

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**FARKLI ORANLARDA NAR ÇEKİRDEĞİ
EKSTRAKTI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ TARHANA
ÖRNEKLERİNİN DEPOLAMA BOYUNCA BAZI
KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

TUĞÇE EROL

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Özgül ÖZDESTAN OCAK

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 20.01.2016

Bornova – İZMİR

2016

Tuğçe EROL tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “**Farklı oranlarda nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş tarhana örneklerinin depolama boyunca bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi**” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve **20/01/2016** tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Özgül ÖZDESTAN OCAK

Raportör Üye : Prof. Dr. Semih ÖTLEŞ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Özlem ÇAĞINDI

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Farklı oranlarda nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş tarhana örneklerinin depolama boyunca bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi**” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

20/01/2016

Tuğçe EROL

ÖZET**FARKLI ORANLARDA NAR ÇEKİRDEĞİ EKSTRAKTI İLE
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ TARHANA ÖRNEKLERİNİN DEPOLAMA
BOYUNCA BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

EROL, Tuğçe

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Özgül ÖZDESTAN OCAK

Ocak 2016, 94 sayfa

Bu çalışmada farklı oranlarda (%0, %0,5, %1 ve %2) nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş tarhana örneklerinde 6 aylık depolama süresinde; biyogen amin içeriği, mineral madde miktarı, asitlik ve pH değerleri, serbest amino asit miktarı, kül miktarı, renk değerleri (CIE L*, a*, b*), toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri belirlenmiştir. Nar çekirdeği ekstraktının, tarhana örneklerinin kül değerinde, toplam fenolik madde içeriğinde ve antioksidan aktivite değerlerinde artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Putresin, kadaverin, spermin, spermidin, histamin ve tiramin olmak üzere toplam altı biyogen aminin analizi gerçekleştirilmiştir. Biyogen amin analizi için standart katma ve iç standart yöntemleri kullanılmış, geri kazanım değerleri belirlenmiştir. Geri kazanım değerleri; %87,0 ile %94,6 arasında bulunmuştur. Biyogen amin içeriğinin nar çekirdeği ekstraktı kullanılan örneklerde azaldığı gözlemlenmiştir. Kontrol grubuna ait ortalama biyogen amin içeriği 894,70 mg/kg iken, %0,5, %1 ve %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı ilave edilen tarhanaların ortalama biyogen amin içeriği sırasıyla; 569,67 mg/kg, 514,52 mg/kg ve 424,60 mg/kg bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: biyogen amin, fenolik madde, nar çekirdeği ekstraktı, tarhana

ABSTRACT**DETERMINATION OF SOME CHEMICAL PROPERTIES OF
TARHANA DURING STORAGE; FORTIFIED WITH DIFFERENT
AMOUNTS OF POMEGRANATE SEED EXTRACT**

EROL, Tuğçe

MSc in Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özgül ÖZDESTAN OCAK

January 2016, 94 pages

In this research, biogenic amine content, mineral content, acidity and pH values, total free amino acid content, ash content, colour values (CIE L*, a*, b*), total phenolic compound content and antioxidant activity values of tarhana, which were fortified with pomegranate seed extract in different ratios (0%, 0.5%, 1%, 2%) were evaluated during six months of storage. It has been evaluated that pomegranate seed extract causes increase on total phenolic content, ash content and antioxidant activity values. Putrescine, cadaverine, spermidine, spermine, histamine, tyramine were studied as biogenic amines. Standart addition and internal standart techniques were used for the determination of biogenic amines. Recovery rates were found between 87.0% and 94.6%. It was found that, pomegranate seed extract causes decrease on biogenic amine content of tarhana samples. While the average total biogenic amine content in control group was 894.70 mg/kg, tarhana samples which were fortified with pomegranate seed extracts in ratios of 0.5%, 1%, 2% contained 569.67 mg/kg, 514.52 mg/kg, 424.60 mg/kg total biogenic amine, respectively.

Keywords: biogenic amine, phenolic compound, pomegranate seed extract, tarhana

TEŞEKKÜR

Lisansüstü öğrenimime başladığım ilk günden itibaren sabrı, tecrübesi ve anlayışıyla her konuda bana destek olan tez danışman hocam Sayın Doç. Dr. Özgül ÖZDESTAN OCAK’a

Tezimin gerçekleşmesi için gerekli olan maddi desteği sağladığı için Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Araştırma Fon Saymanlığına,

Laboratuvar çalışmalarımı bünyesinde gerçekleştirmeme olanak sağlayan A&G Pür Analiz Laboratuvar Hizmetleri Tic. A.Ş.’ye, bu süreçte, bana yardımcı olan tüm ekip arkadaşlarıma,

Mükemmel çalışma ortamı ve her türlü manevi desteği sağladığı için arkadaşım Gıda Mühendisi Yüksel ALPER’e,

Yoğun dönemine rağmen, her aradığımda bana vakit ayırabilen, arkadaşım Gıda Yüksek Mühendisi Berker NACAĞ’a,

Sevgilerini ve destekleri her zaman hissettiğim, bana her zaman güven veren ve eğitimim için her türlü fedakarlıkta bulunan annem Necla EROL, babam Erkan EROL ve kardeşim Alper EROL’a,

Çok teşekkür ederim.

Tuğçe EROL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. Tarhana.....	3
2.1.1. Tarhana çeşitleri.....	3
2.1.2. Tarhana üretim aşamaları	5
2.1.3.Tarhananın besin değeri	14
2.1.4. Tarhananın mikrobiyolojik özellikleri	19
2.1.5. Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar.....	20
2.2. Biyojen Aminler	27
2.2.1. Biyojen amin oluşumu	29
2.2.4. Biyojen aminlerin toksisitesi	33

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.2.3. Hububat ürünlerinde biyojen aminlerle ilgili yapılmış çalışmalar.....	35
2.2.4. Antioksidan kullanımı ile biyojen amin oluşumunu azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar	36
2.3. Nar Çekirdeği Ekstraktı.....	37
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	41
3.1. Materyal.....	41
3.1.1. Tarhana örneklerinin hazırlanması.....	41
3.1.2. Kullanılan kimyasallar.....	44
3.2. Yöntem	44
3.2.1.Kullanılan cihazlar	44
3.2.2.Kimyasallar analizler.....	46
3.2.3. Biyojen amin analizi.....	51
3.2.4. Mineral madde analizi	55
3.2.5. İstatistiksel analiz	60
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA.....	61
4.1. pH sonuçları.....	61
4.2. Asitlik sonuçları	63
4.3. Kuru madde sonuçları	64

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.4. Kül miktarı.....	65
4.5. Toplam serbest amino asit sonuçları.....	66
4.5. Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri.....	67
4.8. Renk sonuçları	69
4.9. Mineral madde sonuçları.....	71
4.10. Biyojen amin sonuçları.....	73
5. SONUÇ	82
KAYNAKLAR DİZİNİ	85
ÖZGEÇMİŞ	94
EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Evde üretilen tarhananın yapılışı	7
2.2. Tarhananın güneşte kurutulması.....	12
2.3. Tarhanaların bez torbalarda saklanması.....	14
2.4. Poliaminlerin sentezi.....	30
2.5. Biyojen aminlerin oluşumu	31
2.6. Biyojen amin oluşumunun metabolik iz yolu.....	32
3.1. L-Lösin kalibrasyon grafiği.....	49
3.2. Gallik asit çözeltisi kalibrasyon grafiği.....	50
3.3. Mn çözeltisi kalibrasyon grafiği	57
3.4. Cu çözeltisi kalibrasyon grafiği	57
3.5. Ca çözeltisi kalibrasyon grafiği	58
3.6. Na çözeltisi kalibrasyon grafiği	58
3.7. Mg çözeltisi kalibrasyon grafiği	59
3.8. Kçözeltisi kalibrasyon grafiği.....	59
3.9. P çözeltisi kalibrasyon grafiği	60
4.1. Toplam biyojen amin konsantrasyonunun aylara göre değişimi	74
4.2. Standart biyojen amin karışımına ait olan HPLC kromatogramı	75
4.3. 0. Ay %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren örneğe ait olan HPLC kromatogramı	76

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Farklı yörelere ait tarhana bileşimleri ve fermentasyon süreleri	5
2.2. Ev yapımı tarhananın içeriği	6
2.3. Düz yöntem ile ticari olarak üretilen tarhana içeriği	8
2.4. Ekşi hamur yöntemiyle ticari tarhana üretimi	9
2.5. Ticari tarhananın kimyasal bileşimi	15
2.6. Tarhananın amino asit kompozisyonu	16
2.7. Ticari tarhananın vitamin ve mineral içeriği	18
2.8. Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar	23
2.9. Biyojen aminlerin sınıflandırılması	28
2.10. Histamin için kabul edilebilir değerler	34
2.11. Nar çekirdeğinin kimyasal bileşimi	38
2.12. Nar çekirdeğinin mineral madde içeriği	39
3.1. Tarhana formülasyonları	41
3.2. Tarhana örnekleri, gerçekleştirilen analizler ve analiz zamanları	43

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.3. Stok standart karışım hazırlanmasında kullanılan biyojen amin standartları .	52
3.4. Dereceli elüsyon programı.....	55
4.1. Tarhana örneklerinin ortalama pH değerleri ve standart sapmaları	62
4.2. Tarhana örneklerinin ortalama asitlik değerleri (Laktik asit cinsinden %, w/w) ve standart sapmaları.....	63
4.3.Tarhana örneklerinin ortalama kuru madde (%) ve standart sapma değerleri .	64
4.4. Tarhana örneklerinin ortalama kül (%) ve standart sapma değerleri	65
4.5. Tarhana örneklerinin ortalama toplam serbest amino asit içerikleri (lösin cinsinden, % w/w) ve standart sapmaları	66
4.6. Tarhana örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktivite değerleri.....	69
4.7. Tarhana örneklerinde renk değerleri	70
4.8. Tarhana örneklerinin mineral madde içerikleri (mg/kg) ve standart sapma değerleri.....	72
4. 9. Tarhana örneklerinin biyojen amin içerikleri (mg/kg) ve standart sapmaları	77
4.10. Tarhana örneklerinde biyojen aminlerin geri kazanım değerleri	80

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklamalar</u>
ATP	Adenozin trifosfat
DAD	Diode array dedektör
DAO	Diaminooksidaz
DPPH	1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl radikali
HPLC	Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi
IS	İç standart
ICP-OES	İndüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi
LAB	Laktik asit bakterileri
MAO	Monoaminooksidaz
MAT	Metil adenoil transferaz
NÇE	Nar çekirdeği ekstraktı
ODC	Ornitin dekarboksilaz
TCA	Trikloroasetik asit
w/w	Ağırlık/Ağırlık oranı
w/v	Ağırlık/Hacim oranı

1. GİRİŞ

Fermente ürünler dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak tüketilen önemli gıda maddelerinden biridir. Fermente ürünlerin fonksiyonel ve besleyici özelliklerinin zamanla keşfedilmesi ile bu ürünlere artan bir ilgi söz konusudur. Günümüzde hemen hemen tüm tüketicilerin beslenme ihtiyaçlarını karşıladıkları ürün grupları arasında fermente gıdalar önemli bir yer almaktadır.

Geleneksel fermente Türk gıdalarından biri olan tarhana, ülkemizde yaygın olarak tüketilmektedir. Orta Asya'dan göçen Türkler tarafından Anadolu'ya getirildiği ve oradan diğer diğer ülkelere yayıldığı düşünülmektedir (Temiz ve Pirkul, 1990). Buğday unu, yoğurt, çeşitli sebze ve baharat karışımı içeren hamurun hazırlanarak, yoğurulması, fermentasyona bırakılması ardından kurutulup öğütülmesiyle elde edilmektedir. Tahıl proteinlerinin, süt ve süt ürünleriyle geliştirilerek, yüksek besin değerine sahip ürün elde edilmesi açısından tarhana büyük önem taşımaktadır (Çakıroğlu, 2008). Fermentasyonda laktik asit bakterileri ve mayaların rol oynaması sebebiyle tarhana fonksiyonel ve probiyotik bir gıda olarak düşünülmektedir.

Biyojen aminler bozulmaya yüz tutmuş, proteince zengin ve bazı fermente gıdalarda bulunan bileşiklerdir (Ten Brink et al., 1990). Amino asitlerin dekarboksilasyonu ile meydana gelmektedirler. Serbest amino asitlerin varlığı, dekarboksilaz pozitif mikroorganizmaların varlığı, dekarboksilaz sentezi ve aktivitesine izin veren koşulların oluşması ile mikroorganizmalar, gıdalarda biyojen amin üretebilmektedirler. Biyojen aminler yüksek miktarlarda tüketildiklerinde gıda zehirlenmelerine yol açmaları sebebiyle risk teşkil etmektedir. Balık ürünleri, süt ürünleri, şarap, bira, meyve ve sebzeler, fermente içecekler gibi gıdalarda biyojen aminler oluşabilmektedir (Silla-Santos, 1996). Gıdalarda en çok bulunan biyojen aminler putresin, kadaverin, histamin, tiramin, triptamin, β -feniletılamin, spermin, spermidin, agmatin, metilamin, etilamin ve etanol amin olarak sıralanmaktadır (Shalaby,1996).

Tarhana protein ve serbest amino asit miktarı açısından zengin fermente bir ürün olması sebebiyle, dekarboksilaz pozitif mikroorganizmalar tarafından kullanılarak biyojen amin oluşumuna izin vermektedir. Tiramin, putresin ve kadaverin tarhanada oluşan başlıca biyojen aminler olarak bildirilmiştir (Keşkekoğlu, 2009).

Günümüzde fonksiyonel özelliği keşfedilmiş öğelere gıda formülasyonunda yer verilmesi, fonksiyonel gıda gruplarına farklı bir bakış açısı getirmiştir. Nar çekirdeği ekstraktı bu öğelerden biri olarak son zamanlarda gıda formülasyonlarında sıkça kullanılmaya başlanmış ve alternatif ürünler içerisindeki tüketimi artmıştır. Yüksek polifenol içeriği sebebiyle antioksidan özellik göstermektedir.

Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili literatürde yapılan çalışmalarda amaç tarhananın toplam fenolik madde içeriğini arttırmaktır. Antioksidan özellik gösteren bazı maddelerin biyojen amin oluşumuna etkisinin incelendiği çalışmalar literatürde sınırlı sayıda mevcuttur. Bu çalışmada farklı oranlarda (%0,5, %1, %2) nar çekirdeği ekstraktı ilave edilerek üretilen tarhanaların 6 aylık depolama süresinde, başta biyojen amin olmak üzere bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 0. ay, 1. ay, 2. ay, 4. ay ve 6. ay olmak üzere toplam beş ayrı zaman diliminde tarhanalarda biyojen amin, asitik, kuru madde, toplam serbest amino asit, kül, renk, DPPH ile antioksidan aktivite, toplam fenolik madde analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca 0. ay'da belirtilen analizlere ek olarak mineral madde (Cu, Mn, K, Mg, Na, Ca, P) analizi gerçekleştirilmiştir. Tüm sonuçlar istatistik paket veri programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Tarhana

Tarhana ülkemize özgü hububat bazlı bir fermente üründür. Tarhananın Orta Asya'dan göçen Türkler ve Moğollar tarafından Anadolu'ya getirildiği ve buradan Yunanistan, Macaristan ve Finlandiya gibi batı ülkelerine yayıldığı kabul edilmektedir. (Temiz ve Pirkul, 1990). Tarhana genel olarak buğday ürünleri, süt ürünleri, bazı sebze ve baharatların yoğurulmasıyla elde edilen hamurun laktik asit bakterileri (LAB) ve mayaların rol oynadığı fermentasyona bırakılması ve fermentasyon sonucu ortaya çıkan ürünün kurutulup öğütülmesiyle elde edilmektedir (Özdemir vd., 2012). Tarhana bileşiminde, üretiminin yapıldığı bölge insanının geleneklerine ve alışkanlıklarına bağlı olarak bazı değişiklikler olabilmektedir (Temiz ve Pirkul, 1990).

Dünyada farklı isimlerle tarhanaya benzer, hububat bazlı fermente ürünler mevcuttur. Mısır ve Suriye'de kishk (buğday ve yoğurt karışımı), Finlandiya'da talkuna (yulaf, arpa, çavdar ve bezelye karışımı), tahonya (farklı hububat ürünleri ve sebze karışımı) Macaristan'da üretilen tarhana benzeri ürünlere örnek olarak gösterilmektedir (Yücel Şengün, 2006).

2.1.1. Tarhana çeşitleri

Tarhana standardında dört çeşit tarhanadan bahsedilmiştir. Bunlar:

- Un tarhanası
- Göce tarhanası
- İrmik tarhanası
- Karışık tarhana

Un Tarhanası: Daha çok Ege Bölgesinde üretilen un tarhanası, domates, biber, soğan ve aroma verici otların kaynatılması ile elde edilen sebze karışımının

soğutularak un ve yoğurt ilave edilip karıştırılması ve farklı sürelerde fermentasyona bırakılması ile elde edilen üründür. Fermentasyon sonunda hamur ufak parçalar haline getirilerek kurutulur, eleklerden geçirilerek toz haline getirilir. Yaklaşık iki sene bozulmadan muhafaza edilmektedir (Coşkun, 2014).

Göce Tarhanası: Ankara, Maraş, Muğla, Aydın yörelerinde yaygın olan göce tarhanasının üretiminde buğday yarması çığ olarak veya su ve tuz ile pişirilip, ılık halde bol miktarda kese yoğurdu ile karıştırılıp fermentasyona bırakılmaktadır. Fermentasyon sonrası hamur iri parçalar halinde kurutulmaktadır. Bazı yerlerde “top tarhana” olarak da adlandırılmaktadır (Coşkun, 2014).

Un ve göce tarhanası dışında, buğday unu ve buğday kırması kullanılmadan sadece irmik kullanılarak üretilen irmik tarhanası; buğday unu, kırması ve irmikten en az ikisinin kullanılması suretiyle üretilen karışık tarhana diğer tarhana çeşitleri arasında yer almaktadır (Anon., 2004).

Tarhana üretimi yöreden yöreye değişiklik gösterebilmektedir. Üretildiği yöre insanının alışkanlıklarına ve olanaklarına bağlı olarak tarhana içeriği, miktarı ve fermentasyon süresinde değişiklikler olmaktadır. Tarhana standardında belirtilen tarhana çeşitleri dışında, ülkemizde pek çok değişik isimde tarhana üretilmektedir Çizelge 2.1.’de farklı yörelere ait tarhana bileşimleri ve fermentasyon süreleri verilmiştir.

Ülkemizde bazı bölgelerimizde tarhana, kurutma ve öğütme işlemlerine tabi tutulmadan, yaş olarak muhafaza edilmektedir. Bu ürünler yaş tarhana olarak bilinmektedir. Kastamonu, Çankırı, Kayseri ve Eskişehir’in bazı bölgelerinde ev ölçekli olarak yaş tarhananın üretildiği bilinmektedir (Erbaş, vd., 2004).

Çizelge 2.1. Farklı yörelere ait tarhana bileşimleri ve fermentasyon süreleri (Siyamoğlu, 1961; Coşkun, 2002).

Bölge	Tarhana bileşimi	Fermentasyon süresi
Maraş	Buğday yarması, su, tuz, yoğurt (1/3 oranında)	1gece
Ankara	Buğday yarması, tuz, nane, domates, ayran, maya	1 gece
Muğla-Aydın	Buğday yarması, su, tuz, yoğurt	3 gün
Manisa- İzmir	Tarhana otu, soğan, domates, kırmızı biber, yeşil acı biber, tuz, su, yoğurt, un, maya	3-5 gün
Edirne	Un, yoğurt, kırmızı biber, soğan, tuz, ekşi hamur, domates (bazen salça ve acı kırmızı biber)	10-22 gün
Kırklareli	Un, yoğurt, kırmızı biber, soğan, tuz, ekşi hamur, domates (bazen salça ve acı kırmızı biber)	6-15 gün

2.1.2. Tarhana üretim aşamaları

Ülkemizde yaygın olarak tüketilen tarhana özellikle Anadolu’da temel gıda maddelerinin başında gelmektedir. Çoğunlukla ev ekonomisi çerçevesinde, geleneksel yöntemlerle üretilmektedir. Ancak son yıllardaki nüfus artışı, hızlı şehirleşme gibi nedenlerle pazar payı artarak sanayi boyutunda üretilen, tüketime hazır bir gıda maddesi olarak yerini almaktadır (Akbaş ve Coşkun, 2006).

Genel olarak tarhana üretimi 4 basamakta özetlenmektedir

1.Hamur Karıştırma

2. Fermentasyon

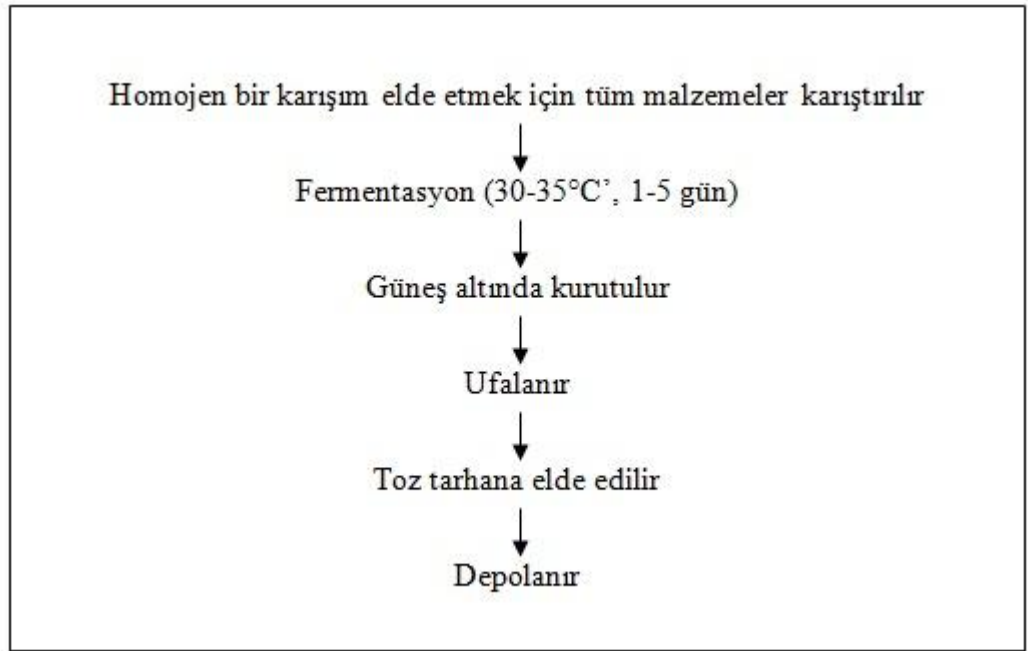
3.Kurutma

4. Öğütme (Özdemir, et al., 2007)

Tarhana hamuru hazırlanırken buğday unu, yoğurt, tuz, ekmek mayası, çeşitli sebzeler (domates, soğan kırmızı biber vb) ve baharatlar kullanılmaktadır. Hazırlanan bu karışım yoğurulur ve ardından 1-5 gün süreyle fermentasyona bırakılır. Fermentasyon sonrası güneş altında kurutulur (Temiz ve Pirkul, 1990; Erbaş et al., 2005). Kuru tarhanaların küçük parçalara ufalanmasıyla toz tarhana elde edilmektedir. Çizelge 2.2.'de ev yapımı tarhananın içeriği görülmektedir. Şekil 2.1.'de ise evde üretilen tarhananın yapılışı görülmektedir.

Çizelge 2.2. Ev yapımı tarhananın içeriği (Dağlıoğlu, 2000)

İçerik	Birim
Buğday unu	100
Yoğurt	50-60
Soğan	10-20
Domates salçası	5-7,5
Biber salçası	7,5-10
Tuz	5,7-5
Maya	1-3
Baharat (nane, kekik, dereotu, tarhana otu vb)	1-2



Şekil 2.1. Evde üretilen tarhananın yapılışı (Dağlıoğlu, 2000)

Tarhananın ticari olarak üretiminde düz yöntem ve ekşi hamur yöntemi olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır.

Düz yöntemle tarhana üretiminde, soğanlar doğranır, Çizelge 2.2.'de belirtilen diğer malzemeler eklenerek karıştırılır ve 50 devir/dakika'da 15 dk boyunca yoğrulur. Elde edilen hamur 1-1,5 cm kalınlığında paslanmaz çelik tepsilere yayılır ve 35°C'de 5 gün fermentasyona bırakılır. Nem içeriği %10'nun altına düşecek şekilde 55°C'de 28 saat kurutulur ve öğütülür (Dağlıoğlu, 2000). Çizelge 2.3.'de düz yöntem ile ticari olarak üretilen tarhananın içeriği görülmektedir (Dağlıoğlu, 2000).

Çizelge 2.3. Düz yöntem ile ticari olarak üretilen tarhana içeriği (Dağlıoğlu, 2000).

