

EV VE İŞLETME TİPİ UŞAK TARHANASI HAMURLARINDA FERMANTASYON SÜRECİNE AİT MİKROBİYOLOJİK VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ömer Şimşek*¹, Serap Özel¹, Ahmet Hilmi Çon²

¹Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun

Geliş tarihi / *Received*: 11.06.2012

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 07.09.2012

Kabul tarihi / *Accepted*: 22.10.2012

Özet

Uşak tarhanasının tüketimine yönelik artan talep, endüstriyel boyutta da üretimini teşvik etmiştir. Bu çalışmanın konusu, Uşak tarhanasının ev ve endüstriyel ölçekteki üretiminin fermantasyonunda meydana gelen mikrobiyolojik ve kimyasal değişimler ile laktik asit bakterisi (LAB) ve maya çeşitliliğinin karşılaştırılmasıdır. Mikrobiyolojik analizlerde, ev tipi tarhana (ETT) hamurlarının LAB, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve maya-küf sayılarının tüm fermantasyon günlerinde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tüm hamurlarda koliform, *E. coli* ve *S. aureus* sayıları, fermantasyon sonundaki asitlik artışına paralel olarak düşmüştür. Diğer taraftan, ETT hamurlarının daha düşük pH, kurumadde ve yüksek asitlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm fermantasyon günlerinde İTT hamuru örneklerinde LAB çeşitliliğinin daha yüksek, mayaların ise benzer çeşitlilik oranında olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçlar, endüstriyel ölçekte Uşak tarhanasının mikrobiyolojik olarak güvenli, kimyasal açıdan olumlu ve geniş laktik asit bakterisi çeşitliliğine sahip ürün olduğuna işaret etmiştir.

Anahtar kelimeler: Tarhana, laktik asit bakterisi, maya, çeşitlilik

COMPARISON OF MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF HOME AND PLANT-TYPE UŞAK TARHANA DOUGH DURING FERMENTATION

Abstract

The increasing demand on consumption of Uşak tarhana has promoted relevantly its industrial production. In this study, microbiological and chemical changes together with lactic acid bacteria (LAB) and yeast diversity were compared respectively, at the fermentation of home-made tarhana (HMT) and plant scale tarhana (PST) dough. The LAB, total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) and yeast-mold counts were proportionally low at HMT than PST dough. Coliform, *E. coli* and *S. aureus* counts reduced according to the increasing of acidity at all dough samples. pH and dry-weight of the HMT dough had lower values and higher total acidity than PST. LAB diversity was higher at PST dough during all fermentation days than HMT dough where no significant diversity was detected for yeasts. These results indicated that controlled production of Uşak tarhana at plant-scale provided microbiologically safe and chemically acceptable products as well as wide LAB diversity.

Keywords: Tarhana, lactic acid bacteria, yeast, diversity

* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ omers@pau.edu.tr,

☎ (+90) 258 296 3015,

☎ (+90) 258 296 3262

GİRİŞ

Tarhana; buğday unu, yoğurt, maya ile çeşitli sebze ve baharatların (domates, kırmızı biber, soğan, nane, tuz vb.) karıştırılıp, fermente edildikten sonra kurutulup, öğütülerek elde edilen geleneksel fermente bir üründür (1-5). Tarhananın fermantasyonunda laktik asit bakterileri (LAB) (2) ve mayalar, asit, etanol, CO₂ ve çeşitli aroma bileşeni gibi metabolitlerin üretimi dolayısıyla önemlidir. Fenotipik ve moleküler tanılama yöntemleriyle yapılan çalışmalarda mikroflorada çoğunlukla latobasillerin (*Lactobacillus bulgaricus*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. casei*, *L. fermentum*) bunun yanı sıra pediokok (*Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*) ve streptokok (*Streptococcus thermophilus*) gibi suşların bulunduğu tespit edilmiştir (2-5). Tarhana fermantasyonundaki maya çeşitliliğine ilişkin bilgi sınırlıdır. Ancak *Saccharomyces cerevisiae*'nin florada hakim olduğu ifade edilmektedir (4).

