla değere tekabül ettiği ve bu nedenle Kjeldahl yöntemiyle yapılan analizlerin 6.25 faktörü kullanılarak hesaplanan protein değerinde yüksek tahmine yol açabileceği tespit edilmiştir.
- Tarhana hamur örneklerinde tespit edilen pH değerlerinde ilk hafta istatistiki açıdan anlamlı bir azalma görülmüştür.
- Titrasyon asitliği değerleri literatürdeki çalışmalara göre yüksek çıkmıştır. Bunun uzun fermantasyon süresi ve kullanılan hammaddelerden kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Kuru madde miktarları fermantasyonun ilk haftasında düşmüş, fermantasyonun kalan zamanında da artma eğilimindedir.
- Toplam amino asit miktarlarında mayasız hazırlanan tarhana hamurunda ilk hafta tüm amino asit değerlerinin düştüğü, maya ilaveli hazırlanan tarhanada içinde valin, serin, fenilalanin, lisin, glisin ve sistin amino asitlerin seviyelerinde yükselmeler görülmüştür.

Sonuç olarak protein miktarlarının hesaplanmasında tüm Dünya'da kabul görmüş ve sıklıkla kullanılan Kjeldahl protein analiz metodunun gıdalardaki protein değerini olduğundan daha fazla gösterdiği görülmüştür. Amino asit analizlerine dayanan protein analiz metotlarının geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması neticesinde daha güvenilir protein değerlerine ulaşılacağı düşünülmektedir. Bu yapılan çalışmanın ileride uzun fermantasyon işleminin protein miktarı üzerine etkisinin araştırılacağı çalışmalara ışık tutması beklenmektedir.

6. KAYNAKLAR

AACC. 1990. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist, 8.th Ed. St Paul, MN

Akan, S. and Özdestan-Ocak, Ö. 2021. *Influence of grape seed extract on suppression of biogenic amine accumulation, chemical and color traits of wet tarhana during fermentation*. *Food Bioscience*, *42*(April). https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101065

Altun, İ. 2015. *Kahramanmaraş-Elbistan'da Geleneksel Olarak Yapılan Tarhana ve Tarhana Çorbası*. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 45–49.

Anonim 1: https://ci.turkpatent.gov.tr/ [09/08/2021]

Anonim 2: http://www.turkomp.gov.tr/food-514 [10.08.2021]

Aydinç, Ş. 2014. *Geleneksel Gıdalar ve Coğrafi İşaretlemenin Önemi*. *4.Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, ss 1087-1090 17-19 Nisan 2014, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Biancarosa, I., Espe, M., Bruckner, C. G., Heesch, S., Liland, N., Waagbø, R., Torstensen, B. and Lock, E. J. 2017. *Amino acid composition, protein content, and nitrogen-to-protein conversion factors of 21 seaweed species from Norwegian waters. Journal of Applied Phycology*, 29(2), 1001–1009. https://doi.org/10.1007/s10811-016-0984-3

Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, E. N., Selman Türker, Ertaş, N. and Ibanoğlu, Ş. 2006. *Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product. Journal of Food Engineering*, 77(3), 680–686. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.07.030

Bilişli, A. 2019. Gıda Kimyası. Sidaş Yayınları, İzmir, 355 s.

Blandino, A., Al-Aseeri, M. E., Pandiella, S. S., Cantero, D. and Webb, C. 2003. *Cereal-based fermented foods and beverages*. *Food Research International*, 36(6), 527–543. https://doi.org/10.1016/S0963-9969(03)00009-7

Boisen, S., Bech-Andersen, S., and Eggum, B. O. 1987. *A Critical View on the Conversion Factor 6.25 from Total Nitrogen to Protein*. Acta Agriculturae Scandinavica, 37(3), 299–304. https://doi.org/10.1080/00015128709436560

Caplice, E. and Fitzgerald, G. F. 1999. *Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. International Journal of Food Microbiology*, 50(1–2), 131–149. https://doi.org/10.1016/S0168-1605(99)00082-3

Chang, S.K.C. and Zhang, Y. 2017. Protein Analysis. İn: Nielsen, S. S. (Ed.),*Food Analysis (5. Baskı)*, USA: Springer, pp. 315-331.