İçerik	Birim
Buğday unu	100
İrmik	37,5
Yoğurt	60
Soğan	37,5
Domates püresi	7,5
Kırmızıbiber püresi	7,5
Mercimek unu	5,0
Ayçiçek yağı	1,5
Tuz	5,0
Maya (Fermente edilmiş beyaz buğday ekmeği hamuru)	20
Sitrik asit	1,0

Ekşi hamur, çeşitli laktik asit bakterileri ve mayaları içeren, bu mikroorganizmaların canlılığına bağlı olarak sürekli yenilenebilen, özelliklerini bu mikrofloranın faaliyetlerinden alan düşük pH'a sahip bir hamurdur (Güre, 2009). Kültür mayalarının dışında havadan ve kullanılan hamur içeriğinden gelen yabani mayaların, laktik asit, asetik asit ve sitrik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını bir sonraki hamurda maya olarak kullanmak, ekşi hamur yönteminin temelini oluşturmaktadır (Küçükçuban, 2012). Ekşi hamurun kendine özgü pek çok özeliği laktik asit bakterilerinden ileri gelmektedir. Laktik asit fermentasyonu, proteoliz, uçucu bileşenlerin sentezi, antifungal özellikleri, ekşi hamurun en önemli özellikleri arasında sıralanmaktadır (Corsetti ve Settani, 2007).

Ekşi hamur yöntemi ile ticari tarhana üretimi 3 aşamada gerçekleşmektedir ve her aşama ayrı bir formülasyona sahiptir ve bu formülasyonların iyi dengelenmiş olması gerekmektedir. Birinci formülasyondaki malzemeler karıştırılır, yoğrulur, karışım çelik tepsilere dökülerek 40-42°C’de 5 gün fermentasyona bırakılır. İkinci formülasyon malzemeleri ayrı bir kapta hazırlanarak birinci formülasyonda hazırlanan hamur ile karıştırılır, yoğrulur. Hamur 80°C’de %8 neme kadar kurutulur. Elde edilen bu hamur 3. formülasyondaki malzemelerle karıştırılarak yoğrulur. Çelik tepsilere 1-5 cm kalınlığında dökülerek 80°C’de nem içeriği %10’un altına düşene kadar kurutulur. Parçacık büyüklüğü 800 µm’nin altında olacak şekilde öğütülür (Dağlıoğlu, 2000). Çizelge 2.4.’de ekşi hamur yöntemiyle ticari tarhana üretimi için formülasyonlar verilmiştir.

Çizelge 2.4. Ekşi hamur yöntemiyle ticari tarhana üretimi (Dağlıoğlu, 2000).

Formül 1	Formül 2	Formül 3
100 birim un	100 birim Formül 1 tarhana hamuru	100 birim Formül 1 tarhana hamuru
50 birim durum buğdayı irmiği	60 birim un	125 birim Formül 2
80 birim yoğurt	30 birim irmik	6 birim domates salçası
10 birim domates salçası	4,8 birim domates salçası	6 birim biber salçası
10 birim biber salçası	6 birim tuz	
50 birim soğan	4 birim nişasta	
7 birim tuz	0,4 birim sitrik asit	
1,5 birim bitkisel yağ		
0,4 birim sitrik asit		

Tarhana fermentasyonu

Tarhana laktik asit bakterilerinin ve mayaların rol aldığı fermente bir üründür. Fermentasyon süresince oluşan organik asitlerin tarhananın pH'sını düşürerek istenmeyen bakteriler üzerinde bakteriyostatik etki yapması nedeniyle tarhana diğer fermente ürünler gibi uzun bir raf ömrüne sahiptir. Fermentasyon ile daha ekonomik, güvenilir ve besin değeri yüksek ürünler elde edilmektedir. Ürünün tat, aroma ve yapı özellikleri istenilen şekle dönüşebilmekte, protein kalitesi ve sindirilebilirliği artmaktadır (Temiz ve Pirkul, 1991).

Laktik asit bakterileri (*Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus diacetylactis*, *Lactobacillus bugarius*, *Lactobacillus acidophilus*, *Leuconostoc cremoris*, *Lactobacillus casei*) ve ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisiae*) fermentasyon ile laktik asit, etanol, karbondioksit ve diğer organik bileşikler üreterek, tarhananın karakteristik tat ve aromasının oluşturulmasını sağlarlar (Dağlıoğlu, 2000).

Fermentasyon süresinin, tarhananın şeker içeriğine etkisinin incelendiği bir çalışmada, 3 günlük fermentasyon sürecinde tarhana hamurundaki glukoz, laktoz ve maltoz miktarının önemli derecede azaldığı, galaktoz miktarının ise arttığı belirtilmiştir (Erbaş vd., 2004). Fermentasyon sonucunda tarhananın riboflavin, niasin, pantotenik asit, askorbik asit ve folik asit içeriğinin önemli bir miktarda artış gösterdiği bildirilmiştir (Ekinci, 2005).

Fermentasyon süresi çeşitli çalışmalarda 1-7 gün olarak belirtilmesine rağmen, fermentasyon süresinin 22 güne kadar uzadığı tarhana çeşitleri mevcuttur. Bu durum tarhana içeriği ve hazırlanışındaki farklılıklardan ileri gelmektedir.

Tarhananın kurutulması

Tarhana üretiminde kurutma en önemli basamaklardan biridir. Bu işlem tarhananın fiziksel ve kimyasal özelliklerini, besleyici değerini, duyuşal özelliklerini ve mikroorganizma yükünü etkilemektedir (İbanoğlu ve Maskan, 2002). Ürünün su aktivitesini düşürerek mikrobiyal gelişmeyi engellemek ve oda sıcaklığında ürünün raf ömrünü uzatmak, kurutmanın temel amacını oluşturmaktadır. Genel olarak, düşük nem içerikli gıdaların kurutulmasında, düşük maliyetleri sebebiyle, sıcak havanın kullanıldığı konveksiyonel kurutucular tercih edilmektedir. Ancak kurutma işlemi için yüksek sıcaklık ve uzun süre gerektirmesi ile besin öğelerinin bozulmasına yol açmaktadır. Güneşte kurutma, konveksiyonel kurutma, dondurarak kurutma, mikrodalga kurutma, en çok kullanılan kurutma teknikleri arasında yer almaktadır. Son zamanlarda, gıdada kalite kaybını engellemesi ve diğer kurutma tekniklerine göre kurutma süresini kısaltması nedeniyle mikrodalga kurutma yöntemine artan bir ilgi söz konudur (Değirmencioğlu et al., 2016).

Ev tipi tarhanalarda kurutma işlemi güneş altında gerçekleşmektedir. Şekil 2.2.'de tarhananın güneşte kurutulması görülmektedir. Ticari üretimlerde ise fırınlarda kurutma işlemi yapılmaktadır (Dağlıoğlu et al., 2002). Farklı kurutma yöntemlerinin tarhananın kimyasal, fiziksel özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmalar bulunmaktadır (Değirmencioğlu et al., 2016; Göçmen et al., 2004; Hayta et al., 2002)



Şekil 2.2. Tarhananın güneşte kurutulması

Farklı oranlarda yulaf unu ile zenginleştirilmiş tarhanalarda, kullanılan farklı kurutma yöntemlerinin (güneşte kurutma, fırında kurutma, mikrodalga kurutma) tarhananın toplam fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktivitesine etkisi incelendiğinde, 55°C’de fırın kurutucularda kurutulan örneklerin toplam fenolik madde içeriğinin yüksek olduğu belirtilmiştir. Antioksidan kapasitesinin ise mikrodalga kurutma ve fırında kurutma yöntemleriyle kurutulan örneklerde, güneşte kurutma işlemi uygulanan örneklerle göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Değirmencioğlu et al., 2016).

Vakumda kurutulmuş tarhanalar ile güneşte kurutulmuş tarhanalar arasında belirgin bir tat farkı olduğu bilinmektedir. Vakumda kurutulmuş tarhanaların daha aromatik olduğu belirtilmiştir. Güneşte ve vakumda kurutulmuş tarhanaların aroma aktif uçucu bileşenlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, vakumda kurutulmuş tarhanaların daha fazla aroma aktif bileşik içerdiği belirtilmiştir. Bu iki tür tarhanada belirlenen başlıca aroma aktif bileşikler; aldehitler, esterler, ketonlar, alkoller, terpenler, furanlar, fenoller, sülfür bileşikleri ve asitler olarak sıralanmışlar (Göçmen et al., 2004).

Dondurarak kurutma, tünel kurutma, endüstriyel tip mikrodalga kurutma ve ev tipi mikrodalga kurutma kullanılarak üretilen tarhanaların köpük oluşturma, su ve yağ tutma kapasitesi, renk özellikleri incelenmiştir. Endüstriyel mikrodalga fırınlarda kurutulan tarhanaların, diğer kurutma yöntemlerine göre, daha yüksek köpük oluşturma, yağ ve su tutma kapasitesine sahip olduğu, duyuşsal özellikleri ve renk yönünden daha kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir (Hayta et al., 2002).

Tarhananın depolanması

Toz tarhana higroskopik özellik göstermemektedir bu nedenle bozulmadan 1-2 yıl saklanabilmektedir. Düşük pH (3,5-5,0) ve düşük nem içeriği (< %10) ile uzun bir raf ömrüne sahiptir (zdemir et al., 2007).

Tarhanalar, kurutulup, öğütüldükten sonra bez torbalarda, kavanozlarda serin ve ışık almayan, rutubetsiz ortamlarda depolanırlar (akıroğlu, 2008). Ticari tarhanalar 70-100 g'lık plastik torbalarda veya 500 g'lık bez torbalarda satılmaktadır (zdemir et al., 2007).

Hijyenik koşullarda üretilmiş ve hermetik olarak paketlenmiş yağ tarhanalar +4°C'de buzdolabında veya %6,5 oranında (yağ bazda) tuz ilavesiyle oda sıcaklığında bozulmadan 6 ay saklanabilmektedir (Erbaş, et al., 2005). şekil 2.3.'de tarhanaların bez torbalarda saklanması görülmektedir.



Şekil 2.3. Tarhanaların bez torbalarda saklanması

Tarhananın sunumu

Tarhana, ülkemizde yaygın olarak çorba halinde tüketilmektedir. Tarhana çorbası, yaş veya kuru tarhanadan hazırlanmaktadır. Tarhana çorbası hazırlanırken, toz tarhana 1:5 oranında soğuk suyla karıştırılarak 30 dk kadar çözünmesi için bekletilmektedir. 20 dk boyunca ara sıra karıştırılarak pişirilir ve kaynama başladığı anda tereyağı ilave edilerek, 70°C’de tüketilmektedir (Özdemir et al., 2007). Ayrıca bazı bölgelerde, tarhana öğütülmeden, ince bir tabaka halinde kurutularak, atıştırmalık olarak da tüketilmektedir (Erbaş, et al., 2005).

2.1.3.Tarhananın besin değeri

Tarhana laktik asit fermentasyonundan yararlanılarak üretilen ve besleyici değeri yüksek bir gıdadır. Tahıl proteinlerinin tarhana yapımında kullanılan süt ve süt ürünleriyle geliştirilmesi tarhananın yüksek besleyici özelliğinin en önemli kaynağı olarak görülmektedir. Fermentasyon ile birlikte ürünün tat, aroma, renk

özelliklerinin istenilen şekle dönüşmesinin yanında protein kalitesi ve protein sindirilebilirliği de artmaktadır (Temiz ve Pirkul, 1991).

Tarhananın besin değeri içeriğinde kullanılan maddelerin çeşidine ve miktarına bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte ticari tarhananın yaklaşık kimyasal bileşimi Çizelge 2.5.'de, amino asit kompozisyonu ise Çizelge 2.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Ticari tarhananın kimyasal bileşimi (Özdemir et al., 2007)

Bileşenler	Bileşim
Nem (%)	6-10
Protein (%)	12-20
Kül (%)	1,5-4,0
Yağ (%)	1-9
Karbonhidrat (%)	40-75
Titre edilebilir asitlik (%)	1,5-2,5
pH	3,5-5,0

Çizelge 2.6. Tarhananın amino asit kompozisyonu (mg /100 g) (Özdemir et al., 2007)

Amino asit	Minimum	Maksimum	Ortalama
Lisin	333	817	581
Histidin	479	804	610
Arginin	465	621	555
Aspartik asit	1031	1988	1440
Treonin	627	1104	856
Serin	850	1413	1130
Glutamik asit	4617	6147	5305
Prolin	4926	7425	6094
Glisin	397	504	457
Alanin	429	706	570
Sistin	135	182	164
Valin	575	1142	851
Metiyonin	202	479	324
İzolösin	459	862	654
Lösin	803	1534	1152
Tirozin	196	584	392
Fenilalanin	568	904	733

Tarhana Ca, Mg, K açısından iyi bir mineral kaynağıdır. Tarhana reçetesindeki un ve yoğurt oranı tarhananın Ca içeriğini belirlemektedir (Temiz ve Pirkul, 1991). Hububatlarda doğal bir bileşen olarak bulunan fitik asit, vitamin ve minerallerle kompleks oluşturarak, bu maddelerin biyoyararlılığını azaltmaktadır. Fitik asitin minerallerle birleşmesiyle oluşan fitatlar, fitat-protein kompleksi oluşturarak protein emilimini olumsuz yönde etkilemektedir. Fitatlar fizyolojik pH'larda çözünememekte ve mineral emilimini de önemli ölçüde engellemektedir. Fermentasyonun fitik asit miktarını azaltan işlemlerden biri olduğu bilinmektedir. Uzun fermentasyon süresi, düşük pH ve daha fazla maya kullanımı ile fitik asitin daha çok bozunmaya uğratılacağı belirtilmiştir. Bu nedenle tarhanada mikrobiyal fitaz kullanımı ve fitaz kaynağı olarak malt unu kullanımı ile fitik asit içeriğinin azaltıldığını, protein sindirilebilirliği, protein miktarı ve mineral miktarının arttırıldığını belirtilmiştir (Bilgiçli, 2002; Bilgiçli et al., 2006a). Ticari tarhananın vitamin ve mineral içeriği Çizelge 2.7.'de görülmektedir.

Çiftçi et al. (2010) yaptıkları çalışmada tarhanada yağda çözünen bazı vitaminlerin (β -karoten, D₂ vitamini, D₃ vitamini, γ -tokoferol, δ -tokoferol, α -tokoferol asetat ve K₁ vitamini) miktarlarını belirlemişlerdir. Bu vitaminlerden γ -tokoferol (371,1 $\pm$ 26,3 μ g/g) tarhanada en yüksek miktarda tespit edilen vitamin olmuştur. β -karoten ve D₃ vitamini, sırasıyla 116,1 $\pm$ 12,8 μ g/g ve 59,1 $\pm$ 4,5 μ g/g konsantrasyonlarla γ -tokoferolü takip etmiştir. D₂ vitamini ise tespit edilememiştir. Suda çözünen vitaminlerin tarhananın fermentasyonu boyunca incelendiği çalışmada ise riboflavin, niasin, pantotenik asit, askorbik asit ve folik asit miktarlarında fermentasyon sonunda anlamlı bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Fermentasyonun suda çözünen vitaminler açısından arttırıcı etkisi olduğu ancak kurutma işlemi ile kayıpların meydana geldiği belirtilmiştir (Ekinci, 2005).

Çizelge 2.7. Ticari tarhananın vitamin ve mineral içeriği (Özdemir et al., 2007)

Vitamin ve Mineraller	Minimum Değerler (mg/100 g)	Maksimum Değerler (mg/100 g)	Ortalama (mg/100 g)
Kalsiyum	59	191	109
Demir	2,1	5,9	3,6
Sodyum	294	1130	634
Potasyum	60	182	114
Magnezyum	30	134	78
Çinko	0,8	3,2	1,8
Bakır	147	807	450
Mangan	211	1182	612
B1 Vitamini	-	-	0,01
B2 Vitamini	-	-	0,08

Ovando-Martinez et. al (2014) tarafından Trakya bölgesine ait tarhanaların yağ asidi kompozisyonunun belirlendiği çalışmada tarhananın doymamış yağ asitleri açısından iyi bir kaynak olduğu belirtilmiştir. Örneklerde başlıca belirlenen doymamış yağ asitleri, oleik ve linoleik asit, doymuş yağ asitleri ise palmitik ve stearik asit olarak sıralanmıştır. Ayrıca esansiyel bir yağ asidi olan linolenik asitin bütün örneklerde bulunduğu ancak diyetle alınan linoleik asit / linolenik asit oranının 4/1 olması gerektiği bu nedenle örneklerde tek başına linolenik asit belirlenmesinin yetersiz olduğu, bu oranın da belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Karakaya & El (1998) bazı gıdaların quercetin, luteolin, apigenin ve kaempferol içeriğinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, tarhanada en çok bulunan flavonoid bileşiğinin 5,92 mg/ 100 g ile quercetin olduğunu tespit etmişlerdir. Luteolin, apigenin ve kaempferol ise tarhanada tespit edilememiştir. Flavonoidler serbest oksijen radikallerine ve lipid peroksidasyonuna etki ederek antioksidan özellik göstermektedirler. Bu nedenle diyetle bulunan flavonoid grubu bileşiklerin sağlık açısından önemli olduğu belirtilmiştir.

2.1.4. Tarhananın mikrobiyolojik özellikleri

Özel (2012) ev tipi ve ticari tip tarhanalarda, laktik asit bakterileri (LAB) ve maya tür çeşitliliğini ve fermentasyon boyunca tür çeşitliliğini incelemiştir. Ev tipi tarhanaların LAB, toplam mezofilik aerofilik bakteri ve maya-küf sayılarının ticari tip tarhanalara göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. Fermentasyon süresince baskın olan LAB türlerinin *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sanfranciscensis*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*; maya türlerinin *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida humilis*, *Issatchenkia orientalis* ve *Candida glabrata* olduğu belirtilmiştir.

Settani et al. (2011), 30°C ve 40°C’de fermentasyona tabi tutulan tarhanaların, fermentasyon süresi boyunca LAB ve mayaların gelişimini değerlendirmişlerdir. LAB ve mayaların sayısı, 10^7 - 10^8 kob/g aralığında tespit edilmiştir. İki fermentasyon sıcaklığında, hücre konsantrasyonu açısından anlamlı bir fark tespit edilmediği ancak 30°C’deki baskın floranın *Lactobaciller*, 40°C’deki baskın floranın ise *Pediococlar* olduğu gözlemlenmiştir.

Erbaş et al. (2005) tarafından fermentasyon süresince toplam canlı, mezofilik aerofilik bakteri, küf-maya, LAB ve koliform sayımı yapılmıştır. Fermentasyon başlangıcında ve süresince koliform bakterileri tespit edilememiştir. Fermentasyonun birinci gününde LAB ve toplam mezofilik aerofilik bakterilerinin sayısı artarken, fermentasyon devamında bu sayının başlangıç sayısının altına düştüğü, küf ve mayanın ise devamlı olarak azaldığı belirtilmiştir.

Tarhana otu kullanımının, fermentasyon süresince LAB ve maya sayısına etkisi incelenmiştir. Tarhana otunun fermentasyon sırasında LAB sayısının azalmasını engellediği belirtilmiştir. Maya sayısı için ise fermentasyonun ilk iki günü artış gözlemlendiği ardından azalmaya başladığı ancak fermentasyon sonundaki maya sayısının başlangıcın üzerinde olduğu belirtilmiştir (Değirmencioğlu et al., 2005). TS 2282 tarhana standardında, tarhanada bulunabilecek maksimum mezofilik aerofilik bakteri sayısı 1×10^4 kob/g, küf ve maya sayısı ise 1×10^3 kob/g olarak sınırlandırılmıştır (Anon., 2004).

Yücel Şengün (2006) tarafından yapılan çalışmada, Ege Bölgesinin farklı yörelerine ait tarhana örneklerinde ve tarhana yapımında kullanılan yoğurt ve un örneklerinde LAB florasının tanımlanması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada farklı yörelere ait örneklerde, fermentasyonda rol alan bakterilerin değişim gösterdiği belirtilmiştir. Sekiz ayrı yöreye ait tarhana hamuru, kuru tarhana, yoğurt ve un örneklerinden 256 adet LAB izolatu elde edilmiştir. Elde edilen izolatların %13,7'sinin *Streptococcus*, %45,7'sinin *Lactobacillus*, %28,9'unun *Enterococcus*, %1,2'sinin *Weissella*, %4,3'ünün *Pediococcus*, %1,9'unun *Lactococcus*, %1,5'inin *Leuconostoc* cinsine ait olduğu belirlenmiştir.

2.1.5. Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar

Son yıllarda tarhananın fonksiyonel ve besleyici özelliklerini arttırmaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar genel olarak tarhananın un formülasyonu değiştirilerek, toplam fenolik madde içeriğini arttırmaya yönelik olmuştur. Tarhananın zenginleştirilmesinde kullanılan materyaller, kullanım oranları ve incelenen parametreler Çizelge 2.8.'de görülmektedir.

Kılıcı ve Göçmen (2014a) yaptıkları çalışmada tarhana formülasyonunda, buğday unu yerine %10, 20, 30 ve 40 oranlarında yulaf kırmısı ilavesi yapmışlar ve son ürünün fenolik asit kompozisyonunu, antioksidan aktivitesini, toplam fenolik madde ve mineral içeriğini incelemişlerdir. Yulaf kırmısının tarhana örneklerinde fenolik madde içeriğini arttırdığını gözlemlemişlerdir. En çok bulunan organik asitlerin vanilik, ferulik ve gallik asit olduğu belirtilmişlerdir.

Yulaf kırmaması içeren tarhana örneklerinin antioksidan aktivitesinin ve toplam fenolik madde içeriğinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Buğday unu yerine %10, 20, 30 ve 40 oranlarında yulaf kırmaması ilavesi yapılan başka çalışmada, tarhananın Fe, Zn, K, P ve Ca konsantrasyonlarında artış tespit etmişlerdir. %40 oranında yulaf kırmamasının kullanılması ile fenolik madde içeriğinin 1,6 kat arttığı belirtilmiştir. En çok bulunan fenolik asitler ise ferulik, vanilik ve şiringik asit olarak belirtilmiştir. Yulaf kırmaması kullanılan tarhana örneklerinde istenmeyen tat ve koku oluşumunun olmadığı belirtilerek, yulaf kırmamasının iyi bir mineral, antioksidan ve fenolik madde kaynağı olduğu vurgulanmıştır (Kılcı and Göçmen, 2014b).

Çağlar et al. (2013) farklı oranlarda keçiyoynuzu unu kullanarak hazırladıkları tarhanaların fiziksel, fonksiyonel ve duyusal özelliklerini incelemişlerdir. Tarhana formülasyonuna ilave edilen keçiyoynuzu ununun kül ve mineral madde içeriğinde artışa neden olduğu belirtilmiştir. Özellikle %8 oranında keçiyoynuzu içeren tarhana örneğinde Ca, K ve Zn içeriklerinin sırasıyla; 1,20, 1,16 ve 1,21 kat arttığı belirtilmiştir. Titre edilebilir asitlikteki artışın ise keçiyoynuzu ununun yüksek şeker içeriği sebebiyle fermentasyonu teşvik etmesi sonucu meydana geldiği belirtilmiştir. Tarhananın duyusal özelliklerinin olumsuz etkilendiği belirtilmiş, keçiyoynuzundan kaynaklanan koyu rengin tüketiciler tarafından tercih edilmediği belirtilmiştir.

Tarakçı et al. (2013) yaptıkları çalışmada %5, 10, 15, 20 oranında karayemiş pulpu içeren tarhana üretmişler ve son ürünün bazı fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özelliklerini incelemişlerdir. Tarhanaya ilave edilen pulpun, son ürünün titre edilebilir asitliğinde, pH'sında, toplam fenolik madde içeriğinde, antioksidan kapasitesinde, köpük kapasitesinde ve stabilitesinde, viskozitesinde, renk ve duyusal puanlamasında anlamlı değişikliklere sebep olduğunu belirtilmiştir. Pulp içeren tarhana örneklerinde kuru madde içeriği, titre edilebilir asitlik, su tutma kapasitesi ve L, a ve b değerlerinde istatistiksel açıdan anlamlı azalmalar gözlemlenmiştir. Pulp miktarının artması ile pH, antioksidan aktivite ve radikal süpürücü etki gibi özelliklerde artış olduğu belirtilmiştir. %5 ve %10 pulp

içeren örneklerin duyusal özellikleri açısından kabul edilebilir olduğu ve bu seviyelerde pulp kullanımının önerilebileceği belirtilmiştir.