Tarhananın temel üretim süreçleri birbirine benzer olmasına rağmen, Türkiye sınırları içerisinde farklı tipte tarhanaların üretimi mevcuttur. Bu farklılaşmanın temel nedeni, tarhana üretiminde uygulanan yöresel alışkanlıklar ve göreneklerdir. Örneğin Güneydoğu Anadolu bölgesindeki (Kahramanmaraş, Gaziantep) tarhana üretimlerinde buğday kırması, İç Anadolu bölgesinde (Ankara, Konya, Karaman) ise un kullanımı söz konusudur (6). Ege bölgesindeki (Uşak, Denizli, Kütahya) tarhana üretimlerinde daha fazla çeşitte sebze kullanımı ve uzun fermantasyon uygulanmaktadır (7). Bu durum fermantasyondaki LAB ve maya çeşitliliğini doğrudan etkilemektedir.

Türk Standartları Enstitüsü TS2282 Tarhana Standardına (1) göre "un tarhanası" sınıfında yer alan Uşak tarhanası, kendine özgü içeriğe ve üretim şekline sahiptir. Uşak tarhanasının üretim süreçleri diğerlerine benzer olsa da, üretiminde daha fazla sebze kullanılması ve uzun fermantasyonun gerçekleştirilmesinden dolayı diğerlerinden ayrılmaktadır. Fermantasyon mevsim şartlarına bağlı olarak 21 gün sürer. Halk arasında bu süreç hamurun kabarıp inmesi ve tatlanması şeklinde ifade edilmektedir (Mustafa Yeldanlı ile yapılan kişisel görüşme). Tarhana üretiminin bu aşaması ürünün kalitesi ve özelliğinin ortaya çıkması açısından çok önemlidir. Çünkü fermantasyon

sürecinde florada bulunan yararlı mikroorganizmalar (Laktik asit bakterileri ve mayalar) çalışarak ortamda bulunan karbon ve azot kaynaklarını da kullanarak laktik asit ve aromatik bileşikleri üretirler (2).

Son yıllarda kentsel nüfusun hızla artması, aileden daha fazla kişinin ve özellikle bayanların çalışma yaşamına katılması, hazır gıdalara duyulan ihtiyacı artırmıştır. Bu hazır gıdalar arasına sanayi ölçekli üretimi başlatılan tarhana da katılmıştır (2). Ev koşullarında tarhana yapımının zahmetli olması, geleneksel gıdalara duyulan ilgi, iç ve dış pazar talebi nedeniyle tarhananın hazır alımına yönelim hızla artmaktadır. Uşak tarhanasına artan talebin karşılanması için Uşak ve yöresinde endüstriyel ölçekte tarhana üretimi yapan firma sayısı her geçen gün artmaktadır. Uşak İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğüne kayıtlı tarhana üretimi yapan firma sayısı 2012 yılı itibarıyla 6'ya, endüstriyel tarhana üretimi de yıllık 50 tona ulaşmıştır.

Bu çalışmada; tarhana üretiminde önemli bir merkez olan Uşak yöresindeki ev ve işletmelerde üretilen tarhana hamurunun fermantasyon günlerindeki genel mikroflorası ve temel kimyasal özelliklerindeki değişim belirlenerek karşılaştırılmıştır. Diğer taraftan, çalışmada tarhanaların fermantasyon sürecindeki LAB ve maya çeşitliliği de ortaya konulmuştur. Bunun için ekşihamur gibi örneklerde bulunan LAB ve maya suşlarının ayırımında kullanılan (8, 9) (GTG)5 ve M13 tekrar serilerindeki uzunluk farklılığından faydalanılmıştır. Böylece daha önce sadece son üründe yapılan sınırlı sayıdaki çalışmadan farklı olarak, tüm fermantasyon günlerindeki sonuçlar ortaya konularak üreticilere ışık tutacak verilere ulaşılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu çalışmada kullanılan 9 farklı tarhana hamuru numunesinden 5 tanesi (A, B, C, D ve E) Uşak yöresinde geleneksel üretim yapan farklı evlerden, 4 tanesi de (F, G, H ve K) ticari ölçekte üretim yapan Uşak İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğüne kayıtlı işletmelerden temin edilmiştir. Hamurlar steril kaplar içerisinde ve soğuk koşullarda üretildiği gün laboratuvara taşınmıştır.

Söz konusu hamurlar üzerinde havalandırma delikleri bulunan, üzeri kapanabilen kaplarda soğutmalı inkübatörler kullanılarak (Nüve) 22 ±1°C'de inkübasyona bırakılmıştır.