Chan, P. T. and Matanjun, P. 2017. *Chemical composition and physicochemical properties of tropical red seaweed, Gracilaria changii*. *Food Chemistry*, 221: 302–310.

Conklin-Brittain, N. L., Dierenfeld, E. S., Wrangham, R. W., Norconk, M. and Silver, S. C. 1999. *Chemical protein analysis: A comparison of Kjeldahl crude protein and total ninhydrin protein from wild, tropical vegetation*. *Journal of Chemical Ecology*, 25(12), 2601–2622. https://doi.org/10.1023/A:1020835120701

Coşkun, F. 2002. *Trakya'nın değişik yörelerinde üretilen ev tarhanalarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine bir araştırma. Gıda Mühendisliği Dergisi*, 6(12): 48-52

Coşkun, F. 2014. *Tarhananın Tarihi ve Türkiye'de Tarhana Çeşitleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergi*si, 9 (3), 69-79.

Çakıroğlu, F. P. 2007. Geleneksel tarhananın modern yolculuğu. *ICANAS 38.Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*. Ankara.

Daglioğlu, O. 2000. *Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food. Its recipe, production and composition. Nahrung - Food*, 44(2), 85–88. https://doi.org/10.1002/(sici)1521-3803(20000301)44:2<85::aid-food85>3.0.co;2-h

Damodaran, S. 1996. Amino Acids, Peptides, and Proteins. Food Chemistry (3. Baskı), New York, 322-425 pp.

Demir, M. K. 2018. *Geleneksel Tarhana Üretiminde Tam Buğday Unu Kullanımı. Akademik Gıda*, 16(2), 148–155. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.449606

Demirci, A. S., Palabiyik, I., Ozalp, S., ve Tirpanci Sivri, G. 2019. *Effect of using kefir in the formulation of traditional tarhana*. *Food Science and Technology*, *39*(2), 358–364. https://doi.org/10.1590/fst.29817

Erbaş, M., Certel, M. ve Uslu, M. K. 2004. *Yaş ve kuru tarhananın şeker içeriğine fermantasyon ve depolamanın etkisi. Gıda*, 29(4). https://dergipark.org.tr/tr/pub/gida/93113

Erbaş, M., Certel, M. and Kemal Uslu, M. 2005a. *Microbiological and chemical properties of Tarhana during fermentation and storage as wet - Sensorial properties of Tarhana soup. LWT-Food Science and Technology*, 38(4), 409–416. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.06.009

Erbas, M., Ertugay, M. F., Erbas, M. O., ve Certel, M. 2005b. *The effect of fermentation and storage on free amino acids of tarhana*. *International journal of food sciences and nutrition*, *56*(5), 349–358. https://doi.org/10.1080/09637480500194937

Erbaş, M., Kemal Uslu, M., Ozgun Erbaş, M. and Certel, M. 2006. *Effects of fermentation and storage on the organic and fatty acid contents of tarhana, a Turkish fermented cereal food. Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4), 294–301. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2004.12.002

Esteve, C., Marina, M. L. and Garcia, M. C. 2012. HPLC of Food Proteins. Nollet, L.M.L.ve Toldra, F. (Ed.*)* Food Analysis by HPLC *(3. Baskı).* CRC Press, USA 97-130 pp.

FAO. 2003. Food energy - methods of anlysis and conversion factors. FAO Food and Nutrition, Rome, paper 77, 7-17 pp.

Güler, M.B. 1993. Çukurova Bölgesi tarhanalarının üretim yöntemleri, özellikleri ve tarhana üretiminde soya ununun yararlanma olanakları üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 79 s.

Gurbuz, O., Gocmen, D., Ozmen, N. and Dagdelen, F. 2010. *Effects of yeast, fermentation time, and preservation methods on Tarhana. Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 40(4), 263–275. https://doi.org/10.1080/10826068.2010.488987

Hayes, M. 2018. Food proteins and bioactive peptides: *New and novel sources, characterisation strategies and applications. Foods*, 7(3), 11–13. https://doi.org/10.3390/foods7030038

Hayes, M. 2020. *Measuring protein content in food: an overview of methods*. *Foods*, 9(10). https://doi.org/10.3390/foods9101340

ICC. 1976. Determination of the moisture content of cereals and cereal products, ICC Standard Methods 109/1.

İçen, S., Karakaş-Budak, B. and Certel, M. 2021. *Effect of sourdough starter and fungal proteases on gluten content and sensory properties of tarhana*. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(5), 2557–2564. https://doi.org/10.1111/ijfs.14895

Ingelfinger, J. R. 2008. *Melamine and the Global Implications of Food Contamination*. *The New England Journal of Medicine*, 11(358), 1089–1092.