Karabuğday ununun tarhana formülasyonunda kullanılmasıyla, tarhananın kül, protein, mineral (K, P, Mg) ve lizin içeriğinde artış sağlandığı bildirilmiştir (Bilgiçli, 2009). Bir başka çalışmada arpa unu kullanılarak üretilen tarhanaların β -glukan içeriğinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Erkan et. al., 2006). Buğday tohumu ve buğday kepeğinin tarhana üretiminde kullanıldığı çalışmada, buğday tohumu ve kepeğinin eklenmesine bağlı olarak, örneklerin toplam fenolik madde içeriğinde artış olurken, toplam antioksidan kapasitesinin azaldığı belirtilmiştir (Bilgiçli et. al., 2006b). Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar Çizelge 2.8.'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.8. Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar

Zenginleştirmede kullanılan materyal	Kullanılan oranlar	İncelenen parametreler	Kaynak
Yulaf unu	% 20-40-60	Farklı kurutma teknikleri (güneşte kurutma, fırında kurutma, mikrodalga kurutma) uygulanmış örneklerde; fenolik madde kompozisyonu, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite	Değirmencioğlu et al. (2016)
Turunçgil diyet lifi	% 5-10	Fermentasyon süresince; pH, sakkarin miktarı, laktik asit miktarı ve asetik asit miktarı değişimi	Magala et al. (2015)
Kinoa unu	% 40-50-60	Kül, protein, yağ, selüloz, fermentasyon kaybı, renk, mineral madde, duyu analizi	Demir (2014)

Çizelge 2.8. Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar (devamı)

Zenginleştirmede kullanılan materyal	Kullanılan oranlar	İncelenen parametreler	Kaynak
Turunçgil albedo tabakası (limon, greyfurt, portakal)	% 5-10	Kül, protein, lipid, selüloz mineral madde, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, pH, yağ ve su tutma kapasitesi köpük kapasitesi ve stabilitesi duyusal analiz, renk	Bilgiçli et al. (2014)
Yulaf kırması	% 10-20-30-40	Fenolik madde kompozisyonu, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, mineral madde, duyusal analiz	Kılcı and Göçmen (2014a)
Karayemiş posası	% 5-10-15-20	Asitlik, pH, renk, toplam fenolik madde, antioksidan kapasitesi, köpük kapasitesi ve stabilitesi, viskozite, duyusal analiz	Tarakçı et al. (2013)

Çizelge 2.8. Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar (devamı)

Zenginleştirmede kullanılan materyal	Kullanılan oranlar	İncelenen parametreler	Kaynak
Keçiboynuzu unu	% 3-5-8	Nem, kül, asitlik, renk, mineral madde (K, P, Ca, Mg, Zn, Cu), fermentasyon kaybı, yağ ve su tutma kapasitesi, duyusal analiz	Çağlar et al. (2013)
Karabuğday unu	% 40-60	Kül, protein, yağ, pH, selüloz, nişasta, asitlik, fitik asit, serbest aminoasit, fermentasyon kaybı, mineral madde analizi (Ca,Mg, Fe, K, P, Zn), renk, duyusal analiz, köpük kapasitesi ve stabilitesi, yağ ve su tutma kapasitesi	Bilgiçli (2009)

Çizelge 2.8. Tarhananın zenginleştirilmesi ile ilgili yapılan çalışmalar (devamı)

Zenginleştirmede kullanılan materyal	Kullanılan oranlar	İncelenen parametreler	Kaynak
Kuru, pişmiş ve çiğ ayva	% 5	Kuru madde, kül, protein, pH, mineral madde analizi (K, Mg, P), renk	Çağlar (2009)
Balık kıyması	% 5-10-15-20	Kuru madde, protein, kül, yağ, asitlik, pH, amino asit miktarı, duyusal analiz	Erdem (2008)
Buğday tohumu ve buğday kepeği	% 10-25-50	Nem, kül, protein, asitlik, pH, mineral madde (Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, P, Zn), in vitro protein sindirilebilirliği, fitik asit içeriği, toplam fenolik madde, viskozite, renk, duyusal analiz	Bilgiçli et al. (2006b)

2.2. Biyojen Aminler

Biyojen aminler, bitkiler ve mikroorganizmalarda metabolik işlemler sonucunda oluşan, alifatik, alisiklik ve heterosiklik yapılu küçük molekül ağırlıklı organik bileşiklerdir. Gıdaların bozulması ve gıda güveniği ile yakından ilişkili olan biyojen aminler, amino asitlerin dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadırlar (Karahana, 2003).

Bir amino asitten alfa karboksil grubunun ayrılması ile biyojen amin oluşumu başlamaktadır. Biyojen aminlerin adlandırılmasında bu amino asitlerden faydalanılmaktadır. Örneğin; histidin, tirozin, triptofan ve fenilalaninden meydana gelen biyojen aminler, histamin, tiramin, triptamin, 2-feniletilamin olarak sıralanmaktadır. Putresin ve kadaverin, ornitin ve lisinden oluşmaktadırlar. Putresin, spermin ve spermidinin öncül bileşiğidir (Karahana, 2003).

Biyojen aminler kimyasal özelliklerine göre 3 gruba ayrılmaktadırlar:

1. Aromatik ve heterosiklik aminler
2. Alifatik di-, tri- ve poli-aminler
3. Alifatik uçucu aminler (Mafra et al., 1991).

İçerdikleri azot sayısına göre ise biyojen aminler monoaminler, diaminler ve poliaminler olarak gruplandırılırlar (Azim, 2002). Çizelge 2.9'da biyojen aminlerin sınıflandırılması görülmektedir.

Biyojen aminlerin yüksek konsantrasyonlarda tüketilmesi gıda intoksikasyonlarına neden olabilmektedir. Baş ağrısı, kalp çarpıntısı, kızarıklık, mide bulantısı, kusma, hipotansiyon (histamin, putresin, kadaverin nedeniyle), hipertansiyon (tiramin sebebiyle) yüksek miktarda biyojen amin tüketilmesi sonucu görülen semptomlar olarak belirtilmiştir (Alvarez and Moreno-Arribas, 2014; Özdeştan ve Üren, 2009).

Poliaminler, büyüme ve gelişme için önemlidirler. Vücudun metabolik aktiviteleri, hücre yenilenmesi ve bağışıklık sisteminde rol alırlar (Karovičová and Kohajdová, 2005). Putresin, spermidin, spermin DNA, RNA ve protein sentezinin tüm basamaklarında yer alarak, tomurcuklanma, çiçek açma, meyve gelişimi gibi fizyolojik işlemlerde rol oynamaktadırlar (Tassoni et al., 2004).

Biyojen aminlerin toksisitelerinin yanı sıra, bulundukları gıdaların duyuşal özelliklerini değiştirmeleri sebebiyle gıdalarda bir kalite indikatörü olarak görülmesi önem taşımaktadır (Shalaby, 1996). Gıda üretiminde kullanılan hammaddelerin düşük kalitede olması, üretim sırasında meydana gelen bulaşmalar, uygun olmayan depolama koşulları, gıdalarda yüksek miktarda biyojen amin oluşumuna neden olabilmektedir (Silla-Santoz, 1996).

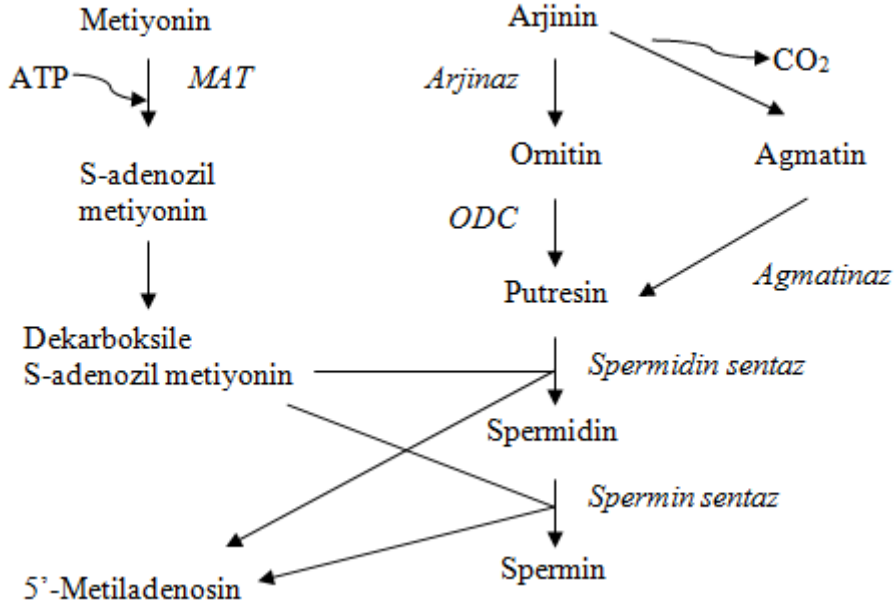
Çizelge 2.9. Biyojen aminlerin sınıflandırılması (Azim, 2002).

Kimyasal Yapılarına Göre	Aromatik ve Heterosiklik Aminler	Alifatik Di-, Tri- ve Poliaminler	Alifatik Uçucu Aminler
	- Histamin - Triamin β-feniletilamin - Triptamin - Serotonin	- Putresin - Kadaverin - Agmatin - Spermin - Spermidin	- Etilamin - Metilamin - İzoamilamin - Etanolamin
İçerdikleri Azot Sayılarına Göre	Monoaminler	Diaminler	Poliaminler
	- Metilamin - Etilamin - İzopentilamin - Etanolamin β-feniletilamin - Tiramin	- Histamin - Triptamin - Putresin - Kadaverin - Serotonin	- Agmatin - Spermin - Spermidin

2.2.1. Biyojen amin oluşumu

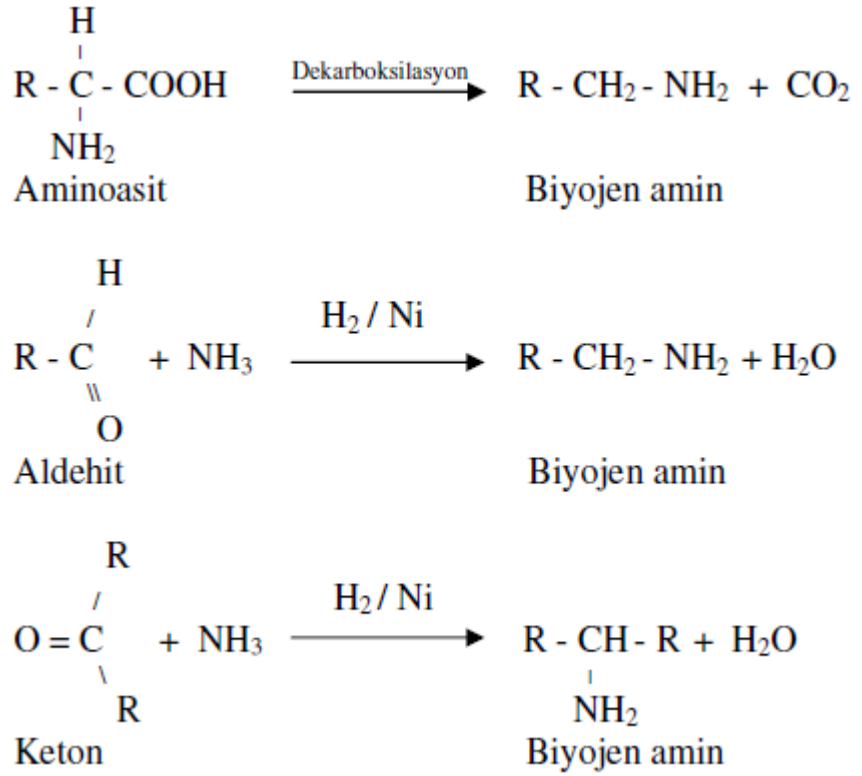
Protein veya serbest amino asit içeren, mikrobiyal ve biyokimyasal aktiviteye olanak sağlayan gıdalarda biyojen amin oluşumu beklenmektedir. Biyojen aminler genellikle proteince zengin gıdaların mikrobiyal bozulması veya peynir, balık ve et ürünleri, fermente gıdaların üretimi, olgunlaştırılması ve depolanması sırasında oluşur. Farklı aminlerin oluşumu gıda maddesinin bileşimine ve söz konusu gıdada bulunan mikroorganizmalara göre değişmektedir. Gıdalarda biyojen amin oluşumunu etkileyen faktörler; serbest amino asitlerin varlığı, dekarboksilaz pozitif mikroorganizmaların varlığı (*Lactobacilli*, *Enterococci*, *Micrococci* ve *Enterobacteriaceae* familyasına ait mikroorganizmalar), mikroorganizmaların gelişerek dekarboksilaz enzimini üretebilecekleri uygun ortam koşulları; pH, su aktivitesi, tuz miktarı, sıcaklık, mikroorganizmaların sinerjistik etkisi olarak sıralanabilmektedir (Yeğin ve Üren, 2008; Stratton et al., 1990).

Poliaminler arjinin, ornitin ve metiyoninden sentezlenebilmektedir (Şekil 2.4). Amino asitlerin dekarboksilasyonu veya aldehit ve ketonların aminasyonu ve transaminasyonu sonucu üretilebilmektedirler (Şekil 2.5.) (Silla-Santos, 1996, Shalaby, 1996; Kalac and Krausova, 2005).



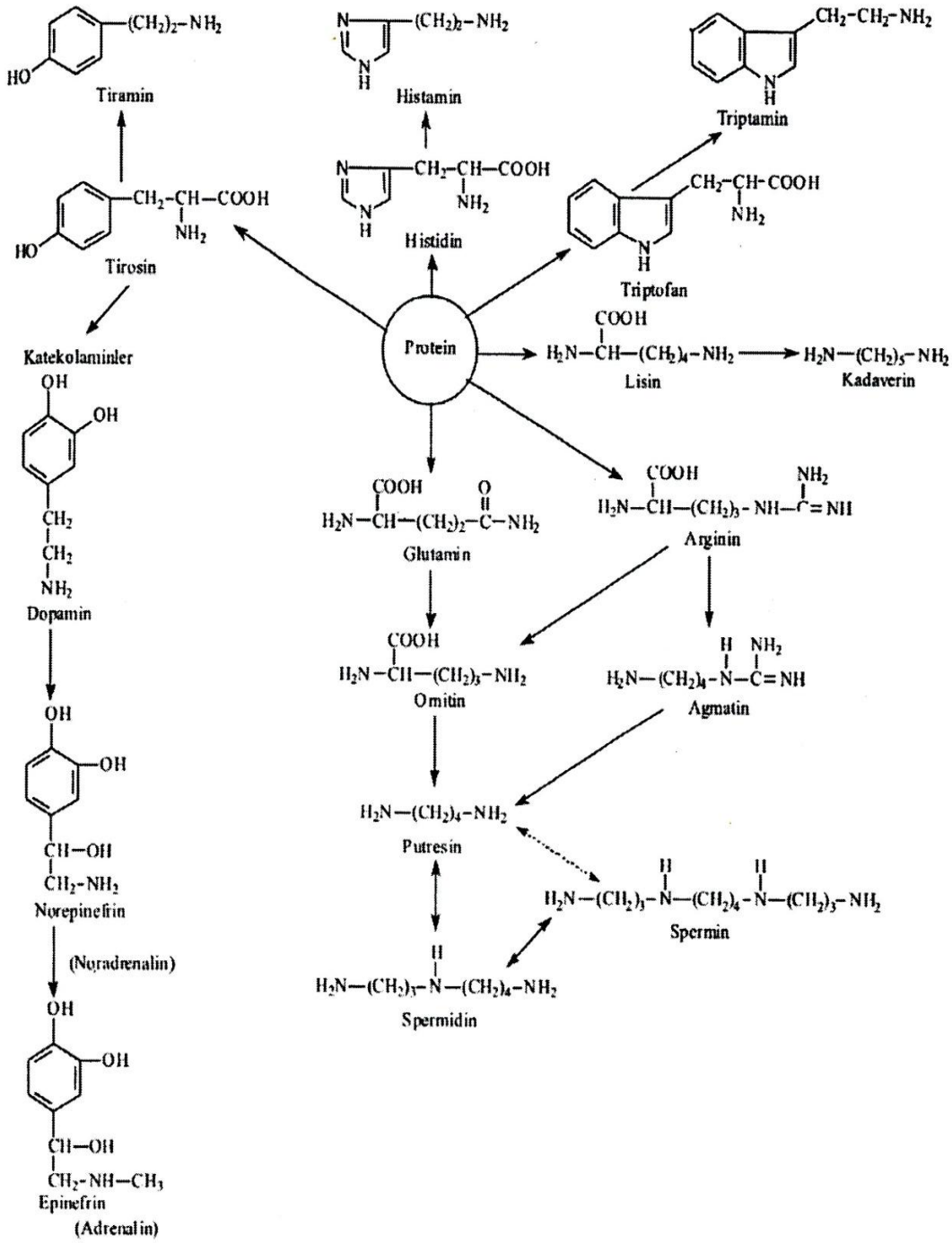
Şekil 2.4. Poliaminlerin sentezi (Kalac and Krausova, 2005).

Poliamin sentezi iki kilit enzim tarafından gerçekleşmektedir. Bunlar ornitin dekarboksilaz (ODC) ve S-adenozil metiyonin dekarboksilaz enzimleridir ve poliaminler metiyonin ve arjininden meydana gelmektedirler. Metiyonin, metil adenosil transferaz (MAT) ile S-adenozil metiyonine dönüşmekte ardından S-adenozil metiyonin dekarboksilaz enzimi ile dekarboksile olmaktadır. Putresinin daha yüksek poliaminlere dönüşebilmesi için ihtiyaç duyduğu aminopropil grupları metiyonin tarafından sağlanmaktadır. Bu sentez aminopropil transferaz enzimleri olan; spermidin sentaz ve spermin sentaz enzimleri tarafından gerçekleştirilmektedir (Kalac and Krausova, 2005).



Şekil 2.5. Biyojen aminlerin oluşumu (Yeğin, 2006).

Amino asitlerden, α -karboksil grubunun uzaklaşması ile aminoasitlerin dekarboksilasyonu gerçekleşmektedir. Biyojen aminler, gıdalarda doğal olarak bulunabildikleri gibi serbest amino asitlerin mikrobiyal enzimlerle dekarboksilasyonu sonucu oluşmaktadırlar (Bodmer, et al., 1999). Dekarboksilaz pozitif mikroorganizmalar ise gıdaya kontaminasyon ile geçmiş olabilirler ya da gıda mikroflorasının doğal bir parçası olarak gıdalarda bulunabilirler (Ten Brink et al., 1999). Şekil 2.6.'de biyojen amin oluşumu metabolik iz yolu görülmektedir (Halasz et al., 1994).



Şekil 2.6. Biyojen amin oluşumunun metabolik iz yolu (Halasz et al., 1994).

2.2.4. Biyojen aminlerin toksisitesi

Biyojen aminler, mikroorganizmalar tarafından doğal olarak üretilirler ve fizyolojik olarak önemli işlevleri bulunmaktadır. Ancak yüksek miktarda tüketilmelerini sonucu toksik etki göstermeleri sebebiyle, biyojen aminlerin alımı insan sağlığı açısından önem taşımaktadır.

Normal koşullar altında biyojen aminler tüketildiğinde aminooksidazlar tarafından detoksifiye edilmektedirler. Aldehitlere dönüşen aminler, asitlere yükseltgenebilir veya alkollere indirgenebilirler (Keşkekoğlu, 2009). Aminooksidazlar; mono aminooksidaz (MAO) veya di aminooksidaz olmak üzere amino gruplarına göre sınıflandırılırlar. Bu enzimler genetik olarak ya da inhibitör etki gösteren maddelerin (alkol veya belirli antidepresan ilaçlar) alımına bağlı olarak işlevsiz hale geldiğinde, biyojen aminler kan dolaşımına katılarak farklı organlarda toksik etkiler göstermektedirler. Mikrobiyal aktivite sonucu yüksek miktarda biyojen amin içeren gıdaların tüketilmesi ve detoksifikasyon mekanizmasının kapasitesinin aşılması toksik etkiler oluşması sıklıkla karşılaşılan sorundur (Alvarez and Moreno-Arribas, 2014).

Histamin zehirlenmesi dünya geneli bir problemdir. 500 mg/kg'ın üzerinde histamin tüketilmesi ile histamin zehirlenmesi meydana gelmektedir. Tiramin zehirlenmesi ise “peynir reaksiyonu” olarak da adlandırılmaktadır ve histamin zehirlenmesine benzer belirtiler göstermektedir (Özdecan ve Üren, 2012). Tiramin alımının 125 mg/kg'ın üzerine çıkmasıyla sağlık sorunlarının yaşandığı belirtilmiştir (Alvarez and Moreno-Arribas, 2014).

Biyojen aminlerin etkileri belirtilerine göre, reaksiyon, intolerans ve zehirlenme olarak sınırlandırılmaktadır. Reaksiyon belirtileri, bulantı, terleme, ciltte döküntüler, tansiyonda dalgalanmalar ve hafif baş ağrısı olarak sıralanabilir. İntolerans belirtileri; kusma, ishal, yüzde kızarıklık, parlak kırmızı döküntüler, solunumda problemler, kalp çarpıntısı, düşük veya yüksek tansiyon gibi daha

güçlü belirtilerdir. Zehirlenmeler ise yüksek tansiyonla birlikte gelişerek kalbe veya sinir sistemine zarar verirler (Alvarez and Moreno-Arribas, 2014).

Ülkemizde dondurulmuş balıklar, taze soğutulmuş balıklar, işlenmiş çift kabuklu yumuşakçalar ve konserve balık ürünleri için histamin limiti belirlenmiştir. Bu limitler Çizelge 2.10.'de görülmektedir.

Çizelge 2.10. Histamin için kabul edilebilir değerler (Anon., 2011).

Ürün grubu	Parametre	İzin verilen Değerler
Taze ve soğutulmuş balıklar	Histamin	m=100 mg/kg M=200mg/kg n=9 c=2
Dondurulmuş balıklar	Histamin	m=100 mg/kg M=200mg/kg n=9 c=2
Çift kabuklu yumuşakçalar	Histamin	m=100 mg/kg M=200mg/kg n=9 c=2
Konserve balıklar	Histamin	m=200 mg/kg M=400mg/kg n=9 c=2

Çizelgede belirtilen n değeri örnek sayısıdır. Histamin analizinin yapılabilmesi için 9 ünite örnek ile çalışılmalıdır. m ve M değerleri arasında histamin içeren kabul edilebilir maksimum örnek sayısı c ile ifade edilmektedir. M'den fazla değer gösteren örnekler kabul edilmez. Bakanlığın istediği takdirde bu örneklerde *Engraulidae*, *Scombridae*, *Clupeidae*, *Coryfenidae*, *Pomatomidae*, *Scombrosidae* familyasına ait türler aranır (Anon, 2011).

2.2.3. Hububat ürünlerinde biyojen aminlerle ilgili yapılmış çalışmalar

Özdestan ve Üren (2013) Türkiye'nin farklı bölgelerinde evlerde üretilen 15 farklı tarhana örneğinde ve piyasada ticari olarak üretilip satılan 5 farklı tarhana örneğinde biyojen amin analizi gerçekleştirmişlerdir. Evlerde üretilen tarhana örneklerinde ortalama 255,97 mg/kg biyojen amin tespit edilmiştir ve bu örneklerde ortalama 38,65 mg/kg histamin bulunmuştur. Ticari olarak üretilen tarhana örneklerinde putresin, kadaverin, spermidin, spermin, histamin ve tiramin tespit edilmiştir. Ticari olarak üretilen tarhana örneklerinde en fazla bulunan biyojen aminin tiramin olduğu gözlenmiş ortalama 55,00 mg/kg tiramin tespit edildiği belirtilmiştir. Gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonuçlarına göre evlerde üretilen ve ticari olarak üretilen tarhana örneklerinin toplam biyojen amin konsantrasyonları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı belirtilmiştir. Sonuçlar her bir biyojen amin açısından değerlendirildiğinde ise sadece kadaverin konsantrasyonu açısından evlerde üretilen ve ticari olarak üretilen tarhana örneklerinde anlamlı bir fark gözlemlenmiştir.

Keşkekoğlu ve Üren (2013) tarhananın fermentasyonu ve depolanması sırasında biyojen amin oluşumunu incelemişlerdir. İlk 14 günü fermentasyon olmak üzere 94 günlük süreçte tarhanada pH, toplam asitlik, toplam kuru madde, biyojen amin analizleri ile LAB sayımı gerçekleştirilmiştir. Tiramin, putresin, kadaverin tarhanada başlıca bulunan biyojen aminler olarak belirtilmiş ve bu biyojen aminlerin konsantrasyonlarındaki değişiminin asitlik ve LAB sayısının değişimi ile aynı eğilimi gösterdiği belirtilmiştir. Bu biyojen aminlerin dışında spermin, spermidin ve histamin konsantrasyonlarının çok düşük olduğu gözlemlenmiştir. Depolama sürecinde bazı biyojen aminlerin konsantrasyonlarında artışın ise depolama boyunca gelişen mikroorganizmalar sebebiyle meydana gelmiş olabileceği belirtilmiştir.

Fermente hububat ürünlerinden olan bozada gerçekleştirilen biyojen amin analizinde, tiramin miktarının diğer aminlere göre yüksek miktarda olduğu belirtilmiştir. Boza örneklerinin tiramin konsantrasyonları, 12,7 ile 65,0 mg/kg arasında olduğu ve ortalama 36,4 mg/kg tiramin içerdiği bildirilmiştir (Yeğin and Üren, 2008).

2.2.4. Antioksidan kullanımı ile biyojen amin oluşumunu azaltmaya yönelik yapılan çalışmalar

Özoğul et al. (2011) adaçayı ve biberiye ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin biyojen amin oluşumuna etkisini, vakum paketlenmiş sardalyalarda 20 gün boyunca incelemişlerdir. Kullanılan ekstraktların etkisinin spesifik bir amine ve depolama süresine bağlı olduğunu buna rağmen, ekstraktlarda bulunan fenolik bileşiklerin sardalya kaslarında biyojen amin birikimini azalttığını belirtmişlerdir. Putresin ve kadaverinin en çok bulunan biyojen aminler olduğunu ve depolama periyodunun sonunda sardalyaların putresin ve kadaverin içeriğinin, kontrol grubuna göre 100 kat daha az olduğunu gözlemlemişlerdir. Buna göre adaçayı ve biberiye ekstraktlarının sardalya kaslarında histamin, putresin ve kadaverin birikimini inhibe etme potansiyeli olduğunu ve ticari gıda ürünlerinde, gıda kalitesi ve güvenliğini sağlamak amacıyla kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Jambon yapımında yeşil çay ekstraktı, kekik yağı ekstraktı ve bunların kombinasyonunun kullanıldığı çalışmada putresin, histamin, triptamin ve tiramin oluşumu incelenmiştir. Yeşil çay ekstraktı ve kekik yağı ekstraktının fenolik madde içeriği belirlenmiştir. En az biyojen amin oluşumu yeşil çay ve kekik yağı ekstraktı kombinasyonunun uygulandığı örneklerde görülmüş bunu yeşil çay ekstraktının ilave edildiği örnekler takip etmiştir. Yeşil çay ekstraktının antioksidan aktivitesinin kekik yağı ekstraktından fazla olması bu durumun sebebi olarak gösterilmiştir (Abu-Salem et al., 2011).