Metot

Mikrobiyolojik analizler

Mikrobiyolojik sayımlar için fermantasyonun 0, 1, 3, 5, 10 ve 15. günlerinde hamur örnekleri peptonlu fizyolojik suda seyreltikten sonra %0.01 sikloheksimid ilaveli MRS-5C agar ortamına alınarak LAB sayımı Meroth vd. (10) tarafından belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) sayımı Plate Count Agar (PCA, Merck); maya-küf sayımı Dichloran Rose Bengal Chlortetracycline Agar (DRBC, Merck) ortamında 30 °C'de 48 h, Koliform bakteri sayımı Fluorocult® Violet Red Bile Agar (VRB, Merck) ve *S. aureus* sayımı ise Baird Parker Agar (BPA, Merck) ortamında 37 °C'de 24 h standart mikrobiyolojik ekim yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (8, 9). VRB agar üzerinde gelişen ve UV ışığı altında floresans ışımaya veren koloniler *E. coli* olarak tanımlanmıştır. *S. aureus* sayımı dışındaki diğer tüm mikrobiyel sayımlarda dökme plak yöntem kullanılmıştır. Tüm mikrobiyolojik sayım sonuçları kob/g olarak ifade edilmiştir.

Kimyasal analizler

Tarhana hamurlarının asitlik derecesi tayini TS 2282'ye göre yapılmıştır (1). Tarhana örneklerinde pH tayini ve kuru madde analizi de AACCC 44-12'ye göre gerçekleştirilmiştir (11).

(GTG)5 ve M13 parmak-izi analizi

LAB ve maya çeşitliliğinin tespiti için, her bir tarhana hamurundan ilgili fermantasyon gününde ekim yapılan MRS-5C ve DRBC Petri kutularından ayrı ayrı 20 adet farklı tipte koloni seçilmiş ve bunların GTG5 ve M13 tekrar serileri polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) ile çoğaltılarak parmak-izi profilleri oluşturulmuştur (8, 9). Bu tekrar serilerinin çoğaltılmasında kullanılan PZR karışımında, 4 µl master mix (5*FIREPol® Master Mix/ SOLIS Bio Dyne), 0.75 µl primer (GTG5 5-GTGGTGGTG-GTGGTG-3 ve M13 5-GAGGGTGGCGTTCT-3), 2 µl DNA ve toplam hacim 20 µl olacak şekilde steril ultra saf su kullanılmıştır. PZR işleminde

gradient PZR cihazı (Techne, UK) kullanılmış ve LAB'leri için 95 °C 3 dk ön denatürasyon, 30 çevrim 95 °C 1 dk, 45 °C 30 sn, 72 °C 5 dk ve 72 °C 10 dk olarak; mayaların için 95 °C 3 dk ön denatürasyon, 30 çevrim 95 °C 40 sn, 47 °C 30 sn, 72 °C 4 dk ve 72 °C 10 dk süre kombinasyonları ile uygulanmıştır. PZR ürünleri elektroforez sisteminde (Thermo) % 0.8'lik agaroz jel kullanılarak yürütülmüş ve jel görüntüleme sisteminde (Bioprint Mega, Vilber Lourmat) bant profilleri gruplandırılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Veriler arasındaki istatistiksel ilişki MİNİTAB 14.0 hazır istatistik programında korelasyon ve regrasyon analizi ile belirlenmiştir. İstatistik analizlerde bakteri sayıları logaritmik birime çevrilerek kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ olarak kabul edilmiştir (12).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Tüm fermantasyon zamanlarında LAB sayısı İTT örneklerinde ETT örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. LAB sayısı, ETT örneklerde fermantasyonun 3. gününe (Çizelge 1); İTT örneklerde ise 1. gününe (Çizelge 2) kadar artmış ve takip eden günlerde düşmüştür. Türkiye'nin farklı bölgelerden elde edilen tarhana hamurlarında da benzer şekilde fermantasyonun ilk günlerinde hızlı bir sayısal artışın kaydedildiği rapor edilmiştir (3, 4, 13-15).