Islam S, Haque M. and Hossain S. 2015. *Estimatıon of moisture and crude protein content of locally available raw materials for poultry feed. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*; 6(5): 1900-1906.

Isik, F. and Yapar, A. 2017. *Effect of tomato seed supplementation on chemical and nutritional properties of tarhana*. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(2), 667–674. https://doi.org/10.1007/s11694-016-9436-7

Kabak, B. and 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. https://doi.org/10.1080/10408390903569640

Kambhampati, S., Li, J., Evans, B. S. and Allen, D. K. 2019. *Accurate and efficient amino acid analysis for protein quantification using hydrophilic interaction chromatography coupled tandem mass spectrometry. Plant Methods*, 15(1), 1–12. https://doi.org/10.1186/s13007-019-0430-z

Karaca, O. B. 2016. *Geleneksel Peynirlerimizin Gastronomi Turizmindeki Önemi (The Importance of Our Traditional Cheeses in Gastronomy Tourism). Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4(2), 17–17. https://doi.org/10.21325/jotags.2016.12

Katoch, R. 2011. Analytical Techniques in Biochemistry and Molecular Biology (1. Baskı). Springer Science & Business Media: İndia, 441p.

Kivrak, I., Kivrak, Ş., ve Harmandar, M. 2014. *Free amino acid profiling in the giant puffball mushroom (Calvatia gigantea) using UPLC-MS/MS. Food Chemistry*, *158*, 88–92. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.108

Koçtürk Merdol, T. O. 1968."Dietary Supplementation of Tarhana with Soya Bean Flour and Fish Protein Concentrate, Master's Thesis, University of Tennessee, Knoxville, 53 s.

Kruger N. J. 2002. The Bradford Method for Protein Quantitation. In: Walker J.M. (Ed) *The Protein Protocols Handbook*. Springer Protocols Handbooks. Humana Press, pp. 11-21. https://doi.org/10.1385/1-59259-169-8:15

Küster-Boluda, I. and Vidal-Capilla, I. 2017. *Spanish Journal of Marketing- Esic*. *Spanish Journal of Marketing- ESIC*, 21, 65–79. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1016/j.sjme.2017.05.002

Lee, Y. and Hwang K.T. 2017. *Changes in physicochemical properties of mulberry fruits (Morus alba L.) during ripening*. *Scientia Horticulturae*, 217: 189-196.

Mæhre, H. K., Dalheim, L., Edvinsen, G. K., Elvevoll, E. O. and Jensen, I. J. 2018. *Protein determination—method matters. Foods*, 7(1). https://doi.org/10.3390/foods7010005

Mæhre, H. K., Hamre, K., and Elvevoll, E. O. 2013. *Nutrient evaluation of rotifers and zooplankton: Feed for marine fish larvae. Aquaculture Nutrition*, 19(3), 301–311. https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2012.00960.x

Mariotti, F., Tomé, D. and Mirand, P. P. 2008. *Converting nitrogen into protein- Beyond 6.25 and Jones'factors*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(2), 177–184. https://doi.org/10.1080/10408390701279749

Mossé, J. 1990. *Nitrogen to Protein Conversion Factor for Ten Cereals and Six Legumes or Oilseeds. A Reappraisal of Its Definition and Determination. Variation According to Species and to Seed Protein Content. Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(1), 18–24. https://doi.org/10.1021/jf00091a004

Özdemir N., Alkan, L. B. ve Çon A. H. 2012. *Taze ve Depolanmış Kastamonu Yaş Tarhanasının Mikrobiyolojik Kalitesi. Alınteri Zirai Bilimler Dergisi*, 23(2), 35–40.