Bozkurt (2006a) tarafından yapılan bir çalışmada sucukların olgunlaşma süresinde, doğal ve sentetik antioksidanların biyojen amin oluşumuna etkisi incelenmiştir. Yeşil çay ekstraktı ve *Thymbra spicata* yağı doğal antioksidanlar olarak ve butillendirilmiş hidroksi toluen (BHT) ise sentetik antioksidan olarak sucuk yapımında kullanılmış ve üçünün de sucuklarda putresin, histamin, tiramin oluşumunu azalttığı belirtilmiştir. Analiz edilen üç biyojen amin için de konsantrasyonların şu sıra ile azaldığı belirtilmiştir; kontrol örnekleri, BHT içeren örnekler, yeşil çay ekstraktı ve *T.spicata* yağı içeren örnekler, yeşil çay ekstraktı içeren örnekler. Kullanılan antioksidanlar arasında yeşil çay ekstraktının en etkili antioksidan olduğu sonucu elde edilmiş ve doğal antioksidanların BHT'den daha etkili olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar çerçevesinde gıda güvenliği sağlamak ve ürün kalitesini geliştirmek amacıyla doğal antioksidanlardan yararlanmanın mümkün olduğu vurgulanmıştır. Bozkurt (2006b) benzer bir çalışmada sucuklara sumak ekstraktı ve BHT ilavesinin biyojen amin oluşumuna etkisini incelemiştir. Sumak ekstraktının putresin oluşumunu BHT'den daha fazla azalttığı ancak histamin oluşumunda anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmiştir. En yüksek tiramin konsantrasyonunun kontrol örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Sumak ekstraktının içerdiği flavonoid, tanenler ve esansiyel yağlar sebebiyle yüksek antioksidan ve antibakteriyel özellik gösterdiği bu sebeple de gıdalarda alternatif kullanım alanları bulabileceği belirtilmiştir.

2.3. Nar Çekirdeği Ekstraktı

Nar, tropik ve subtropik bölgelerde yetişen ve çok eski zamanlardan beri tüketilen bir meyvedir. Bazı hastalık risklerini azaltan grupları içermesinden dolayı bu meyveye olan ilgi gittikçe artmaktadır ve fonksiyonel bir gıda olduğu düşünülmektedir (Çam et al., 2009). Taze olarak tüketilmesinin yanı sıra meyve suyu, ekşi şarap gibi ürünlere işlenebilmektedir. Bu ürünlerin üretiminden sonra posa olarak çıkan kısmın önemli bir bölümünü nar çekirdeği oluşturmaktadır. Nar meyvesinin çekirdekleri çeşitlere bağlı olarak kilogram meyve ağırlığı başına 40 ile 100 gram arasında değişmektedir. Çekirdekler kuru madde üzerinden %6,63-19,3 lipit içermektedir. Lipitlerin yanı sıra çekirdekte lignin, selüloz ve polisakaritler de bulunmaktadır (Çam, 2009). Nar çekirdeğinin yağ içeriğinin

çeşit, yetiştirme koşulları, iklim gibi birçok faktöre bağlı olarak % 6,63- 19,3 arasında değiştiği bildirilmektedir. Nar çekirdeği ve çekirdek yağının sağlık amaçlı kullanılabilirliği ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır (Gölükcü vd., 2005). Gölükcü vd. (2005) yaptıkları çalışmada, ülkemizde üretimi en fazla yapılan çeşit olan Hicaznar çeşidi nar çekirdeğinde çeşitli kimyasal analizler gerçekleştirmişlerdir. Bu analizlerin sonucunda nar çekirdeğinin kimyasal bileşimini, mineral madde kompozisyonu ve yağ asitleri dağılımını belirlemişlerdir. Elde etmiş oldukları sonuçlara göre nar çekirdeğinin kimyasal bileşimini Çizelge 2.11.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.11. Nar çekirdeğinin kimyasal bileşimi (Gölükcü vd., 2005)

Bileşen	Ortalama $\pm$Standart Sapma
Kuru madde (%)	50,93 $\pm$ 0,56
Yağ (g /100g)	21,25 $\pm$ 0,93
Protein (g/100g)	37,10 $\pm$ 0,82
Kül (g/100g)	2,44 $\pm$ 0,08
Fenolik madde (mg/g)	7,20 $\pm$ 0,08

Çizelge 2.11. incelendiğinde nar çekirdeğinin yağ, protein ve mineral madde açısından önemli bir kaynak olduğu düşünülebilir. Araştırmada nar çekirdeğinin protein içeriğinin yüksek olduğu ve insan beslenmesi açısından önemli bir kaynak olabileceğini göstermektedir. Mineral madde analizi sonucunda nar çekirdeğinde fosforun en yüksek oranda bulunan element olduğunu, onu kalsiyum ve magnezyumun takip ettiğini bildirmişlerdir. Çizege 2.12.'de nar çekirdeğinin mineral madde içeriği görülmektedir (Gölükcü vd., 2005).

Çizelge 2.12. Nar çekirdeğinin mineral madde içeriği (Gölükcü vd., 2005).

Mineral Madde	Ortalama $\pm$Standart Sapma (mg/kg)
Fosfor	3306 $\pm$ 66,85
Kalsiyum	2207 $\pm$ 75,05
Magnezyum	949 $\pm$ 36,64
Potasyum	949 $\pm$ 37,25
Sodyum	240 $\pm$ 13,79
Demir	67,12 $\pm$ 3,25
Çinko	48,01 $\pm$ 2,11
Bakır	35,04 $\pm$ 2,60
Mangan	22,94 $\pm$ 0,64

Nar suyu ve nar kabuğu, ellagik asit, gallik asit gibi polifenollerini önemli ölçüde içermektedir ve terapötik özellikleri sebebiyle gıda formülasyonlarında kullanılmaktadır. Nar kabuğu antioksidanlar açısından iyi bir kaynaktır. Antioksidanlar, yağ içeren gıdalara eklendiğinde lipid peroksidasyonunu geciktirerek ürünün raf ömrünü uzatmaktadırlar. Yağlarda ve yağlı gıdalarda lipid peroksidasyonu sadece kimyasal bozulmaya ve aynı zamanda karsinogenik ve mutajenik etkiler ile ilişkilendirilen peroksil ve hidroksil radikallerinin oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle gıdalara polifenollerin eklenmesine ilişkin çalışmalar artmaktadır (Yasoubi et al., 2007). Bunun dışında nar kabuğu ekstraktlarının antibakteriyel, antifungal, antiviral, aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Nar kabuğunun işlenmesiyle elde edilen ekstraktın gerek gram-negatif gerekse de gram-pozitif bakterilere karşı geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu yapılan in vitro çalışmalarla ortaya konmuştur. Nar kabuğu ekstraktının antimikrobiyal etkisinin; yapısında bulunan

gallotanenler ve ellagitanenler gibi hidrolize olabilir tanenlerden ileri geldiği ifade edilmektedir (Sarica, 2011).

Tunç et al. (2013) tarafından gerçekleştirilen, nar kabuklarından hazırlanan ekstraktların antibakteriyel aktivitesinin araştırıldığı çalışmada test mikroorganizmalarına karşı meydana gelen inhibisyon zon çapı ölçümleri yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre ekstraktların gösterdiği en yüksek inhibitör etkinin *Staphylococcus aureus* ve *Staphylococcus epidermidis* bakterilerine karşı olduğu gözlenmiştir.

Altunkaya et al. (2013) fonksiyonel ekmek üretmek amacıyla yaptıkları çalışmada, ekmek formülasyonunda buğday unu ile nar kabuğu tozunu % 2,5, 5 ve 10 oranlarında yer değiştirmişler, son ürünün antioksidan aktivitesi, oksidatif stabilitesi ve peroksit değerini belirlemişlerdir. En düşük peroksit içeriğine ve en yüksek radikal süpürücü özelliğe nar kabuğu tozunu en yüksek oranda içeren ekmek örneklerinde rastlandığını gözlemlemişlerdir. %10 oranında nar kabuğu tozu içeren örneğin en yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir. Renk, aroma tekstür, tat ve ağız hissi açısından %2,5 nar kabuğu tozu içeren örneğin kabul edilebilir değerlerde olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Tarhana örneklerinin hazırlanması

Tarhana formülasyonunda kullanılan un, kese yoğurdu, tuz İzmir'deki yerel marketlerden; domates, biber, soğan ve baharatlar ise Bornova semt pazarından temin edilmiştir.

Çalışmada Balen marka (Türkiye) nar çekirdeği ekstraktı kullanılmıştır. Çizelge 3.1.'de tarhana örneklerinin formülasyonları görülmektedir.

Çizelge 3.1. Tarhana formülasyonları

Kullanılan Malzemeler	1. örnek	2.örnek	3.örnek	4.örnek
	A (Kontrol Grubu)	B (%0,5 NÇE içeren grup)	C (%1 NÇE içeren grup)	D (%2 NÇE içeren grup)
	(g)	(g)	(g)	(g)
Domates	450	450	450	450
Biber	350	350	350	350
Soğan	300	300	300	300
Yoğurt	250	250	250	250
Un	1000	995	990	980
Tuz	20	20	20	20
Ekmek Mayası	20	20	20	20
Nar çekirdeği ekstraktı	-	5	10	20

Çizelge 3.1.'de içerikleri belirtilen örneklerin üretimi 2 tekrar olarak gerçekleştirilmiştir.

Domates, soğan ve biber doğranıp pişirilmiştir. Karışım soğutulup süzгідen geçirilmiştir. Daha sonra un, yoğurt, tuz ve ekmek mayası eklenerek yoğurulmuş ve 15 gün oda sıcaklığında fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon süresince, ilk bir hafta günde iki kez, ikinci hafta ise günde bir kez olmak üzere her gün yumruklanarak karıştırılmıştır. 15 gün sonunda hamur küçük parçalara ayrılarak temiz bir bez üzerine serilmiştir. Bu parçalar ufalanarak tel elekten geçirilmiş ve un haline gelen tarhana kurumaya bırakılmıştır.

Kurutulan tarhanalar bez torbalarda oda sıcaklığında (20 °C) depolanmıştır. Örnekler 6 ay boyunca 20 °C'de depolanmıştır. Tarhana örneklerinde belirtilen analizler, depolama süresinde 0. ay, 1. ay, 2. ay, 4. ay ve 6. ay'da gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.2 de tarhana örnekleri, yapılan analizler, analiz zamanları belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Tarhana örnekleri, gerçekleştirilen analizler ve analiz zamanları

Tarhana Örnekleri			
1. Üretim (A)	2. Üretim (B)	3. Üretim (C)	4. Üretim (D)
Kontrol örneği (Nar çekirdeği ekstraktı içermemektedir.)	%0,5 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren tarhana	%1 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren tarhana	%2 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren tarhana
*Üretimler 2 tekrar olarak gerçekleştirilmiştir.			
Analizlerin yapılacağı zaman	Gerçekleştirilen Analizler		
Üretim Sonrası	Biyogen Amin Analizi Mineral Madde Analizi Serbest Aminoasit Analizi Asitlik Analizi pH Analizi Kuru madde Analizi Kül Analizi Renk Analizi DPPH ile Antioksidan Aktivite Tayini Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi *Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.		
0. ay			
Depolama (20 °C) boyunca	Biyogen Amin Analizi Serbest Aminoasit Analizi Asitlik Analizi pH Analizi Kuru madde Analizi Kül Analizi Renk Analizi DPPH ile Antioksidan Aktivite Tayini Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi *Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.		
1. ay, 2.ay, 4.ay, 6. ay			

3.1.2. Kullanılan kimyasallar

Trikloroasetik asit (TCA), dietileter (HPLC saflıkta), metanol (HPLC saflıkta), asetonitril (HPLC saflıkta), susuz sodyum sülfat, sodyum asetat tri hidrat, hidroklorik asit, asetik asit, nitrik asit, hidrojen peroksit, sodyum klorür, sodyum hidroksit, ninhidrin, L-lösin, Folin-Ciocalteu reaktifi Merck firmasından, gallik asit, DPPH (1,1- Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical), benzoilchlorür Sigma firmasından temin edilmiştir.

Kullanılan Biyojen Amin Standartları

- Putresin dihidroklorür : Fluka
- Kadaverin: Sigma
- Triptamin: Sigma
- β -feniletilamin: Sigma
- Spermidin: Sigma
- Spermin: Sigma
- Histamin dihidroklorür: Sigma
- Tiramin: Sigma
- 1,7-diaminoheptan (İç Standart): Sigma

3.2. Yöntem

3.2.1.Kullanılan cihazlar:

- HPLC Cihazı: Biyojen aminlerin belirlenmesi amacıyla Agilent Technology 1260 Infinity model HPLC cihazı kullanılmıştır.
- Ultrasonik su banyosu: HPLC cihazında kullanılan mobil fazın degaz edilmesi amacıyla Selectra 10K model ultrasonik su banyosu kullanılmıştır.

- pH metre: Hanna Instrument 9124 model pH metre; tarhana örneklerinin pH analizlerinin gerçekleştirilmesinde ve biyogen amin analizinde kullanılan mobil fazın pH'sının ayarlanmasında kullanılmıştır.
- Santrifüj: Biyogen amin ve toplam serbest amino asit analizlerinin ekstraksiyon basamaklarında faz ayrımının sağlanması amacıyla Sigma 4-165 model santrifüj cihazı kullanılmıştır.
- Spektrofotometre: Toplam serbest amino asit, toplam fenolik madde miktarı ve DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite analizlerinde Agilent Cary 60 UV- Görünür Bölge spektrofotometresi kullanılmıştır.
- Mikrodalga Yaş Yakma Ünitesi: Mineral madde analizi için yakma işlemi CEM marka Discover SP-D80 model mikrodalga yaş yakma ünitesinde gerçekleştirilmiştir.
- ICP-OES: Mineral madde analizleri Perkin Elmer Optima 8000DV model ICP-OES cihazında gerçekleştirilmiştir.
- Hunter kolorimetresi: Hunter Lab Color Flex CFLX 45-2 model kolorimetre renk analizinde tarhana örneklerinin L*, a* ve b* değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.
- Vorteks karıştırıcı: Biyogen amin analizinde türevlendirme aşamasında, toplam serbest amino asit analizinde örnek hazırlamada homojen bir karışım elde edilmesi amacıyla Velp Scientifika model vorteks karıştırıcı kullanılmıştır.
- Otomotik Büret: Tarhana örneklerinin asitliğinin belirlenmesi için yapılan titrasyon işlemi Brand Tittrette Class A model otomatik büret ile gerçekleştirilmiştir.
- Su Banyosu: Toplam serbest amino asit, toplam fenolik madde miktarı ve DPPH ile antioksidan aktivite analizlerinin ekstraksiyon işleminde kullanılmıştır.
- Kül Fırını: Kül analizinde yakma işlemi Protherm marka kül fırınında 600°C'de gerçekleşmiştir.
- Analitik terazi: Tüm tartım işlemleri Ohaus Discovery DV 215 marka analitik terazide gerçekleşmiştir.

- Etüv: Binder GmbH marka etüv tarhana örneklerinin kuru maddelerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.
- Çalkalayıcı: Biosan OS-20 marka çalkalayıcı biyojen amin ve toplam serbest amino asit analizinde ekstraksiyon basamağında kullanılmıştır.
- Buzdolabı: Hazırlanan stok çözeltisinin ve diğer tüm çözeltilerin saklanması için sıcaklığı +4°C'ye ayarlanmış Uğur marka buzdolabı kullanılmıştır. Ayrıca örnekleme programına göre örnekleme zamanı gelen numuneler, analize alınca kadar ve analizden sonra -20°C sıcaklıktaki Uğur marka buzdolabında muhafaza edilmiştir.
- Ultra Saf Su Cihazı: Tüm analizlerde Human Corporation Zeneer marka saf su cihazından elde edilen su kullanılmıştır.

3.2.2.Kimyasal analizler

pH analizi

Tarhana örneklerinde pH analizi Erbaş et al. (2006)'a göre yapılmıştır. 6 g tarhana örneği 40 ml saf su ile blendır yardımıyla 2 dk boyunca homojenize edilmiştir. Daha sonra digital pH metre kullanılarak her bir örneğin pH'sı saptanmıştır. Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Asitlik analizi

Tarhana örneklerinde asitlik analizi İbanoğlu et al. (1999)'a göre yapılmıştır. 5 g tarhana tartılmış 50 ml su ile blendır yardımıyla 2 dk boyunca homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnek 5-6 damla fenolftalein indikatörlüğünde ayarlı 0,1 N NaOH ile pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Sonuçlar laktik asit cinsinden % (w/w) olarak hesaplanmıştır. Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Kuru madde analizi

Tarhana örneklerinde kuru madde analizi İbanoğlu et al. (1999)'a göre yapılmıştır. Sabit tartıma getirilmiş nem kapları içerisinde 5 g tarhana örneği hassas terazide tartılarak 105 °C'deki etüvde sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Ağırlık değişimine dayanarak gravimetrik yöntemle örneklerin nem içeriği %(w/w) olarak hesaplanmıştır. Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Kül analizi

Kül miktarı gravimetrik yöntemle, örnek kül fırınında 600°C'de yakılarak belirlenmiştir. (AOAC, 1990). Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Toplam serbest amino asit analizi

Toplam serbest amino asit analizi Folkertsma and Fox (1992)'ye göre yapılmıştır. Yöntem sulu faza geçirilen serbest amino asitlerin Cd-ninhidrin çözeltisi ile oluşturduğu pembe rengin 507 nm'deki absorbansının okunmasına dayanmaktadır. Bunun için 10 g tarhana örneği 50 ml 0,1 M HCl ile homojenize edilmiştir. 15 dakika çalkalayıcıda karıştırılıp, 40 °C'deki su banyosunda 1 saat bekletilerek, amino asitlerin sulu faza geçişi sağlanmıştır. Santrifüj edilen örnekler mavi bant süzgeç kağıdından süzülmüştür. Süzüntüden 0,3 ml alınarak, saf su ile hacmi 2 ml'ye tamamlanmıştır. Üzerine 4 ml Cd-ninhidrin çözeltisi eklenmiştir. Vorteks karıştırıcıda 2000 devir/dk'da karıştırıldıktan sonra 5 dk 84 °C'deki su banyosunda bekletilmiştir. Soğutulup santrifüj edilen örneklerin üstteki berrak kısmının absorbans değeri 507 nm'de spektrofotometrede belirlenmiştir. Örneklerin serbest amino asit yüzdeleri (w/w) L-lösin cinsinden hesaplanmıştır. Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

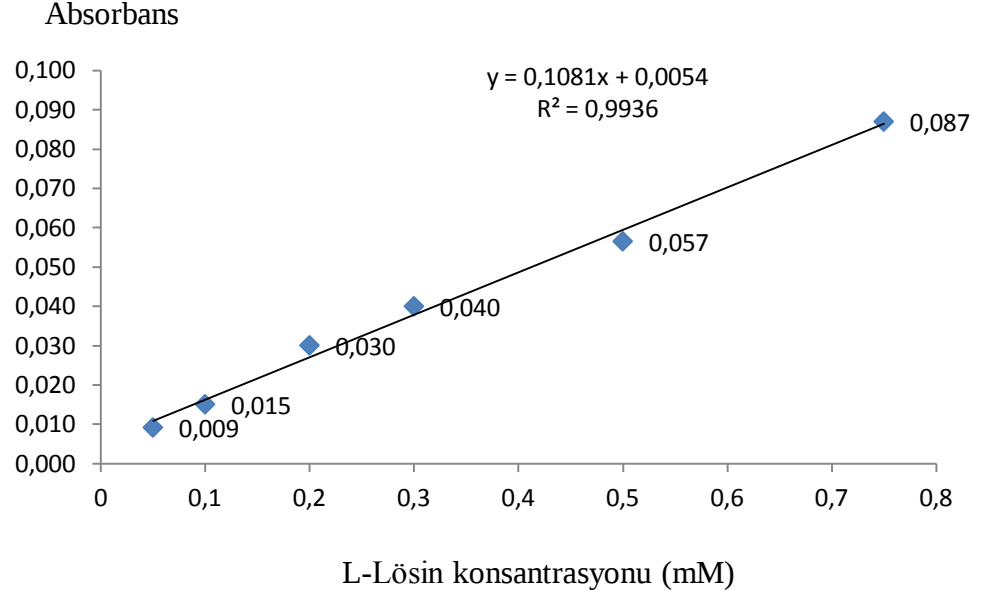
Cd- ninhidrin çözeltisinin hazırlanması

0,8 g ninhidrin tartılır, üzerine 80 ml %99'luk etanol, 10 ml derişik asetik asit ve 1 ml 1000 ppm'lik Cd çözeltisinden eklenir ve karıştırılır.

Analizde örnekten gelen rengin neden olduğu hatayı engellemek için 1. Şahit çözelti, Cd-ninhidrin çözeltisinden gelen rengin neden olduğu hatayı engellemek için de 2. Şahit çözelti kullanılmıştır. Birinci şahit çözelti her örnek için ayrı olup, 4 ml Cd-ninhidrin çözeltisi yerine; etanol, asetik asit ve Cd çözeltisinden 4 ml konularak hazırlanmış ve yukarıdaki işlemler gerçekleştirilmiştir. İkinci şahit çözeltide ise örnek yerine saf su kullanılarak belirtilen işlemler yapılmış 507 nm'deki absoransı belirlenmiştir.

Standart L- Lösin çözeltisi ile kalibrasyon grafiğinin hazırlanması

131,2 mg L-lösin tartılarak, saf su ile 100 ml'ye seyreltilerek 10 M'lık stok L-lösin çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltiden 5 ml alınıp 50 ml'ye seyreltilerek ara stok çözeltisi hazırlanmıştır. Ara stok çözeltiden 0,05 mM, 0,1 mM, 0,2 mM, 0,3 mM, 0,5 mM ve 0,75mM konsantrasyonlarında 2 ml hacimde L-lösin standartları hazırlanarak üzerlerine 4ml Cd-ninhidrin çözeltisi ilave edilmiştir. Vorteks karıştırıcıda 2000 devir/dk'da karıştırıldıktan sonra 5 dk 84 °C'deki su banyosunda bekletilmiştir. 5 dk süreyle soğutulan standartlardaki oluşan pembe rengin 507 nm'deki absorans değeri belirlenerek Şekil 3.1.'deki kalibrasyon grafiğı çizilmiştir.

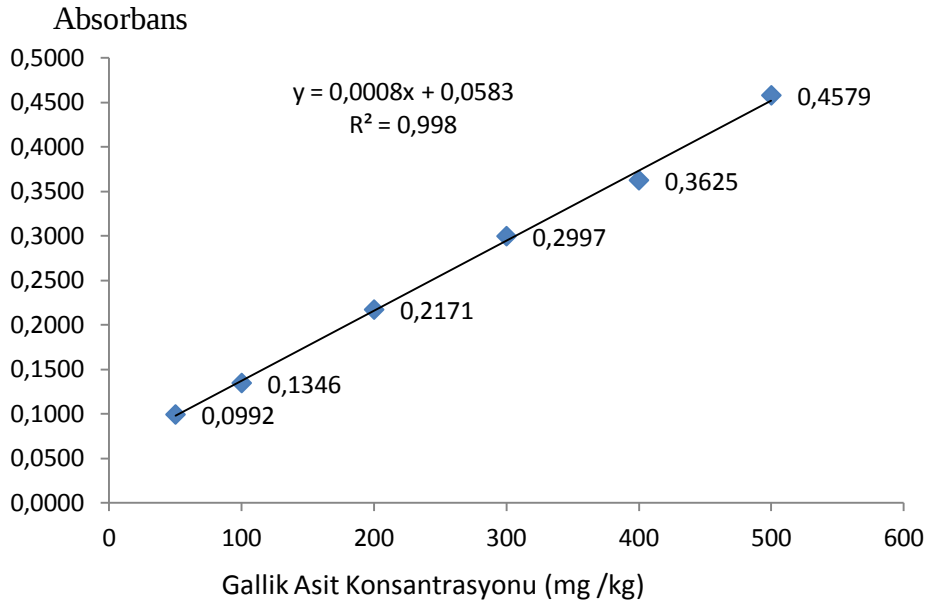


Şekil 3.1. L-Lösin kalibrasyon grafiği

Toplam fenolik madde miktarı analizi

Tarhana örneklerinde toplam fenolik madde miktarı analizi Xu and Chang (2007) tarafından kullanılan yöntem modifiye edilerek yapılmıştır. Buna göre 5 g tarhana örneği 50 ml metanol ile homojenize edilerek 40 °C'deki su banyosunda 60 dk boyunca bekletilmiştir. Her 15 dk'da bir çalkalanmıştır. 2000 devir/dk hızla 5 dk santrifüj edilen örnekler süzölmüştür. Elde edilen ekstrakttan 50 µl alınarak üzerine 3 ml su, 250 µl Folin Ciocalteu reaktifi ve 750 µl %7'lik (w/v) Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiştir. Vorteks cihazında karıştırılarak 8 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra karışıma 950 µl su eklenerek 2 saat daha oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda 760 nm'de spektrofotometrede absorbansı saptanmıştır. Gallik asit standart çözeltisi kullanılarak hazırlanan kalibrasyon grafiği ile gallik asit cinsinden toplam fenolik madde miktarı belirlenmiştir. Stok çözelti hazırlamak amacıyla 100 mg gallik asit tartılarak metanol ile 100 ml'ye seyreltilmiştir. 1000 mg/kg'lık bu stok çözeltiden 500 mg/kg, 400 mg/kg, 300 mg/kg, 200 mg/kg, 100 mg/kg ve 50 mg/kg

konsantrasyonlarında gallik asit çözeltileri hazırlanarak kalibrasyon grafiği oluşturmak üzere kullanılmıştır. Örnek ekstraktı yerine, standart çözeltiler kullanılarak, spektrofotometrede absorbanslar belirlenmiştir ve Şekil 3.2.'de görülen gallik asit standart çözeltilerine ait kalibrasyon grafiği çizilmiştir.