İTT hamuru TAMB sayısı, LAB ve maya-küf sayısında olduğu gibi ETT hamurlarından daha yüksek bulunmuştur. TAMB sayısı ETT örneklerde fermantasyonun 3. gününde (Çizelge 1); İTT örneklerde de 1. gününde (Çizelge 2) en yüksek değere ulaşmış; takip eden günlerde düşmüştür. Erbaş vd. (13) tarafından da fermantasyon sırasında, tarhana hamurunun artan asit içeriği ile toplam mikroorganizma sayısının 6.43 log kob/g'dan 5.95 log kob/g'a düştüğü belirtilmiştir.

Maya-küf sayısı hem ETT hem de İTT hamurlarında fermantasyonun 3. gününde en yüksek değere ulaşmış, takip eden günlerdeki değişim düzensiz olmuştur (Çizelge 1 ve 2). Temiz ve Pirkul (14)

tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde maya-küf sayısı fermantasyonun 1. ve 2. günlerinde artış gösterirken; 3. gününde hızlı bir azalma gösterdiği belirlenmiştir.

ETT ve İTT hamurlarında fermantasyonun devamı ile *S. aureus* sayısının azalması ve iki tip tarhana hamurunda da 10. günde tespit edilebilir düzeyin altına düşmesi (Çizelge 1 ve 2), aynı süreçte pH değerindeki hızlı düşüşe bağlanmıştır. Nitekim, fermantasyon sonunda pH 3.4-4.2 değer aralığına kadar düşmektedir. Düşük pH değeri ve düşük nem içeriğinin tarhanada patojen ve sporlu mikroorganizmaların gelişimi için uygun olmayan bir ortam oluşturduğu Erbaş vd. (13) ve Dağlıoğlu (2) tarafından da bildirilmiştir.

ETT ve İTT hamurlarında fermantasyonun başında 10^4 - 10^5 civarında olan koliform bakteri sayısının 3. günden sonra saptanamaması (Çizelge 1 ve 2) tarhananın asidik ve fermente bir gıda olması ile ilişkilidir. Nitekim bu çalışmada olduğu gibi, Soyyiğit (15) tarafından Isparta ve yöresi ev yapımı tarhanaların koliform bakteri sayısı <3.0 kob/g olarak bulunmuş, Settanni vd. (4) tarafından da tarhana örneklerinde koliform mikroorganizmaya rastlanılmadığı belirtilmiştir. *E. coli* sayısı, incelenen ETT hamurlarının 1. gününden; İTT hamurlarının 3. gününden itibaren $<1.0 \times 10^1$ kob/g'ın altında bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). Bu sonuçlar, koliform bakteri sayısı ile uyumlu olarak asitliğin artışıyla *E. coli* sayısının da önemli oranda düştüğünü göstermiştir.

Fermantasyon sürecinde koliform grup, *E. coli* ve *S. aureus* sayısında, LAB, maya-küf ve TAMB sayısındaki artışa paralel önemli oranda azalışın ($P<0.05$) meydana geldiği gözlenmiştir. Belirlenen bu ilişkide LAB tarafından üretilen organik asitler dolayısı ile pH değerindeki düşüşün, üretilen antimikrobiyel metabolitlerin ve hücreler arası yarışmanın etkili olmasından ileri gelmektedir.

Kimyasal analiz sonuçları

Fermantasyon süresince örneklerin pH değerleri ETT hamurlarında, İTT hamurundan daha düşük bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). Bu farklılığın, ETT hamurlarının hazırlanmasında kullanılan bileşen ve oranlarının farklılığından kaynaklandığı varsayılmaktadır. ETT ve İTT hamurlarında fermantasyon günlerine bağlı olarak pH değerinde

belirlenen düşüş istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). İTT örneklerinde 5. günden, ETT örneklerinde ise 10. günden sonra pH değeri yükselmiştir. Çalışmada belirlenen pH değerleri Soyyiğit (15) ve Settanni vd. (4) tarafından rapor edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur. Bu durumun bileşimdeki farklılıktan ve fermantasyonun uzun tutulmasından ileri geldiği ön görülmektedir.

Tüm ETT ve İTT hamurlarında fermantasyonun başından sonuna kadar asitlik artışı izlenmiş, son fermantasyon gününde hamurların asitlik değerlerinin 11.0-21.5 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve 2). ETT hamurların fermantasyon başındaki asitlik değerleri İTT hamurlarınıninkinden yüksek bulunmuştur. Bu durum özellikle tarhana bileşiminden ileri gelmiştir.