Özçelik, A. Ö. ve Özdoğan, Y. 2007. *Tarhananın Türk Beslenme Kültürün Yeri ve Önemi. 38. Icanas Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi*, 3: 1025-1040

Özdemir, N., Yazıcı, G., Şimşek, Ö., Özkal, S. G. and Çon, A. H. 2018. *The effect of lactic acid bacteria and yeast usage on aroma development during tarhana fermentation. Food Bioscience*, 26, 30–37. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.09.004

Özdemir, S., Göçmen, D. and Yildirim Kumral, A. 2007. *A traditional turkish fermented cereal food: tarhana. Food Reviews International*, 23(2), 107–121. https://doi.org/10.1080/87559120701224923

Özel, S. 2012. Tarhana hamuru fermantasyonunun mikrobiyal taksonomik yapısı ve populasyon dinamiğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 138 s.

Özer, E.A. 2009. *Geleneksel Gıdalar ve Coğrafi işaretleme. 2. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, ss 916-919, 27-29 Mayıs 2009, Yüzüncüyıl Üniversitesi, Van.

Pirkul, T. 1988. *Çocuk ve risk altındaki kişilerin protein gereksinimine göre ticari tarhanaların formülasyonu. Beslenme ve Diyet Dergisi*, 17: 275–283.

Ray, B. and Bhunia, A. 2016. Temel gıda mikrobiyolojisi (5. Baskı). (D. Heperkan, Çev.). Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık, Ankara, 608 s.

Saldamlı, İ. 2007. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara, 587s

Salo-Väänänen, P. P., and Koivistoinen, P. E. 1996. *Determination of protein in foods: Comparison of net protein and crude protein (N x 6.25) values. Food Chemistry*, 57(1), 27–31. https://doi.org/10.1016/0308-8146(96)00157-4

Settanni, L., Tanguler, H., Moschetti, G., Reale, S., Gargano, V. and Erten, H. 2011. *Evolution of fermenting microbiota in tarhana produced under controlled technological conditions. Food Microbiology*, 28(7), 1367–1373. https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.06.008

Siyamoğlu, B. 1961. *Türk Tarhanalarının Yapılışı ve Terkibi Üzerine Araştırma*. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 44, İzmir, 77 s.

Smith, J. S. and Thakur, R. A. 2017. Mass Spectrometry. İn: Nielsen, S. S. (Ed.),Food Analysis (5. Baskı). Springer, USA pp 165-181.

Sosulski, F. W., and Imafidon, G. I. 1990. *Amino Acid Composition and Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Animal and Plant Foods. Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 38(6), 1351–1356. https://doi.org/10.1021/jf00096a011

Steinkraus, K. H. 2002. *Fermentations in world food processing. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety,* 1(1). 23– 32

Şengün, I. Y., Nielsen, D. S., Karapınar, M. and Jakobsen, M. 2009. *Identification of lactic acid bacteria isolated from Tarhana, a traditional Turkish fermented food*. *International Journal of Food Microbiology*, 135(2), 105–111. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.07.033

Şimşek, Ö. ve Zehir, D. 2018. *Bebek Beslenmesi İçin Zenginleştirilmiş Formülasyonla Hazırlanan Uşak Tarhanası Hamurunun Fermantasyonunda Mikrobiyolojik ve Kimyasal Değişimler. Akademik Gıda*, 16(4), 403–410. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.505511

Tangüler H ve Erten H 2009. *Hububat bazlı geleneksel Türk fermente ürünü. Tarhana. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*. 27-29 Mayıs, Van, 655.

Temiz, A. ve Pirkul, T. 1991. *Farklı bileşimlerde üretilen tarhanaların kimyasal ve duyusal özellikleri. Gıda*, 16 (1): 7-13.

Topçuoğlu, E. ve Yilmaz-Ersan, L. 2020. *Fonksiyonel Beslenmede Bademin Önemi*. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg*. 34(2), 427–442.

TPE. 2010. Maraş Tarhanası. Türk Patent Enstitüsü, 1–5. Retrieved from https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38032

TPE. 2017. Uşak Tarhanası. Türk Patent Enstitüsü, 1–5. Retrieved from https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38156

TPE. 2019. Muğla Göce Tarhanası. Türk Patent Enstitüsü, 1–3. Retrieved from https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38190

TPE. 2021a. Bolu Kızılcık Tarhanası. Türk Patent Enstitüsü, 1–3. Retrieved from https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38309

TPE. 2021b. Kütahya Kızılcık Tarhanası. Türk Patent Enstitüsü, 1–4. Retrieved from https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/1822