Şekil 3.2. Gallik asit çözeltisi kalibrasyon grafiği

DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite analizi

Tarhana örneklerinin antioksidan kapasitesinin ölçümü Brand-William et al. (1995)'e göre yapılmıştır. Beş g tarhana örneği 50 ml metanol ile homojenize edilerek 40 °C'deki su banyosunda 60 dk boyunca bekletilmiştir. Her 15 dk'da bir çalkalanmıştır. 2000 devir/dk hızla 5 dk santrifüj edilen örnekler süzölmüştür. Elde edilen ekstraktan 100 µl alınarak üzerine 2 µl günlük olarak hazırlanan 6×10^{-5} M DPPH (1,1- Diphenyl-2-picrylhydrazyl radical) reaktifinden eklenmiştir. Elde edilen karışım vortekslenmiş ve 20 dk karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin 515 nm dalga boyundaki absorbansları spektrofotometrede belirlenmiştir. Kör çözelti olarak saf metanol kullanılmıştır.

Kontrol çözeltisi için ise 100 µl örnek ekstraktı yerine aynı miktarda saf su kullanılmıştır. Analizler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar % inhibisyon cinsinden verilmiştir.

$$\% \text{ inhibisyon} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}}$$

A_{kontrol} : Kontrol çözeltisinin absorbansı

$A_{\text{örnek}}$: Örneğin absorbansı

Renk Analizi

Renk analizi Özdestan ve Üren (2011)'e göre yapılmıştır. Tarhana örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri Hunter kolorimetresi kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz, her ölçüm öncesi siyah ve beyaz yüzey ile standardize edilmiştir. Numuneler renk kabına konularak CIE L^* , a^* ve b^* değerleri belirlenmiştir.

3.2.3. Biyojen amin analizi

Biyojen amin standartlarının hazırlanması

Yapılan literatür çalışmaları dikkate alınarak tarhanalarda en çok oluşumu gözlenen putresin, kadaverin, spermin, spermidin, histamin ve tiramin biyojen aminlerinin analizleri gerçekleştirilmiştir. Bunun için öncelikle stok standart karışım hazırlanmıştır. Stok standart karışım için Çizelge 3.3.'de verilen miktarlarda tartılan biyojen amin standartları 0,2 M HCl ile çözünerek, hacmi 100 ml'ye tamamlanmıştır. Bu karışımdan 4 ml alınarak 25 ml'ye seyreltilmiş böylelikle standart çalışma çözeltisi hazırlanmıştır. Standart çalışma çözeltisi günlük olarak hazırlanmış ve tarhanalarda biyojen amin analizinde kullanılmıştır.

Standart çalışma çözeltisinin dışında iç standart olarak 1,7-diaminoheptan çözeltisi kullanılmıştır. 26,9 mg tartılan 1,7-diaminoheptan 0,1 M HCl ile çözünerek hacmi 50 ml'ye tamamlanmıştır. Bu çözelti türevlendirme öncesinde örnek ekstraktlarına ilave edilerek kullanılmıştır.

Stok karışım ve diğer çözeltiler +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.3. Stok standart karışım hazırlanmasında kullanılan biyojen amin standartları

Biyojen Amin	Miktar (mg)
Putresin	19,48
Kadaverin	48,70
Spermin	53,80
Spermidin	36,40
Histamin	40,94
Tiramin	203,80
1,7-diaminoheptan (iç standart)	26,90

Tarhana örneklerinin hazırlanması

Tarhana örneklerinde biyojen amin analizi Özdestan ve Üren (2009)'a göre yapılmıştır. Biyojen aminlerin ekstraksiyonu için %5'lik (w/v) TCA kullanılmıştır. Tarhana örneklerinden 5 g tartılarak üzerlerine 50 ml %5'lik TCA çözeltisinden 50 ml ilave edilmiş ve 2 dk süre ile blendırla homojenize edilmiştir. Daha sonra biyojen aminlerin sulu faza geçebilmesi amacıyla örnekler 15 dk süre ile orbital çalkalayıda 200 devir/dk hızla karıştırılmıştır. Karıştırma sonunda örnekler santrifüj tüpüne alınarak 2000 devir/dk'da 5 dakika süreyle santrifüj

edilmiştir. Üstteki sıvı faz alınarak mavi bant süzgeç kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden belirli hacimde alınarak türevlendirilmiştir.

Tarhana örneğlerinin türevlendirilmesi

Ekstraksiyon işlemi ile elde edilen süzöntüden şilifli bir tüpe 2 ml alınıp üzerine 0,1 ml iç standart (1,7-diaminoheptan) çözeltisi, 0,5 ml saf su ilave edilmiştir. Türevlenme işlemi bazik ortamda gerçekleştiğı için tüpe 2 ml 2 M NaOH ilave edilmiştir. 100 µl benzoil klorür eklenerek 5 dk 2000 devir/dk hızla vorteks karıştırıcıda karıştırılmış ve sürenin sonunda 1,5 ml asetronitril ilave edilmiştir. Tekrar vorteks karıştırıcıda 2000 devir/dk hızla 30 sn süre ile karıştırılarak 25°C’de 10 dk süre ile türevlendirilmeye bırakılmıştır. Türevlendirmeyi durdurmak amacıyla süre sonunda 1,5 g NaCl tüpe eklenerek vorteks karıştırıcıda 2000 devir/dk’da karıştırılmıştır. Biyojen amin türevleri 3 kez 4 ml dietileter ile ayırma hunisinde 1 dk çalkalanarak, dietileter içeren fazlar başka bir tüpte toplanmış ve üzerine bir miktar susuz sodyum sülfat ilave edilerek 5 dk beklenmiştir. Eter fazı başka bir tüpe alınarak azot gazı altında uçurulmuştur. Tüpteki kalıntı 1 ml metanolle çözölerek 0,45 µm’lik filtreden geçirilmiş ve viale alınarak HPLC cihazına enjeksiyon verilmiştir.

Türevlendirme işlemi her bir tarhana örneğı için 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Her aya ait kontrol örneğlerinde (A) ve %1 oranında nar çekirdeğı ekstraktı içeren tarhana örneğlerinde (C) standart katma yöntemi ile çalışma yapılmıştır. Tüm örneğlere ve standart katma yapılmış örneğlere, iç standart ilavesi yapılmıştır. Standart katma yöntemi ile çalışılan numunelerde, hacim farklılıklarından kaynaklanabilecek hataları önlemek amacıyla türevlendirme basamağında 0,5 ml su yerine 0,25 ml su ve 0,25 ml standart çalışma çözeltisi ilave edilmiştir. Diğer işlem basamakları yukarıda belirtildiğı şekilde gerçekleşmiştir.

Kromatografik koşullar

Biyojen aminlerin benzoil türevlerinin HPLC ile belirlenmesi aşağıda belirtilen koşullar altında gerçekleşmiştir.

Akış hızı: 1,0 ml/dk

Pompa: Dereceli elüsyon pompası

Enjeksiyon miktarı: 10 µl

Kolon: Waters, C₁₈, 10µm; 3,9 × 300mm

Kolon sıcaklığı: 20°C

Dedektör: DAD dedektör, λ= 254 nm

Mobil Faz: (A) Asetat tamponu (%60) – Metanol (%40)

(B) Metanol

HPLC cihazının (A) hattına bağlanan asetat tamponu- metanol çözeltisinin hazırlanması için; 4,0824 g sodyum asetat trihidrat bir miktar suda çözünüp hacmi 600 ml'ye tamamlanmış ve üzerine 400 ml HPLC saflıkta metanol ilavesi yapılmıştır. Elde edilen çözeltinin pH'sı seyreltik HCl ve/veya NaOH çözeltisi kullanarak 8'e ayarlanmıştır. pH'sı ayarlanan çözelti Whatman mavi bant süzgeç kağıdından süzölmüş ve degaz işlemi için ultrasonik su banyosunda 10 dk bekletilmiştir. Degaz işlemi sonunda HPLC sistemine bağlanmıştır. (B) hattında solvent olarak metanol kullanılmış degaz işleminden sonra sisteme bağlanmıştır. Yeğin (2006) tarafından kullanılan dereceli elüsyon programı ile biyojen aminlerin benzoil türevlerinin ayrımı sağlanmıştır. Dereceli elüsyon programı Çizelge 3.4.'de görölmektedir.

Çizelge 3.4. Dereceli elüsyon programı

Zaman (dk)	%A (v/v)	%B (v/v)
0	90	10
4	70	30
10	70	30
12	60	40
16	40	60
19	30	70
22	0	100
24	0	100
30	90	10
32	90	10

3.2.4. Mineral madde analizi

Mineral madde analizi Anon. (1998)'e göre yapılmıştır. 0,5 g tarhana numuneleri 30 ml'lik kuartz yakma tüpüne tartılmıştır. Üzerine 5 ml %65'lik HNO₃ ve 1 ml %30'luk H₂O₂ eklenmiştir. İçine manyetik bar atılarak yarım saat çeker ocakta gaz çıkışı için beklenmiştir. Tek kullanımlık silikon kapakları kapatılarak mikrodalga yaş yakma ünitesinin otomatik örnek hazırlama ünitesine yerleştirilip uygun metot seçilerek yakma işlemi yapılmıştır. Yakma işlemi bittikten sonra santrüfuj tüpüne aktarılan örneklerin hacmi %65'lik HNO₃ ile 20 ml'ye tamamlanarak ICP-OES (indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometresi) cihazına enjekte edilmiştir.

Mikrodalga Yaş Yakma Ünitesi Parametreleri

Sıcaklık: 200 °C

Sıcaklığa ulaşma süresi: 4 dk

Sıcaklıkta kalma süresi: 5 dk

Basınç: 400 bar

Mikrodalga: 300 MHz

Karıştırma hızı: orta

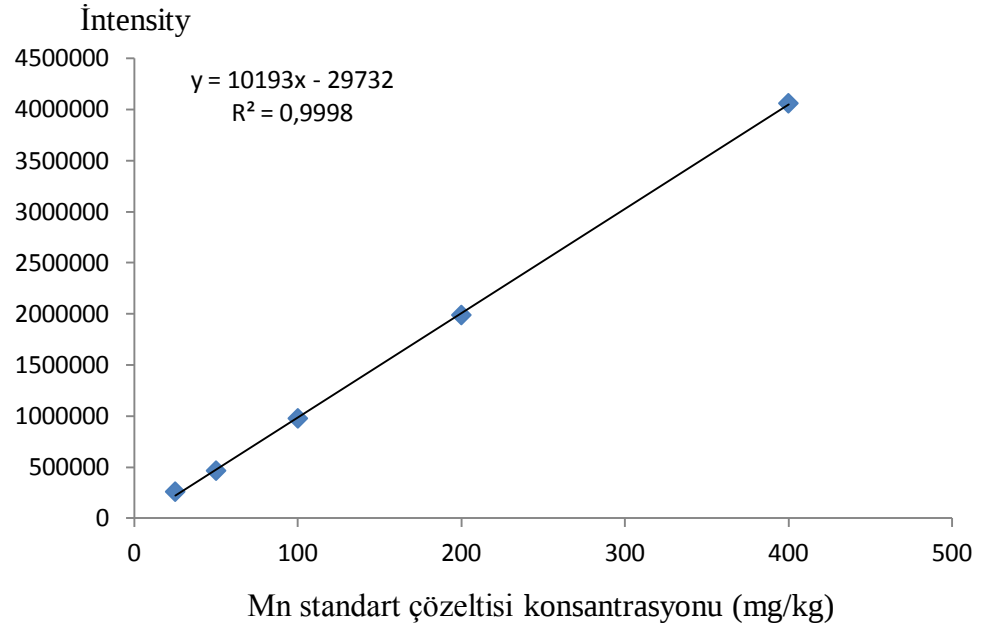
Ön karıştırma süresi: 15 sn

ICP-OES Parametreleri

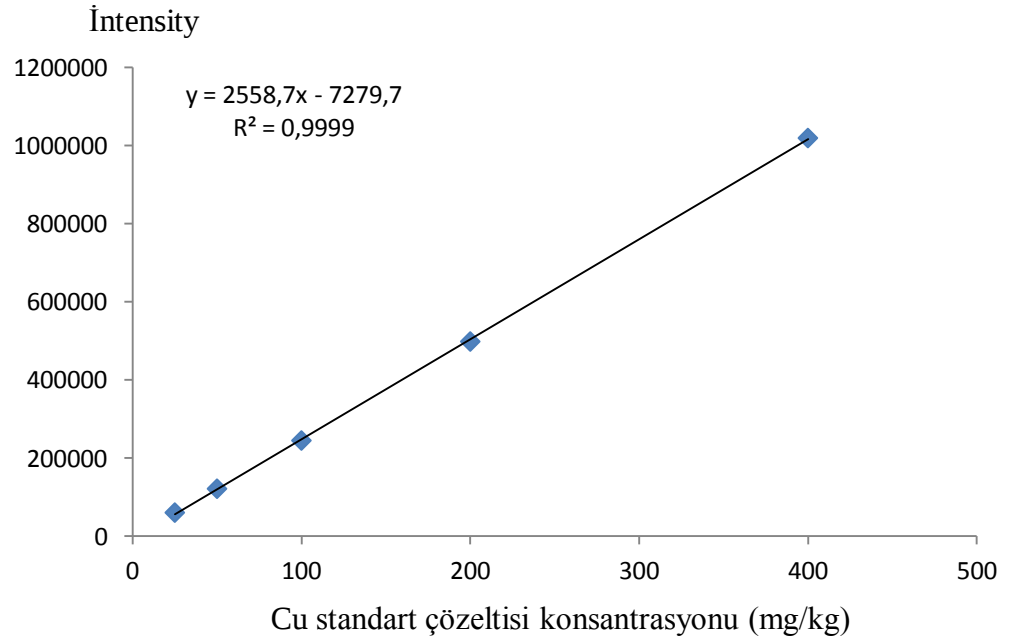
Cu için; 324,752 nm, Mn için; 257,610 nm, K için; 766,490 nm, Mg için; 285,130 nm, Na için; 589,592 nm, Ca için; 317,933 nm, P için; 213,617 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Mikrodalga yaş yakma ünitesinde yakılan tarhana numunelerinde bakır (Cu), mangan (Mn), potasyum (K), magnezyum (Mg), sodyum (Na), kalsiyum (Ca) ve fosfor (P) miktarları ICP-OES cihazında, uygun kalibrasyon grafiği çizilerek belirlenmiştir.

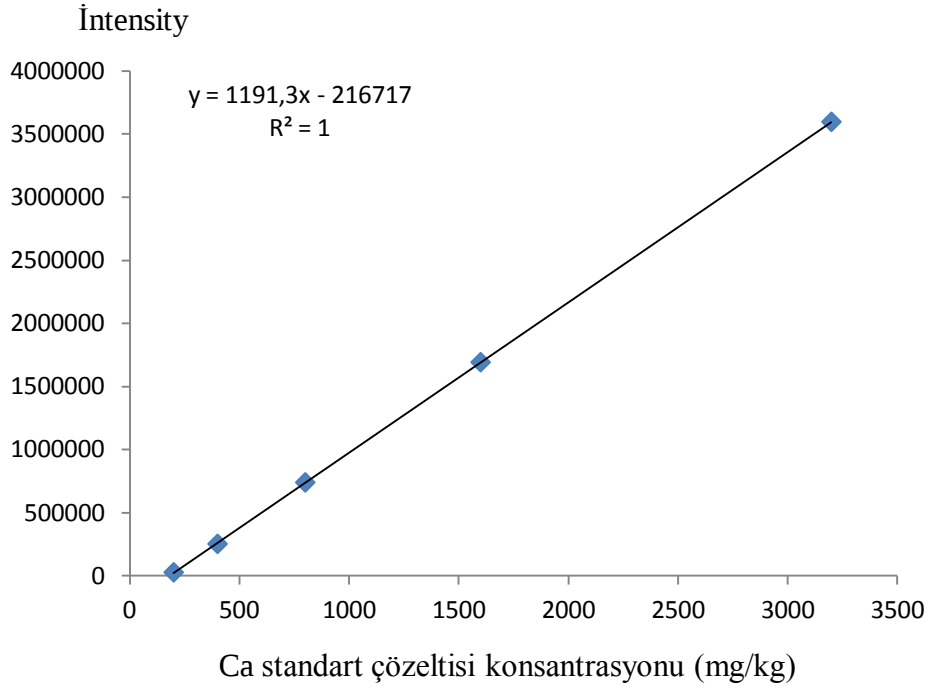
Cu ve Mn için 25, 50, 100, 200 mg/kg'lık; Mg, Ca, P ve K için 200, 400, 800, 1600 ve 3200 mg/kg'lık; Na için ise 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 mg/kg'lık çözeltiler hazırlanarak kalibrasyon grafiği çizilmiştir. Standartlar %2'lik HNO₃ kullanılarak hazırlanmıştır. Şekil 3.3.'de Mn'ye, Şekil 3.4.'de Cu'ya, Şekil 3.5.'de Ca'ya, Şekil 3.6.'da Na'ya, Şekil 3.7.'de K'ya, ve Şekil 3.9.'da P'ye ait kalibrasyon grafikleri görülmektedir.



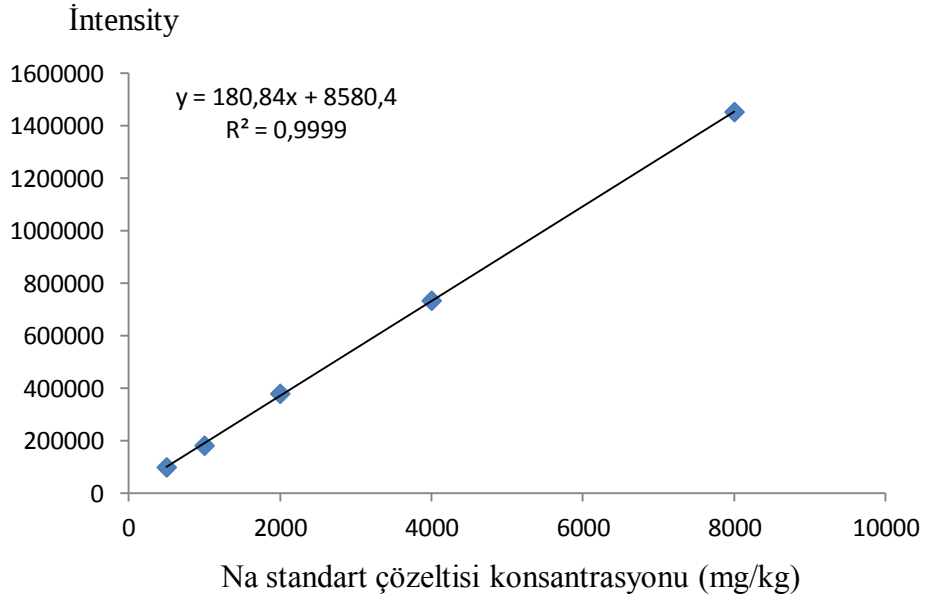
Şekil 3.3. Mn çözeltisi kalibrasyon grafiği



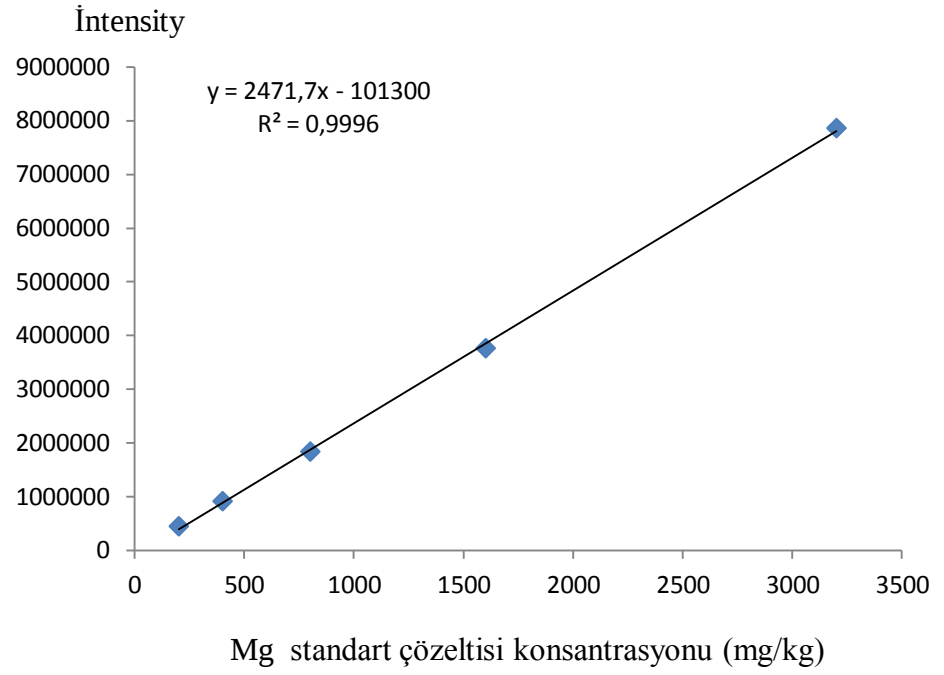
Şekil 3.4. Cu çözeltisi kalibrasyon grafiği



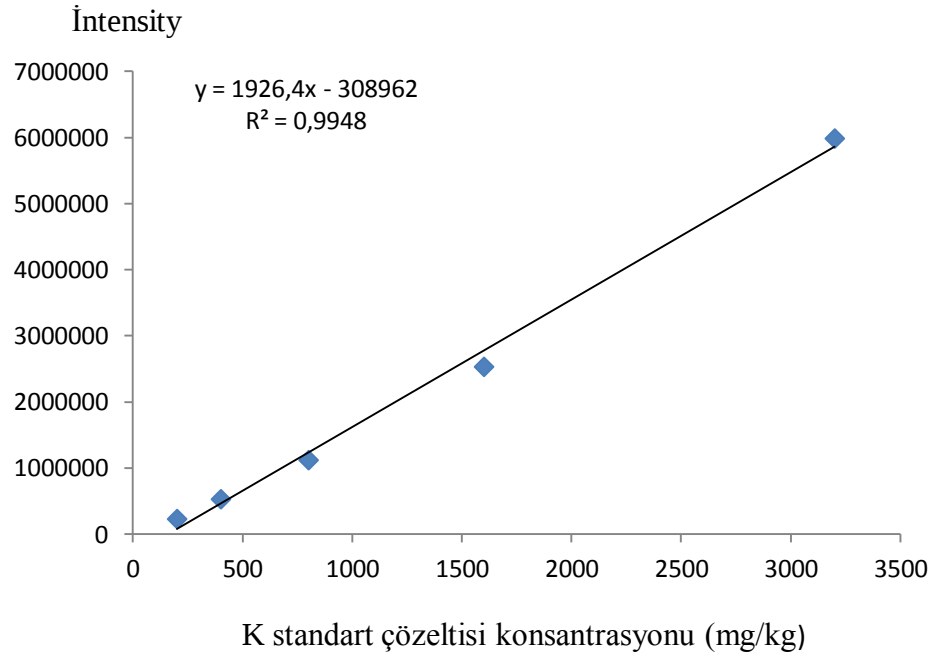
Şekil 3.5. Ca çözeltisi kalibrasyon grafiği



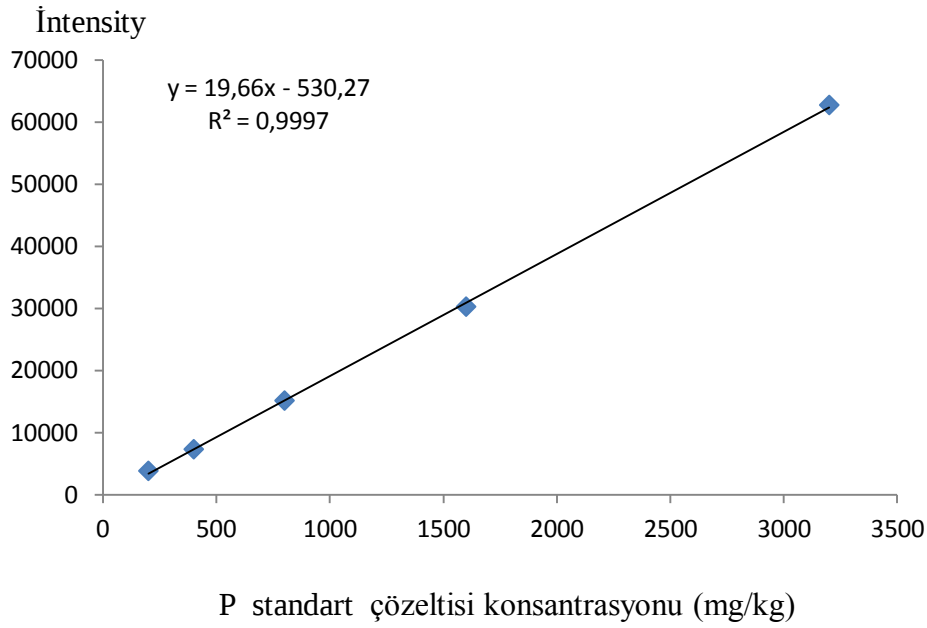
Şekil 3.6. Na çözeltisi kalibrasyon grafiği



Şekil 3.7. Mg çözeltisi kalibrasyon grafiği



Şekil 3.8. K çözeltisi kalibrasyon grafiği



Şekil 3.9. P çözeltisi kalibrasyon grafiği

3.2.5. İstatistiksel analiz

Analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirilmesinde istatistik paket veri programı kullanılmıştır. Örnekler arasında anlamlı bir fark olup olmadığı varyans analizi (One-way-ANOVA) ile belirlenmiştir. Farklılığın derecesinin belirlenmesinde ise Duncan testi uygulanmıştır. Analizlerde %95 güven seviyesi ($P < 0,05$) dikkate alınmıştır. Parametreler arası korelasyonun belirlenmesinde Pearson korelasyon testi kullanılmış ve %95 güven seviyesi ($P < 0,05$) dikkate alınmıştır.