İncelenen ETT ve İTT hamurlarındaki % kuru madde miktarı fermantasyon süresi boyunca sırasıyla %49.3-60.4 ve %53.3-60.3 arasında bulunmuştur (Çizelge 1 ve 2). Bu sonuçlar İTT örneklerin ETT örneklere göre kısmen yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğunu göstermektedir. Erbaş vd. (13) tarafından yapılan çalışmada %61 olarak bulunan fermantasyon sonundaki yaş tarhananın kuru madde oranı çalışmamızda elde edilen ortalama % kuru madde değerlerinden yüksek düzeydedir.

Tüm çalışma sonuçları dikkate alınarak bir değerlendirme yapıldığında, İTT hamurlarının ETT hamurlarına göre daha yüksek LAB ve maya-küf sayısına sahip olmasının, hazırlanmasında kullanılan bileşenlerin niteliği ile miktarlarındaki farklılık ve işletme ölçeğinde gerçekleştirilen kontrollü üretimin doğal florada yer alan mikroorganizmaların gelişimini teşvik etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tarhana hamurlarında laktik asit bakteri ve maya izolatu çeşitliliğinin tespiti

(GTG)5-DNA tekrar serilerinin analizi ile ETT ve İTT hamurlarından toplanan laktik asit bakterisi izolatlarının 3 kb'dan daha küçük boyuta sahip, 3 ila 6 adet arasında değişen (GTG)5-DNA fragmentlerini içerdikleri izlenmiştir. En fazla suş çeşitliliğine C, E, F, H ve K hamurlarında rastlanırken, en az çeşitliliğin ise A hamurunda olduğu görülmüştür (Şekil 1). Tüm fermantasyon günlerinde bulunan LAB çeşitliliğinin İTT

Çizelge 1. Farklı fermantasyon günlerinde ETT hamurlarının mikrobiyolojik ve kimyasal analiz sonuçları.
Table 1. Microbiological and chemical results of HMT doughs at different fermentation days

Örnekler Samples	Gün Day	Mikrobiyolojik Sonuçlar (log kob/g) Microbiological Results (log cfu/g)					Kimyasal Sonuçlar Chemical Results			
		LAB*	TAMB	MK	SA	K	EC	pH	AS	KM %
A	0	8.23	8,20	5,90	3,66	5,48	1,81	4,42	10,45	55,62
B		8.01	6,48	5,02	3,08	4,04	<1	4,50	9,98	49,38
C		7.61	8,04	5,09	3,31	5,48	<1	4,31	8,31	52,82
D		8.66	6,43	5,57	3,53	4,53	<1	4,25	10,69	53,75
E		5.76	5,94	6,28	3,44	5,47	1,00	4,54	4,51	53,83
Ortalama Average		7.65	7,12	5,75	3,40	5,00	-	4,40	8,79	53,08
A	1	7.54	6,88	6,10	3,40	5,05	<1	3,69	14,96	55,51
B		7.91	6,85	5,30	3,65	2,44	<1	3,65	8,79	50,95
C		7.92	7,99	6,15	3,38	5,20	<1	3,44	6,89	56,20
D		8.33	6,90	5,00	2,30	2,33	<1	3,81	8,79	52,41
E		7.88	7,89	6,68	3,49	4,56	<1	4,22	6,65	54,38
Ortalama Average		7.92	7,30	5,84	3,24	3,91	-	3,76	9,22	53,89
A	3	6.93	7,45	5,27	2,70	<1	<1	3,39	13,54	56,82
B		7.34	7,38	4,98	<2	<1	<1	3,29	11,88	51,41
C		9.41	9,44	5,95	<2	<1	<1	3,47	11,64	54,99
D		8.56	9,49	6,74	<2	<1	<1	3,30	11,88	51,58
E		10.12	9,48	6,97	<2	<1	<1	3,26	12,83	54,31
Ortalama Average		8.47	8,65	5,98	-	-	-	3,34	12,35	56,82
A	5	7.20	6,70	3,30	2,65	<1	<1	3,33	14,50	55,67
B		7.89	7,38	4,35	<2	<1	<1	3,25	14,25	51,01
C		9.80	9,83	5,91	<2	<1	<1	3,28	16,00	55,18
D		7.44	6,30	5,22	<2	<1	<1	3,33	15,50	52,17
E		9.25	8,68	7,00	<2	<1	<1	3,21	14,75	55,23
Ortalama Average		8.32	7,78	5,16	-	-	-	3,28	15,00	53,85
A	10	6.22	5,48	5,29	<2	<1	<1	3,39	14,75	55,62
B		6.48	4,85	4,30	<2	<1	<1	3,17	15,25	52,18
C		9.13	8,56	7,42	<2	<1	<1	3,11	16,25	55,3
D		6.53	5,30	4,98	<2	<1	<1	3,09	15,25	52,63
E		8.57	8,13	6,51	<2	<1	<1	3,17	17,00	55,42
Ortalama Average		7.38	6,46	5,70	-	-	-	3,18	15,70	54,23
A	15	5.50	5,80	5,70	<2	<1	<1	3,82	17,75	57,13
B		6.06	5,00	4,84	<2	<1	<1	3,70	17,75	52,08
C		8.55	5,00	6,00	<2	<1	<1	3,67	18,75	55,88
D		5.04	5,04	4,98	<2	<1	<1	3,68	19,00	54,19
E		7.44	6,46	5,92	<2	<1	<1	3,66	19,00	59,71
Ortalama Average		6.52	5,46	5,49	-	-	-	3,70	18,45	55,79