Türkmen, N., ve Gürsoy, A. 2017. *Fonksiyonel Dondurma. Akademik Gıda*, 15(4), 386–395. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.370110

TSE 2004. TS 2282 Tarhana Standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

Ustunol, Z. 2014. Introduction to Food Proteins. Ustunol, Z (Ed), Applied Food Protein Chemistry. John Wiley & Sons, pp 3-4

Wu, G. 2009. *Amino acids: Metabolism, functions, and nutrition*. *Amino Acids*, 37(1), 1–17. https://doi.org/10.1007/s00726-009-0269-0

Waterborg J.H. 2002 The Lowry Method for Protein Quantitation. In: Walker J.M. (Ed) The Protein Protocols Handbook. Springer Protocols Handbooks. Humana Press, pp. 7-9. https://doi.org/10.1385/1-59259-169-8:7

Yetim, H. ve Tekiner H., İ. 2020. *Alternatif Protein Kaynaklarından Yapay Et Üretimi Kavramına Eleştirel Bir Bakış. Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 85–100.

Yönel, D., Karagöz, Ş. ve Güllü, M. 2018. *Tarhana üretimi ve çeşitleri*. *Internatıonal West Asıa Congress of Tourısm Research*,193-204 s.

Yörükoğlu, T. ve Dayisoylu, K. S. 2016. *Yöresel Maraş Tarhanasının Fonksiyonel ve Kimyasal Bazı Özellikleri. Journal of the Faculty of Agriculture*, 47(1), 53–63. https://doi.org/10.17097/zfd.35352

Yücecan, S. Kayakırılmaz, K. Başoğul, S. Tayfur, M. 1988. *Tarhanaların Besin Değeri Üzerine Bir Araştırma, Türk Hij. Den. Biyol. Derg*. 45,47 -51.

EKLER

EK-1. Amino asitlerin listesi

Amino asit	**Kısaltması**		**Kimyasal formülü**	**Molekül ağırlığı** (Dalton)
Alanin	A	Ala	C_3H_5NO	89.1
Arjinin	R	Arg	$C_6H_{12}N_4O$	174.2
Aspartik asit	D	Asp	$C_4H_5NO_3$	132.1
Fenilalanin[1]	F	Phe	C_9H_9NO	165.2
Glisin	G	Gly	C_2H_3NO	75.1
Glutamik asit	E	Glu	$C_5H_7NO_3$	147.1
Glutamin	Q	Gln	$C_5H_8N_2O_2$	146.1
Histidin[1]	H	His	$C_6H_7N_3O$	155.2
İzolösin[1]	I	İle	$C_6H_{11}NO$	131.2
Lisin[1]	K	Lys	$C_6H_{12}N_2O$	146.2
Lösin[1]	L	Leu	$C_6H_{11}NO$	131.2
Metiyonin[1]	M	Met	C_5H_9NOS	149.2
Prolin	P	Pro	C_5H_7NO	115.1
Serin	S	Ser	$C_3H_5NO_2$	105.1
Sistein	C	Cys	C_3H_5NOS	121.2
Tirozin	Y	Tyr	$C_9H_9NO_2$	181.2
Treonin[1]	T	Thr	$C_4H_7NO_2$	119.1
Triptofan[1]	W	Trp	$C_{11}H_{10}N_2O$	204.2
Valin[1]	V	Val	C_5H_9NO	117.1