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Nar çekirdeği ekstraktı içermeyen ve %0,5, %1, %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren tarhana örneklerinde 6 aylık depolama süresince biyogen amin (putresin, kadaverin, spermin, spermidin, histamin, tiramin), pH, asitlik, kuru madde, kül, toplam serbest amino asit, toplam fenolik madde miktarı, DPPH yöntemi ile antioksidan aktivite, renk (L^* , a^* ve b^*) ve mineral madde (Cu, Mn, K, Mg, Na, Ca, P) analizleri yapılmıştır.

4.1. pH sonuçları

Tarhanaların 6 aylık depolama boyunca pH değerleri Çizelge 4.1.'de görülmektedir. Tarhanaların pH değerleri, ortalama 3,61 ile 4,12 arasında değişmektedir Duncan testine göre pH değerlerinde aylar arasında ve tarhana çeşitleri arasında istatistiksel açıdan farklılık bulunmaktadır ($P<0,05$). Formülasyona %2 oranında ilave edilen nar çekirdeği ekstraktının pH değerinde anlamlı bir değişikliğe yol açtığı ($P<0,05$) %0,5 ve %1 oranlarının istatistiksel açıdan bir farklılık yaratmadığı ($P>0,05$) gözlenmiştir.

pH değerinin zamana bağlı değişimi incelendiğinde depolamanın ilk iki ayında, azaldığı daha sonra ise sabit kaldığı görülmüştür. Kurutma işleminden sonra depolama aşamasında da mikrobiyal aktivitenin devam ederek asitliği arttırması sonucu pH değerlerinin azaldığı, bunu takip eden zamanda ise mikrobiyal aktivitenin azalarak pH'nın sabit kalmasına neden olduğu söylenebilir.

pH değerinin depolama boyunca değişiminin gösterildiği grafik Ek 1.'de bulunmaktadır. Keşkekoğlu (2009) tarafında yapılan çalışmada fermentasyon ve depolama süresine ait pH değişim grafiği, çalışmamızda elde edilen grafik ile paralellik göstermektedir.

Özdestan (2009) tarafından yapılan çalışmada evlerde üretilen tarhanaların pH değerleri 3,43-5,03, ticari tarhanaların pH değerleri ise 3,84-4,55 arasında bulunmuştur. Soy Yiğit (2004), ev yapımı tarhanaların pH değerlerinin 3,61-4,86

arasında değiştiğini belirtmiştir. Fermentasyon süresinin tarhananın pH'sı açısından önemli bir parametre olduğu vurgulanmıştır. Kısa fermentasyon süresi ile hazırlanan tarhanaların pH değerlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Çalışmamızda uygulanan 15 günlük fermentasyon süresini göz önünde bulundurduğunda literatürdeki kısa fermentasyon sürelerine sahip tarhanalardan daha düşük pH değerlerinin elde edildiği görülmektedir. Erkan et al. (2006) tarafından yapılan çalışmada 5 günlük fermentasyon sonunda tarhanaların pH değeri $4,59 \pm 0,014$ bulunmuştur. Bilgiçli et al. (2006a) tarafından yapılan çalışmada ise 72 saatlik fermentasyon işlemi uygulanan tarhana örneklerinde pH değeri $6,10 \pm 0,01$ bulunmuştur. Tarhana kompleks yapıya sahip bir gıda olduğu için pH değeri üzerine sadece fermentasyon süresi değil, fermentasyon sıcaklığı, kullanılan hammadde çeşitleri ve miktarının da etki ettiği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 4.1. Tarhana örneklerinin ortalama pH değerleri ve standart sapmaları

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	4.ay	6.ay
A	$4,12^{Bb} \pm 0,00$	$4,11^{Bb} \pm 0,02$	$3,70^{Ab} \pm 0,02$	$3,71^{Ab} \pm 0,02$	$3,71^{Ab} \pm 0,02$
B	$4,11^{Bb} \pm 0,03$	$4,10^{Bb} \pm 0,03$	$3,71^{Bb} \pm 0,02$	$3,71^{Ab} \pm 0,03$	$3,71^{Ab} \pm 0,02$
C	$4,09^{Bb} \pm 0,04$	$4,10^{Bb} \pm 0,05$	$3,74^{Ab} \pm 0,04$	$3,70^{Ab} \pm 0,04$	$3,70^{Ab} \pm 0,02$
D	$4,04^{Ba} \pm 0,05$	$4,01^{Ba} \pm 0,05$	$3,64^{Aa} \pm 0,05$	$3,61^{Aa} \pm 0,02$	$3,61^{Aa} \pm 0,05$

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.2. Asitlik sonuçları

Tarhana örneklerine ait asitlik değerleri % (w/w) olarak laktik asit cinsinden hesaplanmıştır. Buna göre tarhanaların asitlik değerleri ortalama olarak %1,18 ile %1,49 arasında bulunmuştur. En yüksek asitliğe sahip örneklerin %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren örnekler olduğu tespit edilmiştir. %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı kullanılmasının örneklerin asitlik değerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yarattığı gözlemlenmiştir. Asitlik değerlerinin aylara göre dağılımı incelendiğinde ilk 2 ay asitliğin yükseldiği ve sonraki aylarda sabit kaldığı görülmüştür. Tarhana örneklerinin asitlik değerleri Çizelge 4.2.'de görülmektedir. Asitlik değerlerinin depolama boyunca değişiminin görüldüğü grafik Ek 2.'de bulunmaktadır.

Çizelge 4.2. Tarhana örneklerinin ortalama asitlik değerleri (Laktik asit cinsinden %, w/w) ve standart sapmaları

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	4.ay	6.ay
A	1,18 ^{Aa} ±0,02	1,17 ^{Aa} ±0,02	1,41 ^{Aa} ±0,02	1,42 ^{Aa} ±0,02	1,42 ^{Ba} ± 0,06
B	1,17 ^{Aa} ± 0,05	1,18 ^{Aa} ±0,04	1,40 ^{Bab} ±0,03	1,41 ^{Ba} ±0,02	1,42 ^{Ba} ±0,02
C	1,19 ^{Aab} ±0,01	1,20 ^{Aab} ±0,02	1,40 ^{Bab} ±0,04	1,43 ^{Ba} ±0,03	1,44 ^{Bab} ±0,04
D	1,23 ^{Ab} ±0,13	1,23 ^{Ab} ±0,03	1,44 ^{Bb} ±0,02	1,47 ^{BCb} ±0,03	1,49 ^{Cb} ±0,03

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.3. Kuru madde sonuçları

Tarhana örneklerinin kuru madde değerleri Çizelge 4.3.'de belirtilmiştir. Buna göre nar çekirdeği ilavesinin tarhanaların kuru madde içeriğine etkisinin olmadığı gözlenmiştir ($P>0,05$). Tarhanaların 0. ay kuru madde içeriklerine bakıldığında kontrol örneği (A) ve %1 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren tarhana örneğinin (C) kuru madde değerinin %90'nın üzerinde olduğu görülmektedir. TS 2282 tarhana standardına göre, tarhanalardaki maksimum nem miktarı %10 olarak belirtilmiştir (Anon., 2004). Bu durumda 0. ay örneklerinden A ve C örneklerinin standarda uygun olduğu görülmektedir. Diğer örneklerin nem değerinin %10'nun üzerinde olmasının önemli sebebi, kurutma işleminin ticari tip kurutucularda değil, güneş altında gerçekleştirilmesidir.

Çizelge 4.3. Tarhana örneklerinin ortalama kuru madde (% w/w) ve standart sapma değerleri

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	4.ay	6.ay
A	90,53 ^C ±0,39	89,46 ^{AB} ±0,29	89,15 ^A ±0,20	90,05 ^{BC} ±0,77	90,58 ^C ±0,06
B	89,73 ^B ±0,65	89,18 ^A ±0,31	89,03 ^A ±0,16	89,99 ^B ±0,21	90,83 ^C ±0,19
C	90,52 ^C ±0,25	89,61 ^B ±0,39	89,95 ^A ±0,16	90,27 ^{CD} ±0,40	90,92 ^D ±0,33
D	89,96 ^B ±0,57	89,37 ^{AB} ±0,37	89,12 ^A ±0,13	89,96 ^B ±0,38	90,95 ^C ±0,28

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Duncan testi sonuçlarına göre zaman bağlı olarak tarhana örneklerinin kuru madde değerlerinde farklılıklar görülmektedir. Buna göre en yüksek kuru madde değerleri 6. ayda, en düşük değerler ise 2. ayda elde edilmiştir. Kuru madde değerlerinin zamana bağlı değişiminin görüldüğü grafik Ek 3.'de bulunmaktadır.

4.4. Kül miktarı

Nar çekirdeği ekstraktı ilavesi ile tarhana örneklerinin kül değerlerinde anlamlı bir artış elde edilmiştir ($P<0,05$). Kül miktarı en çok %2 nar çekirdeği ekstraktı içeren (D) örneklerde tespit edilmiştir. A, B, C ve D örneklerinin ortalama kül değerleri sırasıyla; %3,99, %4,04, %4,15 ve %4,24 bulunmuştur. Çizelge 4.4.'de örneklere ait kül sonuçları bulunmaktadır.

Tarhana örneklerinin kül miktarı, formülasyonunda kullanılan maddelerin cinsine ve miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Erkan et al. (2006) arpa unu kullanılarak tarhana örneklerinin kül miktarının %1,71'den %2,48'e arttırıldığını belirtmişlerdir. Erbaş et al. (2005) tarafından yapılan çalışmada kül miktarı %8,94 olarak belirlenmiştir. Farklı oranlarda buğday tohumu ve buğday ile zenginleştirilen tarhanalarda kül oranının sırasıyla; %5,10 ve % 2,93'e kadar yükseldiği bildirilmiştir (Bilgiçli et al., 2006b). Bir başka çalışmada ise ev yapımı tarhana örneklerinin ortalama kül miktarı %4,29 olarak belirlenmiştir (Soyyigit, 2004).

Çizelge 4.4. Tarhana örneklerinin ortalama kül (% w/w) ve standart sapma değerleri

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	4.ay	6.ay
A	3,98 ^{Aa} ±0,03	3,96 ^{Aa} ±0,03	3,99 ^{Aa} ±0,03	4,01 ^{Aa} ±0,03	3,97 ^{Aa} ±0,02
B	4,08 ^{Bb} ±0,01	4,02 ^{Ab} ±0,03	4,05 ^{ABb} ±0,01	4,06 ^{ABb} ±0,02	4,01 ^{Ab} ±0,04
C	4,21 ^{Dc} ±0,02	4,13 ^{Bc} ±0,02	4,17 ^{Cc} ±0,01	4,16 ^{BCc} ±0,02	4,09 ^{Ac} ±0,01
D	4,26 ^{Bd} ±0,03	4,22 ^{ABd} ±0,02	4,21 ^{Ad} ±0,03	4,26 ^{Bd} ±0,03	4,24 ^{ABd} ±0,01

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Kül miktarının zaman bağılı değişimi incelendiğinde 1. ay da düşüş daha sonra ise tekrar artış görülmektedir. Bu durumun kuru madde miktarındaki değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kül miktarının zamana bağılı olarak değişiminin gösterildiği grafik Ek 4.'de bulunmaktadır.

4.5. Toplam serbest amino asit sonuçları

Tarhana örneklerinin toplam serbest amino asit içerikleri Çizelge 4.5.'de görülmektedir. Nar çekirdeği ekstraktı miktarına bağılı olarak, serbest amino asit içeriğinde değişim gözlenememiştir. Tarhanaların serbest amino asit içeriğinin %0,017 ile %0,042 arasında bulunmuştur. Özdestan (2009) tarafından yapılan çalışmada, evlerde üretilen tarhanaların serbest amino asit içeriklerinin %0,035 ile %0,729 arasında olduğunu belirtmiştir. Serbest amino asit miktarının zamana bağılı olarak değişiminin gösterildiği grafik Ek 5.'de bulunmaktadır.

Çizelge 4.5. Tarhana örneklerinin ortalama toplam serbest amino asit içerikleri (lösün cinsinden, % w/w) ve standart sapmaları

Örnek	0.ay	1.ay	2.ay	4.ay	6.ay
A	0,020 ^{aC} ±0,002	0,023 ^{bBC} ±0,004	0,043 ^{aA} ±0,010	0,033 ^{bB} ±0,001	0,031 ^{bB} ±0,003
B	0,024 ^{aB} ±0,003	0,025 ^{bB} ±0,002	0,034 ^{aA} ±0,003	0,038 ^{bA} ±0,002	0,037 ^{bA} ±0,004
C	0,021 ^{aC} ±0,002	0,024 ^{bC} ±0,001	0,042 ^{aA} ±0,005	0,036 ^{bB} ±0,002	0,035 ^{bB} ±0,002
D	0,024 ^{aB} ±0,002	0,016 ^{aC} ±0,001	0,034 ^{aA} ±0,004	0,017 ^{aC} ±0,004	0,017 ^{aC} ±0,003

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.5. Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite değerleri

Tarhanaların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri Çizelge 4.6.'da görülmektedir.

Nar çekirdeği ekstraktı ilavesi ile tarhanaların toplam fenolik madde içeriğinde anlamlı bir artış gözlenmiştir ($P<0,05$). Analizlerin gerçekleştiği bütün zaman dilimlerinde D grubu örnekleri en yüksek fenolik madde içeriğine sahiptir. Kontrol grubu örneğinin fenolik madde içeriğinin %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı ilavesi ile 5,9 katına çıktığını söylemek mümkündür. Bu durum nar çekirdeği ekstraktının fenolik maddelerce zenginliğini göstermektedir. Bütün örneklerde zamana bağlı olarak toplam fenolik madde içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür ($P<0,05$). Fenolik madde miktarının zamana bağlı değişiminin görüldüğü grafik Ek 6.'da bulunmaktadır.

DPPH ile antioksidan aktivite analizi sonuçları % inhibisyon cinsinden verilmiştir. DPPH serbest radikalının antioksidanlara bağlanması ile mor rengin şiddeti azalmaktadır. Bu azalma % inhibisyon olarak verilmektedir. Çizelge 4.6. incelendiğinde nar çekirdeği ekstraktı artışı ile % inhibisyon değerinde artış gözlenmiştir. Ancak %0,5, 1,5 ve 2 oranında nar çekirdeği ekstraktı ilaveleri arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Depolama boyunca antioksidan aktivite değerinde anlamlı bir değişiklik görülmemiştir ($P>0,05$). Antioksidan aktivite değerinin depolama boyunca görüldüğü grafik Ek 7.'de bulunmaktadır.

Örneklerin toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivite değerleri arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon elde edilmiştir ($P<0,05$)

Çizelge 4.6. Tarhana örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktivite değerleri

Analizler	Örnek	0. Ay	1. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay
Toplam fenolik madde (gallik asit cinsinden) (mg/kg)	A	1231,62 ^{Ca} ±4,34	976,99 ^{Ba} ±38,56	872,94A ^a ±48,81	847,56 ^{Aa} ±11,68	842,24 ^{Aa} ±20,95
	B	2945,26 ^{Cb} ±38,50	2834,09 ^{Cb} ±6,67	2303,52 ^{Bb} ±75,20	2313,56 ^{Bb} ±118,94	2113,29 ^{Ab} ±52,08
	C	4790,62 ^{Dc} ±46,80	3878,75 ^{Cc} ±20,10	3890,11 ^{ABc} ±39,91	3772,12 ^{Bc} ±100,57	3526,4 ^{Ac} ±28,77
	D	7744,23 ^{Cd} ±193,56	6199,00 ^{Cd} ±198,77	5785,59 ^{Bd} ±102,59	5408,41 ^{Bd} ±76,81	5407,03 ^{ABd} ±18,94
Antioksidan aktivite (%inhibisyon)	A	16,67 ^a ±1,28	15,19 ^a ±2,47	16,24 ^a ±1,56	16,46 ^a ±1,27	17,20 ^a ±0,97
	B	88,40 ^b ±0,18	88,29 ^b ±0,00	87,55 ^b ±0,91	87,97 ^b ±0,32	88,40 ^b ±0,66
	C	87,03 ^b ±1,14	86,92 ^b ±0,48	87,87 ^b ±0,37	86,60 ^b ±0,66	87,56 ^b ±0,8
	D	87,45 ^b ±0,66	87,03 ^b ±0,00	87,13 ^b ±0,37	87,45 ^b ±0,66	87,03 ^b ±0,00

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.8. Renk sonuçları

CIE sisteminde L^* değeri aydınlık değerini ifade etmektedir ve 0 ile 100 arasında dağılım göstermektedir [(0) siyah, (100) beyaz]. a^* değeri kırmızılık, b^* değeri ise sarılık hakkında bilgi vermektedir ve -60 ile +60 arasında dağılım göstermektedir [a^* için; (+) kırmızı, (-) yeşil, b^* için (+) sarı, (-) mavi].

Tarhana örnekleri incelendiğinde en yüksek L^* değerine sahip örneğin kontrol örneği olduğu görülmektedir. Nar çekirdeği ekstraktı ilavesi tarhanaların aydınlık değerinde anlamlı bir azalmaya neden olmuştur ($P<0,01$). İlave edilen nar çekirdeği miktarı arttıkça L^* değeri azalmış ve tarhanaların rengi koyulaşmıştır.

Tarhana standardında, tarhana renginin kendine özgü sarıdan kırmızıya değişik tonlarda olabileceği belirtilmiştir (Anon, 2004). Ancak bizim çalışmamızda nar çekirdeği ekstraktının kahverengi olması sebebiyle, sarı-kırmızı tonlarından çok kahverengi tonlarında tarhana elde edilmiştir. Çizelge 4.7.'de tarhana örneklerinin renk değerleri görülmektedir. Ek 8'de ise tarhana örneklerinin renkleri görülmektedir.

Kırmızılık ve sarılık değerlerinin nar çekirdeği ekstraktı ilavesi ile değişimi, L^* değerine benzer bir değişim göstererek azalmıştır. Renk değerlerinin depolama boyunca değişimi incelenecek olursa, örneklerin aydınlık değerinde depolama boyunca anlamlı bir değişim gözlenmemiştir ($P>0,05$). Kırmızılık ve sarılık değerlerinde depolamaya bağlı azalma görülmekte ve bu azalmaya depolama sırasında meydana gelen oksidasyonun sebep olabileceği düşünülmektedir. Her örnek için depolama boyunca meydana gelen değişimin istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı sonucu elde edilmiştir ($P>0,05$).

Çizelge 4.7. Tarhana örneklerinde renk değerleri

Renk Parametreleri	Örnek	0. Ay	1. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay
L*	A	65,69 ^c ±1,05	67,09 ^c ±0,45	65,44 ^c ±0,69	66,71 ^c ±0,89	66,31 ^d ±1,69
	B	59,03 ^b ±1,38	60,65 ^b ±1,36	58,43 ^b ±0,91	59,02 ^b ±0,62	59,10 ^c ±1,49
	C	57,45 ^b ±1,50	57,83 ^a ±1,87	56,15 ^a ±0,37	55,65 ^a ±1,86	56,64 ^b ±0,61
	D	54,07 ^a ±0,79	59,59 ^a ±0,80	54,31 ^a ±0,37	53,93 ^a ±1,45	53,93 ^a ±2,05
a*	A	30,46 ^{cB} ±0,79	30,27 ^{cB} ±0,61	29,48 ^{cB} ±0,10	27,86 ^{cA} ±0,48	27,05 ^{bA} ±1,62
	B	21,62 ^{bD} ±0,60	20,82 ^{bDC} ±0,6	19,99 ^{bCB} ±0,29	19,49 ^{bBA} ±0,75	19,57 ^{aA} ±0,99
	C	21,27 ^{bB} ±1,44	21,42 ^{abB} ±1,39	20,46 ^{bB} ±1,15	19,56 ^{bA} ±0,97	18,00 ^{aA} ±1,42
	D	19,39 ^{aA} ±1,14	19,39 ^{aA} ±1,6	18,77 ^{aA} ±0,66	17,91 ^{aA} ±0,77	18,04 ^{aA} ±0,97
b*	A	45,08 ^{cA} ±1,54	44,60 ^{cA} ±0,98	44,71 ^{cA} ±1,33	44,05 ^{cA} ±0,53	43,36 ^{cA} ±0,90
	B	36,20 ^{bA} ±0,47	35,87 ^{bA} ±0,17	35,28 ^{bA} ±1,06	34,84 ^{bA} ±1,13	34,55 ^{bA} ±1,84
	C	35,23 ^{bC} ±0,70	35,56 ^{bC} ±0,61	34,47 ^{bBC} ±0,60	33,46 ^{aBA} ±0,39	32,62 ^{bA} ±1,28
	D	30,18 ^{aA} ±1,46	31,37 ^{aA} ±1,73	30,37 ^{aA} ±2,10	29,17 ^{aA} ±2,15	29,91 ^{aA} ±2,63

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

4.9. Mineral madde sonuçları

Tarhana örneklerinde mineral madde analizi 0. ay örneklerinde gerçekleştirilmiştir. Cu, Mn, K, Mg, Na, Ca ve P minerallerinin miktarları belirlenmiştir. Çizelge 4.8.'de mineral madde miktarları mg/kg cinsinden görülmektedir.

Tarhana örneklerinin mineral madde içeriğinin, nar çekirdeği ekstraktı ilavesine bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Cu, Mn, K, Mg, Ca ve P miktarlarında kontrol örneğine göre anlamlı farklılık bulunmuştur ($P<0,05$). En yüksek mineral madde içeriğine sahip örneğin %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren örnek olduğu tespit edilmiştir. Na miktarında ise anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ($P>0,05$).

Pearson korelasyon testi sonuçlarına göre toplam mineral madde içeriği ile kül içeriği arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon tespit edilmiştir ($P<0,01$). Toplam mineral madde içeriği ile Mg, P içeriği arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon bulunmuştur ($P<0,01$). Cu içeriği ile toplam mineral madde içeriği arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır ($P>0,05$).

Çizege 4.8. Tarhana örneklerinin mineral madde içerikleri (mg/kg) ve standart sapma değerleri

Örnek	Cu	Mn	K	Mg	Na	Ca	P	Toplam
A	2,90 ^a ±0,02	7,65 ^a ±0,08	6967,75 ^a ±95,82	803,65 ^a ±18,04	30217,50±278,37	900,60 ^a ±50,07	2685,75 ^a ±55,36	41585,30 ^a
B	2,94 ^a ±0,18	7,69 ^a ±0,12	7461,50 ^b ±31,80	858,48 ^b ±5,77	30355,00±182,67	903,94 ^a ±29,08	2751,25 ^a ±41,10	42339,80 ^b
C	3,05 ^{ab} ±0,85	7,85 ^b ±0,70	7568,50 ^b ±34,00	867,68 ^b ±24,11	30402,50±109,35	1055,38 ^b ±53,73	2968,50 ^b ±16,74	42872,58 ^c
D	3,35 ^b ±0,45	8,52 ^c ±0,51	8743,50 ^c ±85,20	963,78 ^c ±16,05	30447,5±291,13	1094,37 ^b ±3,82	3091,00 ^b ±49,70	44399,03 ^d

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

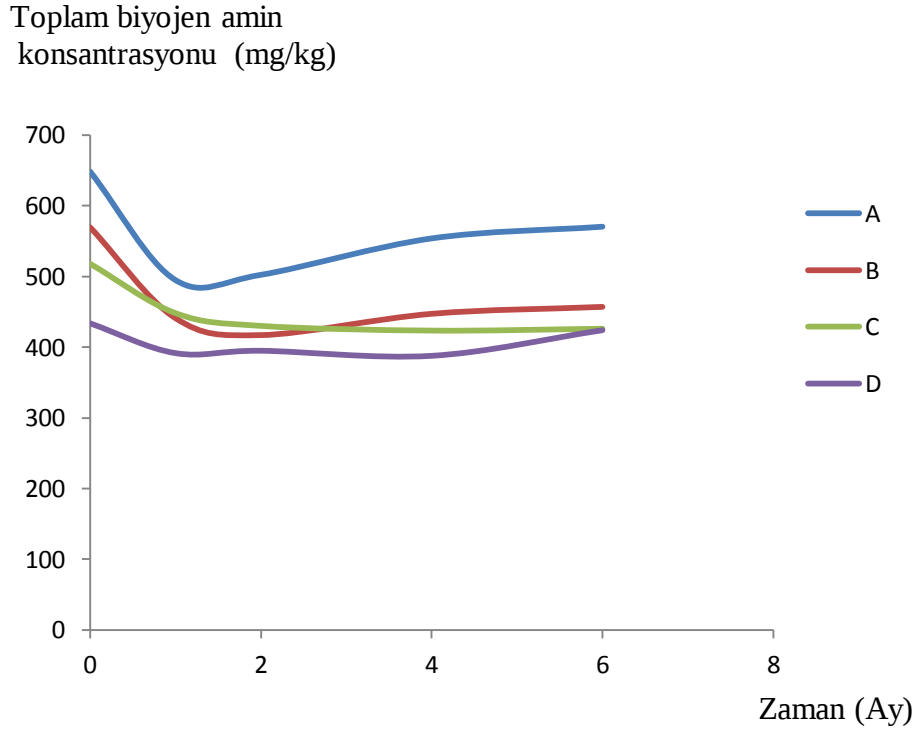
4.10. Biyojen amin sonuçları

Farklı oranlarda nar çekirdeği ekstraktı içeren 4 çeşit tarhana örneğinde, putresin, kadaverin, spermidin, spermin, histamin ve tiramin olmak üzere toplam 6 biyojen amin türünün analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar hesaplanırken iç standart ve standart katma yöntemi kullanılmış her bir biyojen amin içeriği mg/kg cinsinden hesaplanmıştır. Analizler 2 tekrar 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.9.'da tarhanaların biyojen amin içerikleri ve standart sapmaları görülmektedir. Depolama boyunca analizin gerçekleştiği tüm zamanlarda putresin, kadaverin, histamin ve tiramin tespit edilmiştir. Spermidin ve spermin ise depolama boyunca bazı zamanlarda tespit edilememiştir. Örneklerde en fazla bulunan biyojen amin tiramindir. Tiramin konsantrasyonu en fazla A kodlu tarhana örneğinde ortalama 206,42 mg/kg olarak bulunmuştur. A örneği için tiramin konsantrasyonunun aylara göre dağılımının 137,6 ile 206,42 mg/kg arasında olduğu görülmektedir. Tiraminin ardından, yüksek konsantrasyonlarda bulunan biyojen aminlerin putresin ve kadaverin olduğu görülmektedir. Kontrol örneklerinde ortalama putresin ve kadaverin değeri sırasıyla 170,0 ve 177,2 mg/kg olarak belirlenmiştir. Histamin, spermin ve spermidin; tiramin, putresin ve kadaverine oranla daha az bulunmaktadır.