*: LAB: Laktik asit bakterisi, TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri, MK: Maya-Küf, SA: *S.aureus*, K: Koliform, EC: *E. coli*, AS: Asitlik sayısı, KM: Kurumadde

* LAB: Lactic acid bacteria, TAMB: Total aerobic mesophilic bacteria, MK: Mold-Yeast, SA: *S. aureus*, K: Coliform, EC: *E. coli*, AS: Acidity degree, KM: Dry-weight.

Çizelge 2. Farklı fermantasyon günlerinde İTT hamurlarının mikrobiyolojik ve kimyasal analiz sonuçları.
Table 2. Microbiological and chemical results of PST doughs at different fermentation days

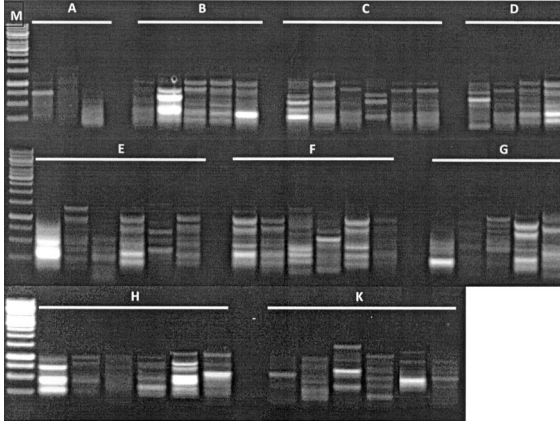
Örnekler Samples	Gün Day	Mikrobiyolojik Sonuçlar (log kob/g) Microbiological Results (log cfu/g)						Kimyasal Sonuçlar Chemical Results		
		LAB*	TAMB	MK	SA	K	EC	pH	AS	KM %
F	0	8.06	8,36	6,81	5,57	5,28	<1	4,48	4,49	55,74
G		7.68	8,13	5,74	<2	1,30	<1	4,32	4,75	55,79
H		7.09	7,18	5,28	<2	3,13	<1	4,78	4,50	55,32
K		8.60	8,59	6,88	5,42	3,77	1,78	4,30	6,65	55,52
Ortalama Average		7.86	8,06	6,18	-	3,37	-	4,47	5,10	55,59
F	1	10.73	11,08	8,49	4,98	4,65	<1	3,99	6,50	56,27
G		8.74	9,48	5,92	<2	<1	<1	4,17	7,00	55,49
H		8.35	8,06	5,50	<2	2,79	<1	4,23	6,00	56,78
K		9.11	8,88	7,94	5,23	2,77	2,08	3,93	10,93	54,29
Ortalama Average		9.23	9,50	6,08	-	-	-	4,08	7,61	55,70
F	3	9.85	8,43	8,43	4,58	<1	<1	3,92	9,75	55,52
G		8.64	8,42	7,54	<2	<1	<1	3,78	10,25	55,02
H		8.76	8,39	6,05	<2	<1	<1	3,70	10,75	55,98
K		9.14	8,80	5,81	2,78	<1	<1	3,52	14,25	55,02
Ortalama Average		9.10	8,51	6,96	-	-	-	3,73	11,25	55,02
F	5	9.42	9,58	8,34	2,70	<1	<1	3,40	15,25	55,25
G		9.71	8,45	7,37	<2	<1	<1	3,47	14,25	56,86
H		8.01	8,06	5,31	<2	<1	<1	3,64	14,75	57,80
K		8.71	8,99	3,30	2,30	<1	<1	3,47	14,73	54,42
Ortalama Average		8.96	8,77	6,08	-	-	-	3,49	14,74	54,42
F	10	8.61	10,04	8,31	<2	<1	<1	3,74	15,75	55,86
G		8.24	6,51	6,01	<2	<1	<1	3,56	13,25	59,15
H		7.37	8,07	5,42	<2	<1	<1	3,68	16,75	59,17
K		8.36	8,49	7,00	<2	<1	<1	3,80	18,00	55,36
Ortalama Average		8.14	8,28	6,69	-	-	-	3,69	15,94	55,36
F	15	7.44	7,66	5,84	<2	<1	<1	4,03	21,50	54,22
G		7.60	6,07	6,25	<2	<1	<1	3,50	11,25	57,59
H		7.42	7,11	6,19	<2	<1	<1	3,67	17,25	60,05
K		8.57	7,74	6,25	<2	<1	<1	3,67	17,75	58,03
Ortalama Average		7.76	7,14	6,13	-	-	-	3,72	16,94	58,03