[1] Esansiyel (elzem) amino asit

EK-2. Mayasız (*S. cerevisiae*) tarhananın toplam amino asit miktarları

Amino asit (mg/100g)	**Fermantasyon Süresi**			
	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Alanin	171.08±8.27	149.53±7.73	166.15±9.91	164.40±15.39
Arjinin	156.83±7.88	138.08±5.80	153.20±10.66	149.75±9.42
Asparajin	12.28±0.61	10.23±1.06	11.25±1.05	11.08±1.45
Aspartik asit	468.33±36.68	414.98±22.10	466.88±30.97	457.38±44.12
Fenilalanin[2]	261.60[a]±12.87	219.10[b]±22.32	230.88[b]±17.93	232.25[ab]±17.34
Glisin	120.73±5.84	100.20±10.43	88.53±36.29	86.10± 30.53
Glutamik asit	1660.83±71.31	1424.85±70.44	1646.15±77.72	1651.95±160.38
Histidin[2]	200.05±8.17	175.90±6.95	200.78±13.25	199.23±21.26
İzolösin[2] + Lösin[2]	784.15±41.78	681.25±45.11	763.30±53.36	770.68±82.41
Lisin[2]	152.53[a]±8.06	128.43[b]±10.86	132.65[a]±12.93	131.85[a]±7.92
Metiyonin[2]	56.15±2.33	51.30±3.25	58.58±5.58	59.10±5.95
Prolin	2023.28±137.09	1713.30±165.09	1929.38±54.28	1941.13±225.93
Serin	358.73[a]±19.39	305.25[b]±21.33	312.40[b]±31.66	315.73[ab]±13.59
Sistein	18.43[a]±1.15	15.33[b]±1.70	16.03[ab]±1.77	15.95[ab]±1.07
Tirozin	44.95±2.40	37.78±4.05	43.38±2.69	44.55±8.85
Treonin[2]	195.58±10.81	179.43±8.02	203.10±22.03	202.55±11.80
Triptofan[2]	17.88±0.90	15.43±1.13	18.20±1.12	18.70±3.44
Valin[2]	318.03[a]±19.00	261.80[b]±28.90	292.60[ab]±14.42	293.48[ab]±36.39
Toplam	7021.35[a]±318.35	6022.20[b]±379.42	6733.40[a]±338.78	6745.75[a]±631.36

[1] Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2] Esansiyel amino asit

EK-3. Maya (*S. cerevisiae*) ilaveli tarhananın toplam amino asit miktarları

Toplam amino asit (mg/100g)	**Fermantasyon Süresi**			
	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Alanin	144.43±1.71	138.20±3.54	142.35±5.66	148.50±4.63
Arjinin	130.43±4.87	127.70±3.44	128.90±13.91	136.00±5.47
Asparajin	10.05±0.78	9.93±0.15	9.90±1.15	9.95±1.00
Aspartik asit	401.03±12.59	389.88±11.96	406.03±36.49	416.08±11.16
Fenilalanin[2]	204.55[a]±19.62	208.90[a]±8.03	179.20[a]±3.32	206.23[a]±7.98
Glisin	80.85±33.38	99.48±4.07	47.63±25.07	76.68±28.59
Glutamik asit	1437.28±53.71	1376.70±25.07	1395.33±52.47	1433.88±57.41
Histidin[2]	171.68±4.86	161.98±7.17	174.98±5.72	176.43±5.75
İzolösin[2]+Lösin[2]	663.65±10.09	646.93±15.20	646.33±28.77	682.28±25.99
Lisin[2]	120.58[a]±10.99	125.18[a]±3.08	114.95[a]±9.17	119.75[a]±6.97
Metiyonin[2]	49.50±2.06	46.10±1.89	47.98±4.90	53.70±3.57
Prolin	1694.60±55.25	1664.35±41.02	1585.85±45.76	1679.35±88.85
Serin	282.83[a]±25.99	294.75[a]±8.54	263.93[a]±6.51	287.80[a]±28.82
Sistein	14.50[a]±1.60	15.23[b]±0.37	12.30[ab]±0.88	14.03[ab]±0.17
Tirozin	39.65±1.84	37.70±1.79	38.20±4.41	39.93±4.87
Treonin[2]	165.55±3.21	159.20±4.18	153.78±13.59	182.85±11.24
Triptofan[2]	16.13±1.13	14.88±0.87	17.93±2.22	16.48±1.53
Valin[2]	259.80[a]±17.16	267.60[a]±11.39	237.45[a]±14.18	258.20[a]±16.66
Toplam	5887.10[a]±197.90	5784.65[a]±119.10	5602.98[a]±119.09	5938.18[a]±113.32

[1] Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2] Esansiyel amino asit

EK-4. Maya (*S. cerevisiae*) ilavesiz tarhanada tespit edilen serbest amino asit miktarları