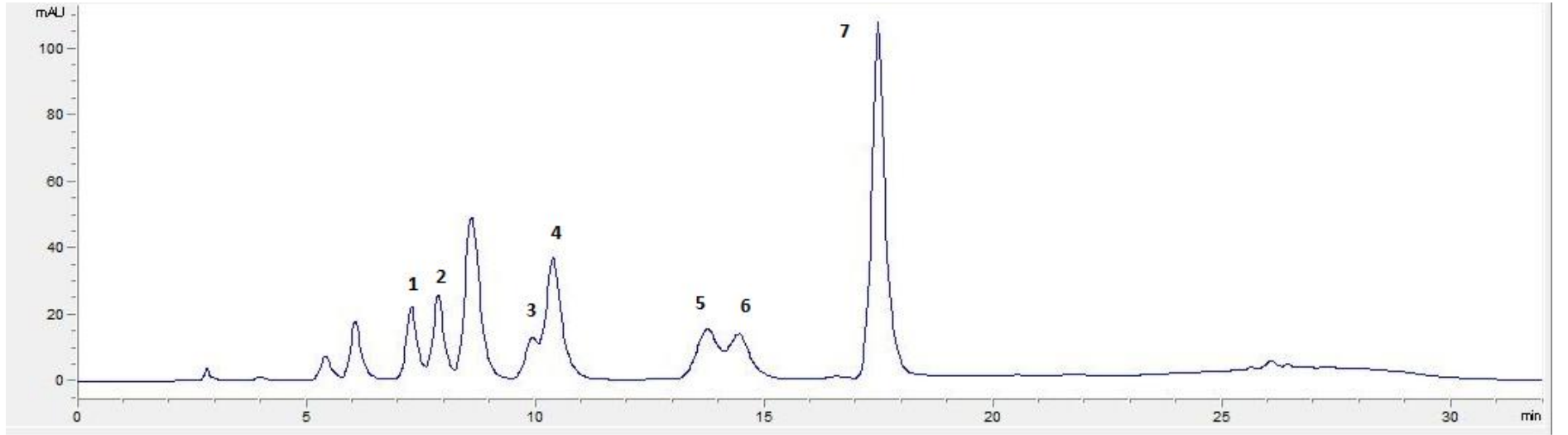
Nar çekirdeği ekstraktı ilavesinin her bir biyojen amin için etkisi incelendiğinde; putresin, kadaverin ve tiramin konsantrasyonlarında nar çekirdeği ilavesi ile anlamlı bir azalma olduğu söylenebilir ($P<0,01$). Duncan testi sonuçlarına göre, 0. ay için; %1 oranında nar çekirdeği ekstraktı ilavesi putresin konsantrasyonunda anlamlı azalmaya sebep olurken; kadaverin ve tiramin için bu oran anlamlı bir farklılık yaratmamıştır ($P<0,01$). Kadaverin ve tiramin için %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı ilavesinin de anlamlı bir azalmaya yol açtığı görülmektedir ($P<0,01$).

Toplam biyogen amin konsantrasyonunun aylara göre değişimi Şekil 4.1.'de verilmiştir. Buna göre en yüksek biyogen amin konsantrasyonuna sahip örnekler kontrol örnekleri, en düşük konsantrasyona sahip örnekler ise D kodlu örnek grubudur.



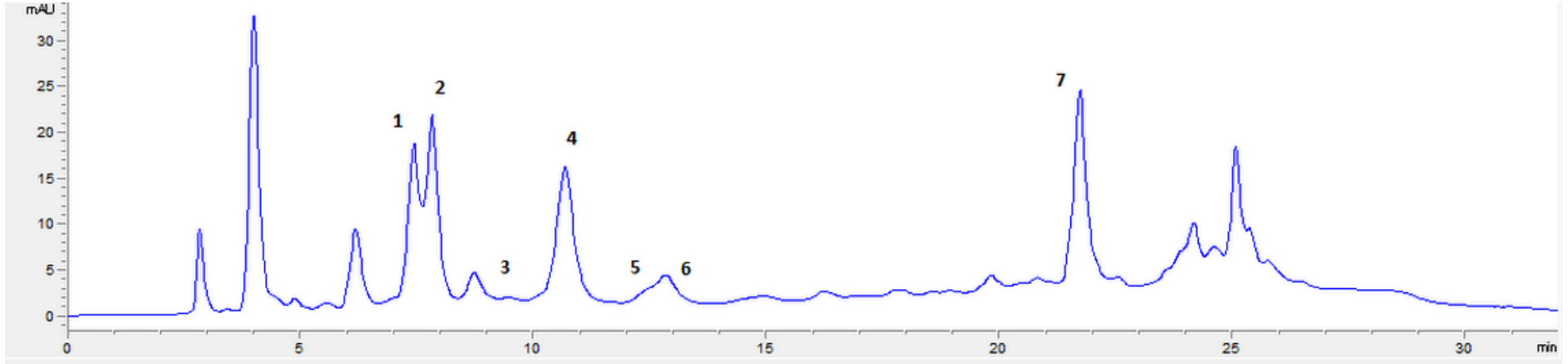
Şekil 4.1. Toplam biyogen amin konsantrasyonunun aylara göre değişimi

Standart biyogen amin karışımına ait kromatogram Şekil 4.2'de, ve %2 nar çekirdeği ekstraktı içeren örneğin 0. ay'a ait kromatogramı Şekil 4.3'te görülmektedir. Putresin konsantrasyonu ile toplam biyogen amin içeriği arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,01$), kadaverin konsantrasyonu ile toplam biyogen amin içeriği arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,01$), spermidin konsantrasyonu ile toplam biyogen amin içeriği arasında anlamlı bir korelasyon ($P<0,05$), histamin konsantrasyonu ile toplam biyogen amin içeriği arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,05$), tiramin konsantrasyonu ile toplam biyogen amin içeriği arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,01$) elde edilmiştir. Spermin konsantrasyonu ile toplam biyogen amin içeriği arasında anlamlı bir korelasyon elde edilememiştir ($P>0,05$).



Şekil 4.2. Standart biyojen amin karışımına ait olan HPLC kromatogramı

Pikler: 1, putresin; 2, kadaverin; 3 spermidin; 4, 1-7 diaminoheptan (IS); 5, spermin; 6, histamin; 7, tiramin



Şekil 4.3 0. Ay %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı içeren örneğe ait olan HPLC kromatogramı

Pikler: 1, putresin; 2, kadaverin; 3 spermidin; 4, 1-7 diaminoheptan (IS); 5, spermin; 6, histamin; 7, tiramin

Çizelge 4. 9. Tarhana örneklerinin biyojen amin içerikleri (mg/kg) ve standart sapmaları

Biyojen Amin	Örnekler	0.ay	1.ay	2.ay	4.ay	6.ay
Putresin	A	170,04 ^{Cb} ±5,96	134,97 ^{Ab} ±10,42	136,29 ^{Aa} ±3,09	151,1 ^{Bb} ±4,1	151,14 ^{Ba} ±9,00
	B	165,70 ^{Bb} ±6,56	132,51 ^{Ab} ±13,18	129,18 ^{Aa} ±15,12	133,21 ^{Ab} ±3,94	124,89 ^{Aa} ±16,56
	C	121,32 ^{Aa} ±3,92	113,49 ^{Aab} ±12,87	114,46 ^{Aa} ±12,70	101,95 ^{Aa} ±22,43	109,89 ^{Aa} ±4,64
	D	121,40 ^{Aa} ±24,91	107,5 ^{Ab} ±17,92	112,8 ^{Aa} ±13,35	109,05 ^{Aa} ±5,96	104,4 ^{Ab} ±15,97
Kadaverin	A	177,17 ^{Db} ±2,23	151,75 ^{ABc} ±4,45	141,90 ^{Ac} ±5,01-	160,50 ^{BCd} ±8,89	163,63 ^{CDd} ±9,01
	B	173,58 ^{Db} ±17,06	137,45 ^{ABbc} ±5,35	124,28 ^{Ab} ±2,34	139,60 ^{ABc} ±7,80	142,29 ^{Cc} ±7,90
	C	159,59 ^{Cb} ±12,02	131,26 ^{Bab} ±12,0	125,42 ^{Cb} ±8,7	123,13 ^{Cb} ±4,82	125,46 ^{Ab} ±4,89
	D	105,67 ^{Aa} ±22,05	113,49 ^{Aa} ±12,4	101,65 ^{Aa} ±4,58	106,52 ^{Aa} ±6,84	108,50 ^{Aa} ±6,93

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre her bir biyojen amin için örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4. 9. Tarhana örneklerinin biyojen amin içerikleri (mg/kg) ve standart sapmaları (devamı)

Biyojen Amin	Örnekler	0.ay	1.ay	2.ay	4.ay	6.ay
Spermidin	A	17,40 ^{Ab} ±0,20	20,37 ^{ABa} ±1,42	21,93 ^{Bb} ±1,57	20,70 ^{ABa} ±1,85	19,81 ^{ABb} ±3,50
	B	19,09 ^{Ac} ±0,77	19,39 ^{Aa} ±1,01	B	B	B
	C	19,34 ^{Ac} ±0,42	19,14 ^{Aa} ±1,00	19,09 ^{ABa} ±0,12	20,88 ^{Aa} ±1,21	6,60 ^{Aa} ±0,67
	D	8,98 ^{Aa} ±0,28	B	B	B	B
Spermin	A	21,96 ^{Ba} ±1,50	15,21 ^{Ac} ±0,50	B	B	13,68 ^{Aa} ±2,44
	B	32,07 ^{Db} ±4,06	7,09 ^{Bb} ±0,20	1,60 ^{Ab} ±0,33	1,24 ^A ±0,15	13,93 ^{Ca} ±3,90
	C	28,66 ^{Bb} ±1,13	21,37 ^{Ad} ±2,36	B	B	16,19 ^{Ca} ±5,33
	D	21,62 ^{Ba} ±4,57	4,15 ^{Aa} ±0,66	4,76 ^{Aa} ±0,48	B	19,38 ^{Ba} ±0,98

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre her bir biyojen amin için örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir.

^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

B=Belirlenemedi

Çizelge 4. 9. Tarhana örneklerinin biyojen amin içerikleri (mg/kg) ve standart sapmaları (devamı)

Biyojen Amin	Örnekler	0.ay	1.ay	2.ay	4.ay	6.ay
Histamin	A	55,90 ^{Da} ±4,81	34,84 ^{Aa} ±2,64	34,34 ^{Aa} ±1,27	44,71 ^{Ba} ±1,04	49,70 ^{Cb} ±0,50
	B	55,65 ^{Ca} ±5,93	36,36 ^{Aa} ±1,45	33,94 ^{Aa} ±1,47	45,85 ^{Ba} ±1,99	39,83 ^{ABa} ±3,50
	C	53,86 ^{Ba} ±6,06	46,58 ^{ABb} ±1,45	46,67 ^{ABb} ±2,00	45,20 ^{ABa} ±5,86	38,27 ^{Aa} ±2,41
	D	46,07 ^{Aa} ±1,37	49,32 ^{Ab} ±0,56	45,18 ^{Ab} ±0,66	48,40 ^{Aa} ± 6,00	49,70 ^{Ab} ±1,97
Tiramin	A	206,42 ^{Cb} ±12,05	137,36 ^{Ad} ±3,73	167,70 ^{Bb} ±2,11	177,0 ^{Bb} ±12,85	172,85 ^{Bb} ±7,00
	B	123,56 ^{Ba} ±19,70	93,50 ^{Aa} ±0,83	127,69 ^{Ba} ±13,68	127,01 ^{Ba} ±7,94	136,42 ^{Ba} ±5,21
	C	131,70 ^{Ba} ±3,99	116,97 ^{Ac} ±1,38	123,35 ^{Aa} ±10,16	132,21 ^{Ba} ± 3,07	130,14 ^{Ba} ±8,61
	D	129,84 ^{Ba} ±10,79	100,90 ^{Ab} ±6,22	130,51 ^{BCa} ±4,22	123,80 ^{Ba} ± 5,60	142,00 ^{Ca} ±14,00

^aAynı sütundaki küçük harfler Duncan testine göre her bir biyojen amin için örnek grupları arasındaki farklılıkları belirtmektedir. ^AAynı satırdaki büyük harfler Duncan testine göre aylar arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Uygulanan yöntemin saptama limitleri Özdestan ve Üren (2013) tarafından yapılan çalışma ile belirlenmiştir. Buna göre saptama limitleri, putresin için; 0,2 mg/l, kadaverin için; 0,3 mg/l, spermin için; 0,5 mg/l, spermidin için 0,2 mg/l, histamin için; 0,4 mg/l, tiramin için; 2,5 mg/l olarak belirtilmiştir. Tarhana örneklerinde geri kazanım denemeleri gerçekleştirilmiş ve her bir biyojen amine ait olan geri kazanım değerleri Çizelge 4.10.'da belirtilmiştir. Biyojen aminlerin geri kazanım değerleri %87,0 ile %94,6 arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Tarhana örneklerinde biyojen aminlerin geri kazanım değerleri

Biyojen aminler	Geri kazanım (%)
Putresin	87,0
Kadaverin	91,2
Spermidin	86,2
Spermin	85,1
Histamin	89,2
Tiramin	94,6

Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda toplam biyojen amin ile pH arasında pozitif yönde anlamlı bir korelasyon bulunmuştur ($P < 0,05$). Bu durum beklenmeyen bir durum olarak görünse de, analize alınan tarhanaların pH değerlerinin 3,61 ile 4,12 arasında değiştiği göz önünde bulundurulmalıdır. Biyojen aminlerin oluşması için optimum pH aralığı, 4,0-5,5 olarak belirtilmiş ve düşük pH'larda mikroorganizma faaliyetlerinin durması sebebiyle biyojen amin oluşumunun mümkün olmadığı bildirilmiştir (Silla-Santos, 1996).

Pearson korelasyon testi sonuçlarına göre toplam fenolik madde içeriği ile putresin konsantrasyonları arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,01$), toplam fenolik madde içeriği ile kadaverin konsantrasyonları arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,01$), toplam fenolik madde içeriği ile spermidin arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,05$), toplam fenolik madde içeriği ile histamin konsantrasyonu arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,05$), toplam fenolik madde içeriği ile tiramin konsantrasyonu arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,05$), toplam fenolik madde içeriği ile toplam biyojen amin konsantrasyonu arasında negatif yönde anlamlı bir korelasyon ($P<0,01$) elde edilmiştir. Pearson korelasyon testi sonuçlarına bakılarak yüksek fenolik madde içeriğine sahip örneklerin, biyojen amin içeriğinin daha düşük olduğu söylenebilmektedir. Toplam biyojen amin içeriği ile % inhibisyon değerleri arasında ise negatif yönde anlamlı bir korelasyon elde edilmiştir ($P<0,05$). Bu durum % inhibisyon değeri yani antioksidan aktivitesi arttıkça biyojen amin miktarının azaldığını göstermektedir.

5.SONUÇ

Geleneksel gıdalarımızın başında gelen ve özellikle de kış aylarında sıkça tüketilen tarhananın kimyasal ve fiziksel özellikleri 6 aylık depolama süresi boyunca belirlenmiştir. Tarhananın yoğurt ve buğday unu proteinlerinin ikisini birden içermesi, laktik asit bakterileri ve mayaların birlikte rol aldığı bir fermentasyona uğraması sebebi ile besleyici özellikleri yüksek bir gıda olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada farklı oranlarda nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen tarhana örneklerinde, pH, asitlik, kuru madde, kül, toplam serbest amino asit, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, renk, mineral madde ve biyojen amin analizleri gerçekleştirilmiş ve bu parametrelerin 6 aylık depolama sürecinde değişimi gözlenmiştir.

Farklı oranlarda nar çekirdeği ekstraktı ilave edilerek başta mineral madde olmak üzere, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içeriğinde artış sağlanmıştır. Bunun yanında özellikle de fermente ürünlerde önemli bir sorun olan biyojen aminlerin içeriği, farklı oranlarda nar çekirdeği ekstraktı içeren tarhanalarda belirlenmiştir. Mineral madde içeriği açısından nar çekirdeği ekstraktı oldukça zengin bir kaynaktır. Ekstrakt ilave edilen tüm tarhanalarda Cu, Mn, K, Mg, Ca ve P içeriklerinde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($P<0,05$). Mineral içeriği ile kül içeriği arasında anlamlı bir korelasyon tespit edilmiş tarhanaların nar çekirdeği ekstraktı ilavesi ile kül miktarlarında da artış gözlenmiştir.

Gıdalarda biyojen aminler gıdanın kalitesi, raf ömrü ve halk sağlığı açısından önem taşımaktadır. Tarhana gibi sıkça tüketilen ve uzun bir raf ömrüne sahip gıdada depolama boyunca biyojen amin miktarının izlenmesi, biyojen amin açısından risk taşıyan diğer gıdalar açısından da oldukça dikkat çekicidir. Bunun en önemli sebebi; tarhana kuru bir ürün olmasına rağmen, depolama boyunca bazı biyojen amin içeriklerinde artış gözlenmesidir.

Örneklerin toplam biyojen amin içerikleri 398,25 mg/kg ile 632,75 mg/kg arasında bulunmuştur. Analizi gerçekleştirilen tarhanaların toplam biyojen amin miktarının Silla-Santos (1996) tarafından belirtilen 1000 mg/kg toksikolojik risk değerinin altında olduğu gözlemlenmiştir. Histamin için verilen 100 mg/kg sınır değerini aşan örnek tespit edilememiştir. Tarhana örneklerinde en fazla tespit edilen biyojen amin tiramin olmuştur. Örneklerin tiramin içeriği 103,01 mg/kg ile 218,48 mg/kg arasında değişmektedir.

Özdekan ve Üren (2013) tarafından yapılan çalışmada evlerde üretilen tarhana örneklerinde ortalama 255,97 mg/kg biyojen amin tespit edilmiş, bu örneklerde ortalama histamin değeri ise 38,65 mg/kg bulunmuştur. Keşkekoğlu (2009) tarafından yapılan çalışmada ise 3 farklı tarhananın, ilk 14 günü fermentasyon olmak üzere 94 günün sonunda toplam biyojen amin içerikleri, 732,4 mg/kg, 425,8 mg/kg ve 332,8 mg/kg olarak belirtilmiştir. Biyojen amin içeriğinin ilk 14 gün biyojen amin içeriğinin arttığı daha sonra ise kurutma işlemi ile azaldığı belirtilmiştir. Bu çalışmada ise tarhanaların biyojen amin içeriğinde ilk iki ay azalma daha sonra ise sabit kalma ve artma eğilimi görülmektedir. İlk iki ay mikrobiyal aktivitenin devam etmesi ve pH'nın düşmesi sebebiyle biyojen amin oluşumunu sağlayan mikroorganizmaların sayısının azaldığı düşünülmektedir.

Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilen tarhana örneklerinin biyojen amin miktarları ile kontrol örneklerinin biyojen amin miktarları arasında farklılıklar belirlenmiştir ($P<0,05$). Nar çekirdeği ekstraktı içeren tarhana örneklerinde biyojen amin miktarının daha az olduğu gözlemlenmiştir. %1 oranında nar çekirdeği ekstraktı ilavesi putresin konsantrasyonunda anlamlı azalmaya sebep olurken, kadaverin ve tiramin için anlamlı azalmaya yol açan nar çekirdeği ekstraktı oranının %2 olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubuna ait ortalama biyojen amin içeriği 894,70 mg iken, %0,5, %1 ve %2 oranında nar çekirdeği ekstraktı ilave edilen tarhanaların ortalama biyojen amin içeriği sırasıyla; 569,67 mg/kg, 514,52 mg/kg ve 424,60 mg/kg bulunmuştur.