Serbest amino asit (mg/kg)	**Fermantasyon Süresi**			
	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Alanin	28.43±6.21	31.45±6.19	34.60±7.54	33.88±8.14
Arjinin	15.55±3.38	13.90±0.24	17.03±1.96	14.85±2.14
Asparajin	TE	TE	TE	TE
Aspartik asit	274.58±59.86	289.15±36.35	313.38±50.27	310.53±58.19
Fenilalanin[2]	48.08±12.35	43.23±1.52	51.90±7.46	46.28±7.61
Glisin	31.78±7.75	36.88±7.16	39.33±10.00	39.63±9.45
Glutamik asit	1333.73±337.33	1095.78±38.56	1244.98±58.25	1177.25±179.49
Histidin[2]	49.03±11.76	49.40±3.42	52.68±6.14	53.00±7.74
İzolösin[2]+Lösin[2]	222.15±49.76	213.13±14.73	232.70±19.28	228.83±36.93
Lisin[2]	250.03±50.18	233.28±7.16	249.63±7.02	249.33±28.98
Metiyonin[2]	9.93±2.23	11.10±2.26	12.40±3.14	11.88±3.34
Prolin	1345.78±249.23	1211.35±35.42	1246.03±164.78	1290.68±152.50
Serin	36.35±8.25	37.38±5.99	40.98±6.96	39.88±8.59
Sistein	TE	TE	TE	TE
Tirozin	47.93±12.03	35.68±6.39	46.83±2.59	38.05±9.47
Treonin[2]	46.90±10.26	52.55±8.93	56.58±11.47	55.78±12.12
Triptofan[2]	25.98±5.90	28.28±4.13	30.20±5.58	30.20±5.81
Valin[2]	408.05±109.71	381.50±18.31	411.23±46.27	403.75±85.79
Toplam	4174.28±930.04	3764.00±99.78	4080.35±72.77	4023.73±569.38

[1] Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2] Esansiyel amino asit
TE: Tespit edilemedi

EK-5. Maya (*S. cerevisiae*) ilaveli tarhananın serbest amino asit miktarları

Serbest amino asit	**Fermantasyon Süresi**			
(mg/kg)	0. gün	7. gün	14. gün	21. gün
Alanin	26.80±3.85	31.40±5.73	28.30±1.09	29.53±2.84
Arjinin	13.30±2.33	14.65±1.39	14.25±1.65	13.48±1.09
Asparajin	TE	TE	TE	TE
Aspartik asit	252.60±29.29	281.13±40.20	263.58±18.16	262.45±25.05
Fenilalanin[2]	40.50±7.52	45.23±5.46	44.85±4.89	42.05±3.49
Glisin	30.50±4.04	36.68±7.54	32.93±1.26	35.25±2.86
Glutamik asit	1089.33±245.89	1029.75±46.22	1092.23±286.38	885.90±77.98
Histidin[2]	44.13±4.83	46.18±4.52	45.05±5.25	41.98±3.15
İzolösin[2]+Lösin[2]	194.08±29.89	202.08±13.95	200.48±29.14	182.28±14.69
Lisin[2]	218.95±31.89	206.45±5.45	214.68±46.98	180.95±15.24
Metiyonin[2]	9.20±1.35	11.53±2.25	10.30±0.29	10.83±0.85
Prolin	1159.98±198.40	967.73±115.14	1040.85±315.68	790.10±61.53
Serin	32.78±4.99	37.13±5.07	35.13±2.67	34.25±3.34
Sistin	TE	TE	TE	TE
Tirozin	37.38±11.68	38.95±1.92	41.30±9.34	34.45±2.84
Treonin[2]	44.25±5.59	51.83±9.03	47.63±1.88	48.33±4.40
Triptofan[2]	24.10±2.94	27.83±3.96	25.85±1.21	25.80±2.41
Valin[2]	344.15±66.76	348.13±36.62	363.40±66.21	319.20±27.94
Toplam	3561.98±619.73	3376.65±70.59	3500.78±776.79	2936.75±239.58

[1] Satırda farklı küçük harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir ($p<0.05$)
[2] Esansiyel amino asit
TE: Tespit edilemedi

ÖZGEÇMİŞ

Süleyman Anıl VAROL

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2022	Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya
Lisans 2011-2018	Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Gıda Mühendisi 2019-2020	Emir Hotels, Manavgat, Antalya
Öğretim Görevlisi (Sözleşmeli Personel) Ekim 2020- Ocak 2021 Eylül 2018- Ocak 2019	Akdeniz Üniversitesi Manavgat Meslek Yüksek Okulu, Manavgat, Antalya