Nar çekirdeği ekstraktı ilavesi sonucu artan fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivite değerlerinin tarhanaların biyojen amin miktarları ile ters bir

ilişki göstermesi ileride bu konuyla ilgili yapılacak çalışmalara yol gösterici niteliktedir. Farklı antioksidanlar ve bunların kombinasyonu uygulanarak, biyojen aminlerin oluşumları minimize etmek mümkün olabilir. Sadece antioksidan kullanımı değil, biyojen amin oluşumunu etkileyen koşullar geniş bir aralıkta değerlendirilerek, spesifik bir gıda için biyojen amin oluşturan mikroorganizmalar belirlenerek, kontrollü koşullar altında, biyojen amin açısından risk değeri azaltılmış ürünlerin elde edilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abu-Salem, F. M., Abou-Arab, E. A., İbrahim, H. M., Abou-Arab, A. A.,** 2011, Effect of adding green tea extract, thyme oil and /or their combination to luncheon roll meat during refrigerate storage, Journal of American Science, 7:(7), 538-548p.
- Akbaş, Ş., Coşkun, H.,** 2006, Tarhana üretimi ve özellikleri üzerine bir değerlendirme, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 703-706s.
- Altunkaya, A., Hedegaard, R. V., Brimer, L., Gökmen, V., Skibsted, L. H.,** 2013, Antioxidant capacity versus chemical safety of wheat bread enriched with pomegranate peel powder, Food Function, 4, 720-727p.
- Alvarez, M. A., Moreno-Arribas, M. V.,** 2014, The problem of biogenic amines in fermented foods and usage of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution, Trends in Food Science and Technology, 39, 146-155p.
- Anon.,** 1998, Determination by atomic absorption spectrometry after wet digestion in a microwave oven, Nordic Committee on Food Analysis, No: 161.
- Anon.,** 2004, TS 2282 Tarhana Standartı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anon.,** 2011, 28157 Sayılı Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists Methods),** 1990,. Official Methods for Analysis, 15th edition, Vol II,,Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA.
- Azim, Ö.,** 2002, Gıdalarda Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile Biyojen Amin Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 89 s.
- Bilgiçli, N.,** 2002, Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim yolları, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16 (30):79-83s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bilgiçli, N.**, 2009, Effect of buckheat flour on chemical and functional properties of tarhana, LWT-Food Science and Technology, 42, 514-518p.
- Bilgiçli, N., Elgün, A., Herken, E. N., Türker, S., Ertaş, N., İbanoğlu, Ş.**, 2006b, 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, 680-686p.
- Bilgiçli, N., Elgün, A., Türker, S.**, 2006a, Effects of various phytase sources on phytic acid content mineral extractability and protein digestibility of tarhana, Food Chemistry, 98, 29-337p.
- Bodmer, S., Imark, C. & Kneubühl, M.**, 1999, Biogenic amines in foods: histamine and food processing, Inflammation Research, 48, 296-300.
- Bozkurt, H.**, 2006a, Utilization of natural antioxidants: green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage, Meat Science, 73, 442-450p.
- Bozkurt, H.**, 2006b, Investigation of the effect of sumac extract and BHT addition on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage), Journal of the Science of Food and Agriculture, 86, 849-856p.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M., Berset, C.**, 1995, Use of free radical method to evaluate antioxidant activity, Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 28, 25-30p.
- Corsetti, A., Settanni, L.**, 2007, Lactobacilli in sourdough fermentation, Food Research International, 40, 539-558p.
- Coskun, F.**, 2002, 'Trakya' nın değişik yörelerinde üretilen ev tarhanalarının kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine bir araştırma, Gıda Mühendisliği Dergisi, 6:48-52s.
- Coşkun, F.**, 2014, Tarhananın tarihi ve Türkiye'de tarhana çeşitleri, gıda teknolojileri elektronik dergisi, 9 (3), 69-79s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çağlar, A., Erol, N., Sami Elgün, M.,** 2013, Effect of carob flour substitution on chemical and functionl properties of tarhana, Journal of Food Processing and Preservation, 37, 670-675p.
- Çakıroğlu, F. P.,** 2008, Geleneksel Tarhananın Modern Yolculuğu” ICANAS 38.Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi Ankara Türkiye. Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Yayını, Maddi Kültür Cilt I, .339s.
- Çam, M.,** 2009, Basınçlı Solvent Ekstraktörü Kullanılarak Nar Kabuğu ve Çekirdeğinin Antioksidan Bileşiklerinin Su ile Ekstraksiyonu, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 245s.
- Çam, M., Hışıl, Y., Durmaz, G.,** 2009, Classification of eight pomegranate juice based on antioxidant capacity measured by four methods, Food Chemistry, 112, 701-726p.
- Çiftçi, H., Ozkaya, A., Cevrimli, B. S., Bakoglu, A.,** 2010, Levels of fat-soluble vitamins in some foods, Asian Journal of Chemistry, 22 (2):1251-1256p.
- Daglioglu, O., Arici, M., Konyali, M. ve Gumus, T.,** 2002, Effects of tarhana fermentation and drying methods on the fate of *Escherichia coli* 0157:H7 and *Staphylococcus aureus*. European Food Research and Technology, 215, 515–519p.
- Dağlioğlu, O.,** 2000, Tarhana as a traditional turkish fermented cereal food, its recipe, production and composition, Nahrung, 44:85-88p.
- Değirmencioğlu, N., Gürbüz, O., Herkeni E. N., Yurdunuseven Yıldız, A.,** 2016, The impact of drying techniques on phenolic compound, total phenolic content and antioxidant capacity of oat flour tarhana, Food Chemistry, 194, 587-594p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Değirmencioğlu, N., Göçmen, D., Dağdelen, A. and Dağdelen, F., 2005**
Influence of tarhana herb (*Echinophora Sibthorpiana*) on fermentation of tarhana, turkish traditional fermented food, Food Technology and BioTechnology, 43(2):175-179p.
- Ekinci, R., 2005,** The effect of fermentantion and drying on the water-soluble vitamin content of tarhana, a traditional Turkish cereal food, Food Chemistry, 90,127-132p.
- Erbaş, M., Certel, M. ve Uslu, M.K., 2005,** Microbiological and chemical properties of tarhana during fermentation and storage as wet-sensorial properties of tarhana soup, LWT, 38, 409–416p.
- Erbaş, M., Certel, M., Uslu, M. K., 2004,** Yaş ve kuru tarhananın şeker içeriğine fermentasyon ve depolamanın etkisi, Gıda, 299-305s.
- Erbaş, M., Uslu, M. K., Erba_, M. O., 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, 294-301p.
- Erdem, E., 2008,** Tarhana Üretiminde Balık Etinin Kullanımı, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Ensititüsü, Yüksek Lisans Tezi, 66s.
- Erkan, H., Çelik, S., Bilgi, B., Köksel, H., 2006,** A new approach for utilization of barley in food products: barley tarhana, Food Chemistry, 97, 12-18p.
- Folkertsma, B. and Fox, P. F., 1992,** Use of the Cd-ninhydrin reagent to ases proteolysis in cheese during ripening, Journal of Dairy Research, 59:217-224p.
- Göçmen, D., Gürbüz, O., Roussef, R. L., Smoot, J. M, Dağdelen, A. F., 2004,** Gas chromatographic-olfactometric characterization of aroma active compounds in sun-dried and vacuum-dried tarhana, European Food Research and Technology, 218, 573-578p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gölükcü, M., Tokgöz, H., Çelikyurt, M. A.,** 2005, The properties of pomegranate seed and fatty acid composition of its seed oil, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 1-8s.
- Güre, S.,** 2009, Ekşi Hamurlardan İzole Edilken Laktik Asit Bakterilerinin Gluten Üzerine Proteolitik Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 73s.
- Halasz, A., Barath, A., Simon-Sarkadi, L. and Holzapfel, W.,** 1994, Biogenic amines and their production by microorganisms in food, Trends in Food Science and Technology, 5:42-49p.
- Hayta, M., Alpaslan, M., Baysar A.,** 2002, Effect of drying methods on functional properties of tarhana: a wheat flour-yoghurt mixture, Journal of Food Science, 67(2):740-744p.
- İbanoglu, Ş., İbanoglu, E. and Ainsworth, P.,** 1999, Effect of different ingredients on the fermentation activity in tarhana, food chemistry, 64, 103-106p.
- İbanoğlu, S. and Maskan, M.,** 2002, Effect of cooking on the drying behaviour of tarhana dough, a wheat flour-yoghurt mixture, Journal of Food Engineering, 54:119-123p.
- Kalac, P., Krausova, P.,** 2005, A review of dietary polyamines: Formation implications for growth and health and occurrence in food, Food Chemistry, 90, 219-230p.
- Karahan, A. G.,** 2003, Gıdalarda biyojen aminler, Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 1(5):21-32s.
- Karakaya, S. El, S. N.,** 1998, Quercetin, luteolin, apigenin and kaempferol contents of some foods, Food Chemistry, 66, 289-292p.
- Karovičová, J. and Kohajdová, Z.,** 2005, Biogenic amines in food, Chemical Papers, 59(1):70-79p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Keşkekoğlu, H.**, 2009, Tarhana Üretimi ve Depolama Süresince, Biyojen Amin Oluşumunun Araştırılması Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 92s.
- Keşkekoğlu, H., Üren, A.**, 2013, Formation of biogenic amines during fermentation and storage of tarhana: a traditional cereal food, Quality Assurance and Safety of Crops & Food, 5(2), 169-176p.
- Kılıcı, A., Göçmen, D.**, 2014a, Phenolic acid composition, antioxidant activity and phenolic content of tarhana supplemented with oat flour, Food Chemistry, 151, 547-553p.
- Kılıcı, A., Göçmen, D.**, 2014b, Changes in antioxidant activity and phenolic acid composition of tarhana with steel-cut oats, Food Chemistry, 145, 777-783p.
- Küçükçuban, A.**, 2012, Sıvı Ekşi Hamur Sistemi İçin Uygun Laktik Asit Bakteri Kombinasyonunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 85s.
- Mafra, I., Herbert, P., Santos, L., Barros, P. and Alves, A.**, 1999, Evaluation of biogenic amines in some portuguese quality wines by hplc fluorescence detection of opa derivatives, American Journal of Enology and Viticulture, 50 (1):128-132p.
- Magala, M., Kohajdova, Z., Karovicova, J., Subova, A.**, 2015, Utilization of citrus crops processing by products in the preparation of tarhana, Potravinarstvo Scientific Journal for Food Industry, 9(1):95-100p.
- Ovando-Martinez, M., Daglioglu, O., Guner, K.G., Gecgel, U. and Simsek, S.**, 2014, Analysis of the fatty acids and phenolic compounds in a cereal-based fermented food (Tarhana), Food and Nutrition Sciences, 5, 1177-1184p.
- Özdemir, N., Alkan, L. B., Çon, A. H.**, 2012, Taze ve depolanmış kastamonu yaş tarhanasının mikrobiyolojik kalitesi, Alinteri, 23(B):25-40s.
- Özdemir, S., Göçmen, D., Yıldırım Kumral, A.**, 2007, A traditional turkish fermented cereal food, Food Reviews International, 23(2):107-121s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özdestan, Ö. ve Üren, A.**, 2009, A method for benzoyl chloride derivatization of biogenic amines for high performace liquid chromatography, *Talanta*, 78(4-5):1321-1326p.
- Özdestan, Ö. ve Üren, A.**, 2012, Gıdalarda biyojen aminlerle ilgili yasal limiter, *Gıda ve Yem Bilimi-Teknoloji Dergisi*, 12:27-40s.
- Özdestan, Ö.**, 2009, Türkiye’de Üretilen Bazı Fermente Gıdalarda Biyojen Aminlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Ensititüsü, Doktora Tezi, 268s.
- Özdestan, Ö., Üren, A.**, 2011, Effects of boillig parameters on the levels of nitrate, nitrite and color values of wild radish (*Raphanus raphanistrum*), *Gıda*, 36 (4), 193- 200p.
- Özdestan, Ö., Üren, A.**, 2013, Biogenic amine content of tarhana: a traditional fermented food, *International, Journal of Food Properties*, 16(2), 416-428p.
- Özel, S.**, 2012, Tarhana Hamuru Fermentasyonunun Mikrobiyal Taksonomik Yapısının ve Popülasyon Dinamiğinin Belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi Fen bilimleri Ensititüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138s.
- Özoğul, F., Kuley, E., Kenar, M.**, 2011, Effects of rosemary and sage tea extract on biogenic amines formation of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets, *Internatiional Journal of Food Science and Technology*, 46, 761-766p.
- Sarıca, Ş.**, 2011, Nar suyu yan ürünlerinin hayvan beslenmesinde kullanım olanakları, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2): 97-101.
- Settani, L., Tanguler, H., Moschetti, G., Reale, S., Gargano, V., Erten, H.**, 2011, Evolution of fermenting microbiata in tarhana produced under controlled technological conditions, *Food Microbiology*, 28,1367-1373p.
- Shalaby, A. R.**, 1996, Significance of biogenic amines to food safety and human health, *Food Research International*, 29 (7):675-690p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Silla Santos, M. H.**, 1996, Biogenic amines: their importance in foods, International Journal of Food Microbiology, 29:213-231p.
- Siyamoğlu, B.**, 1961, Türk tarhanalarının yapılışı ve terkibi üzerinde bir araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 44, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir, 75 s.
- Stratton, J. E., Hutkins, R. W. & Taylor, S. L.**, 1991, Biogenic amines in cheese and other fermented foods: A Review, Journal of food protection, 54(6), 460-470p.
- Tarakçı, A., Anıl, M., Koca, I.**, 2013, Effects of adding cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) on some physicochemical and functional properties and sensorial quality of tarhana, Quality Assurance and Safety of Crops & Foods, 5 (4): 347-355p.
- Tassoni, A., Germana, M.A. and Bagni, N.**, 2004, Free and conjugated polyamine content in citrus sinensis osbeck, cultivar brasiliano n.l. 92, a navel orange at different maturation stages, Food Chemistry, 87:537-541.
- Temiz, A., Pirkul, P.**, 1990, Tarhananın fermentasyonunda kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler, Gıda, 15 (2):119-126s.
- Temiz, A., Pirkul, P.**, 1991, Farklı bileşimlerde üretilen tarhanaların kimyasal ve duyuşal özellikleri, Gıda, 16 (1):7-13s.
- Ten Brink, B., Damink, C., Joosten, H. M. L. J. & Huis in't Veld, J. H. J.**, 1990, Occurrence and formation of biologically active amines in foods, International Journal of Food Microbiology, 11, 73-84.
- Tunç, K., Konca, T., Hoş, A.**, 2013, *Punica granatum* Linn. (nar) bitkisinin antibakteriyel etkisinin araştırılması, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1: (2), 167-172s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Xu, B. J., Chang, S. K. C.**, 2007, Acomparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents, Journal of Food Science, 72, 159-166p.
- Yasoubi, P., Barzegar, M., Sahari, M. A., Azizi, M. H.**, 2007, Total phenolic contents and antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts, Journal of Agricultural Science and Technology, 9, 35-42p.
- Yeğın, S., Üren, A.**, 2008, Biogenic amine content of boza: a traditional cereal-based, fermented turkish beverage, Food Chemistry, 111:(4), 983–987p.
- Yeğın, S.**, 2006, Geleneksel Fermente Ürünlerimizden Olan Bozada Biyojen Amin Varlığının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 89s.
- Yücel Şengün, İ.**, 2006, Ege Bölgesinin Bazı Yörelerinde Yapılan Geleneksel Tarhana ve Bileşenlerinin Bakteri Florasının Tanımlanması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 212 s.

ÖZGEÇMİŞ



Tuğçe EROL 1991 yılında Afyonkarahisar’da doğmuş, lise öğrenimini 2008 yılında İzmir Atatürk Lisesi’nde tamamlamıştır. 2009 yılında Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başlamıştır. 2011 yılında Università degli studi Firenze (University of Florence)’de Erasmus öğrencisi olarak 5 ay eğitim görmüştür. 2013 yılında Gıda Mühendisi olarak mezun olmuş ve E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır. Ağustos 2014’den beri A&G Pür Analiz Laboratuvar Hizmetleri Tic. A.Ş.’de analist olarak görev yapmaktadır.

EKLER

Ek 1. pH değerlerinin depolama boyunca değişimi

Ek 2. Asitlik değerlerinin depolama boyunca değişimi

Ek 3. Kuru madde değerlerinin depolama boyunca değişimi

Ek 4. Kül miktarının depolama boyunca değişimi

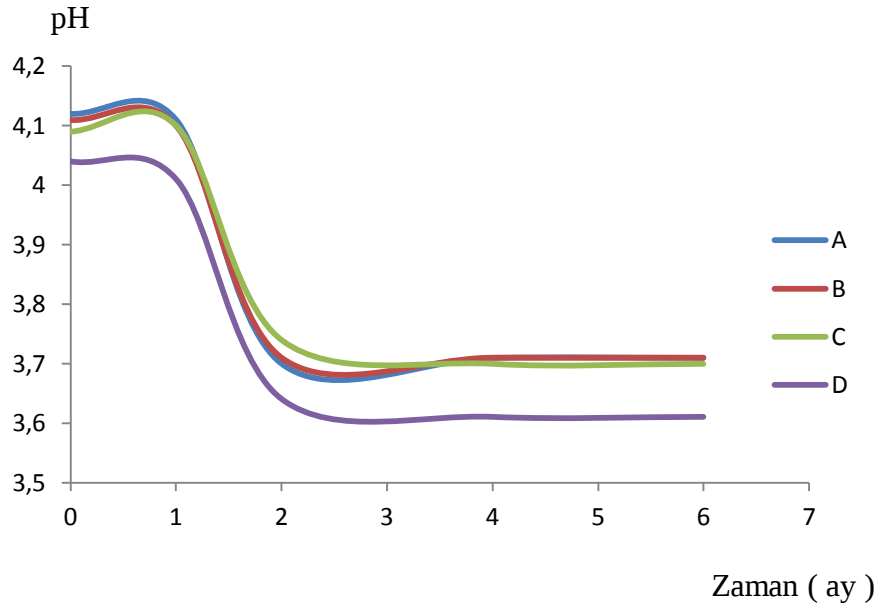
Ek 5. Toplam serbest amino asit miktarının depolama boyunca değişimi

Ek 6. Toplam fenolik madde miktarının depolama boyunca değişimi

Ek 7. Antioksidan aktivite değerlerinin depolama boyunca değişimi

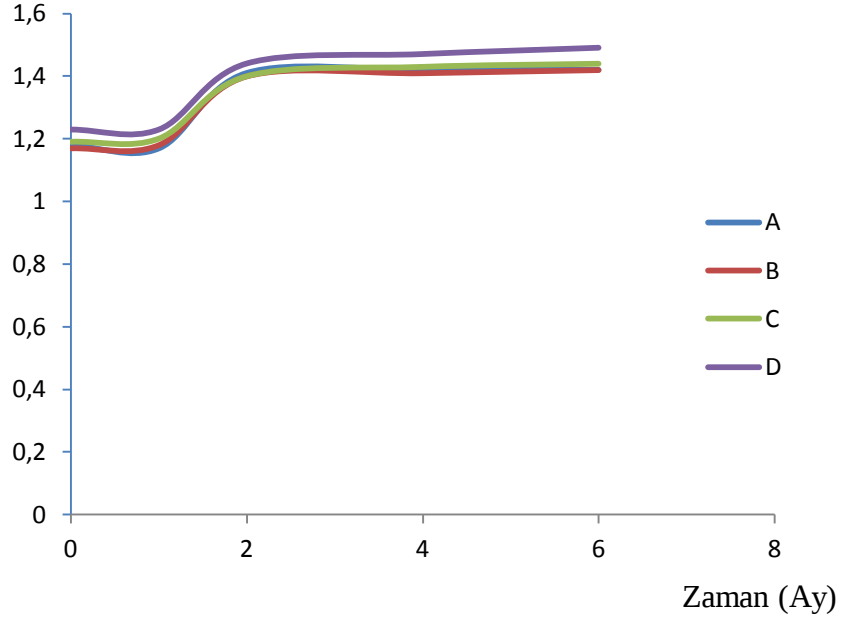
Ek 8. Tarhana  rneklerinin görünümü

Ek 1. pH değerlerinin depolama boyunca değişimi

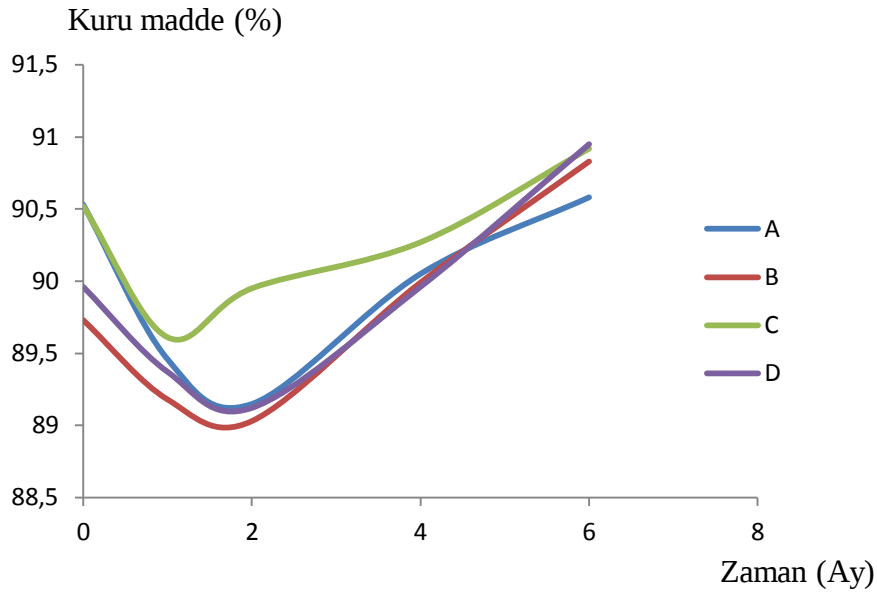


Ek 2. Asitlik değerlerinin depolama boyunca değişimi

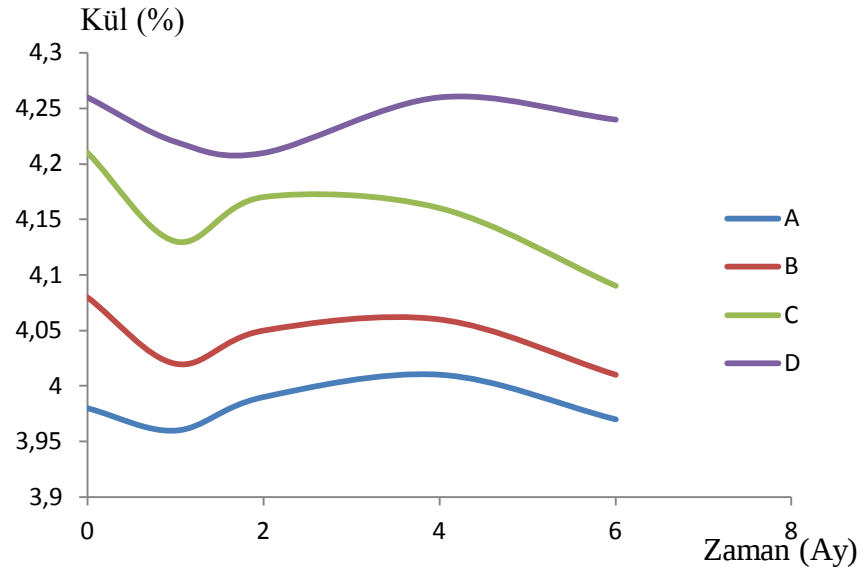
Asitlik % (laktik asit cinsinden)



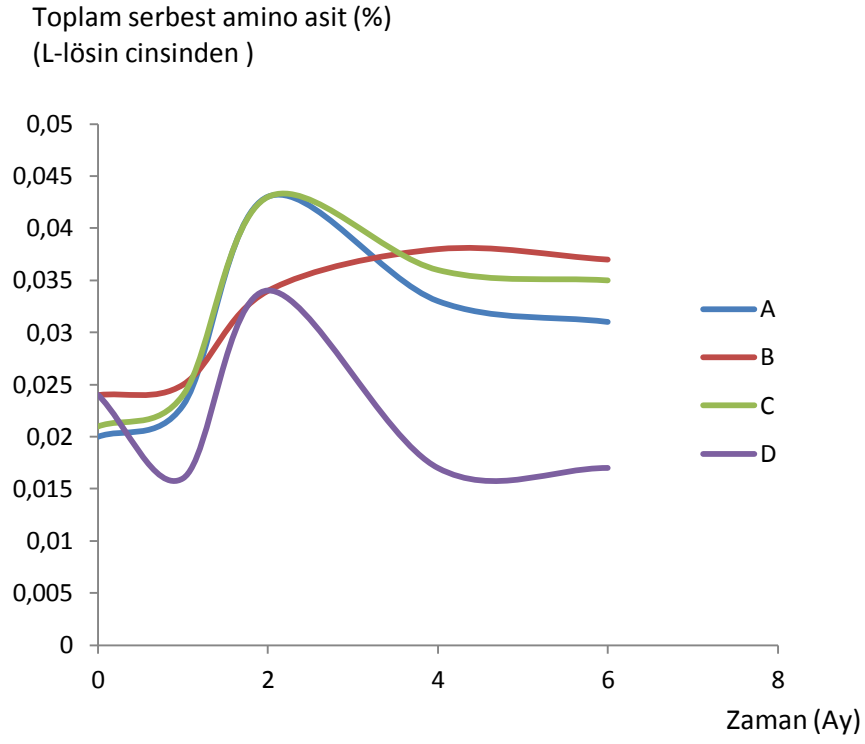
Ek 3. Kuru madde değerlerinin depolama boyunca değişimi



Ek 4. Kül miktarının depolama boyunca değişimi

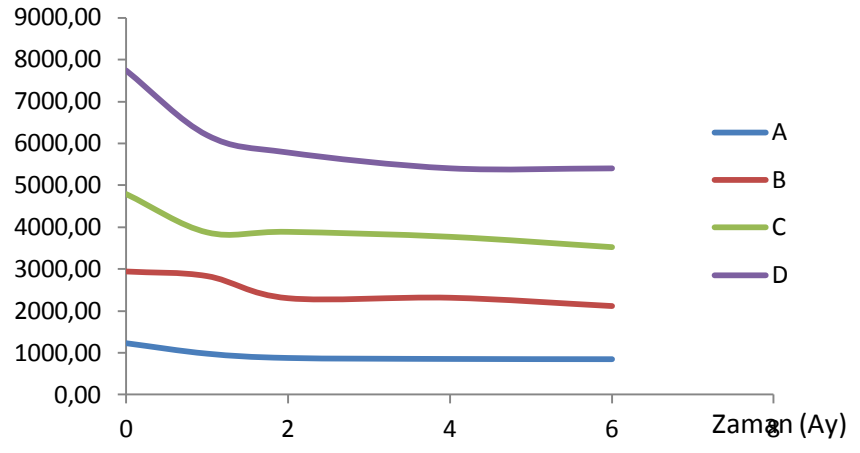


Ek 5. Toplam serbest amino asit miktarının depolama boyunca değişimi

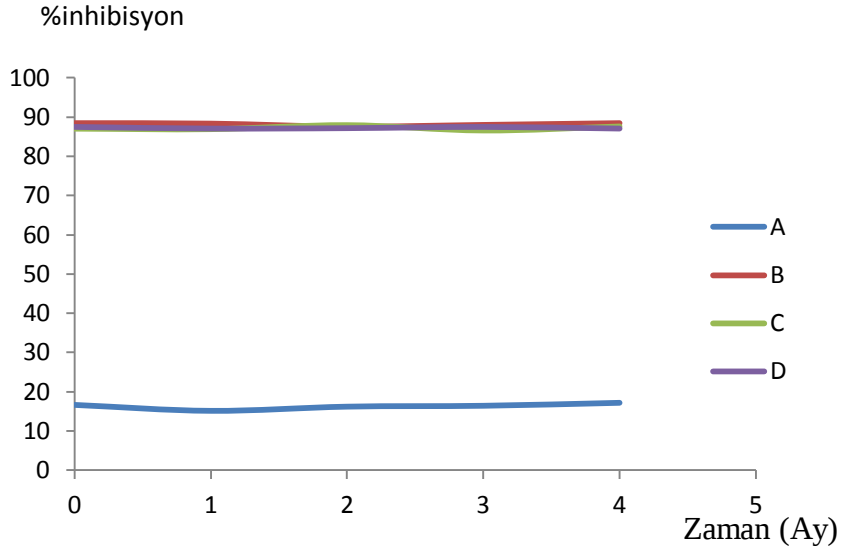


Ek 6. Toplam fenolik madde miktarının depolama boyunca değişimi

Toplam fenolik madde (mg/kg)



Ek 7. Antioksidan aktivite değerlerinin depolama boyunca değişimi



Ek 8. Tarhana örneklerinin görünümü