*: LAB: Laktik asit bakterisi, TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri, MK: Maya-Küf, SA: *S.aureus*, K: Koliform, EC: *E. coli*, AS: Asitlik sayısı, KM: Kurumadde

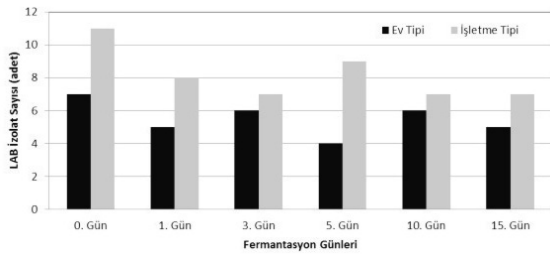
* LAB: Lactic acid bacteria, TAMB: Total aerobic mesophilic bacteria, MK: Mold-Yeast, SA: *S. aureus*, K: Coliform, EC: *E. coli*, AS: Acidity degree, KM: Dry-weight.

hamurlarında ETT hamurlara kıyasla daha zengin olduğu da ortaya konmuştur. Her iki kaynaktan temin edilen tarhana hamurlarında fermantasyonun ilerleyen günlerinde LAB çeşitliliğinin giderek azaldığı izlenmiştir (Şekil 2). İTT hamurlarında daha fazla çeşitliliğin bulunması bu hamurların

hazırlanmasında kullanılan ekşi hamur ile ilişkilidir. Ayrıca, ETT hamurlarında fermantasyon süreci boyunca pH değerlerinin daha düşük, toplam asitliğin ise daha yüksek bulunması, İTT hamurlarda tür çeşitliliğinin teşvik edildiğine işaretir.

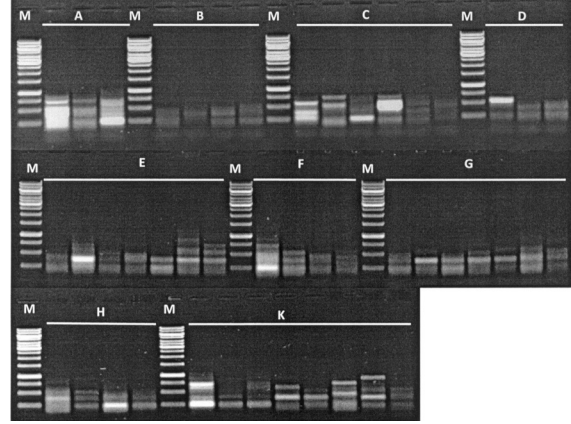


Şekil 1. Fermantasyon sürecinde ETT ve İTT hamuru örneklerinden (A, B, C, D, E, F, G, H, K) izole edilen laktik asit bakterilerinin (GTG)₅ parmak izi profili. Örnekler içerisinde her bir kuyu farklı bir profili temsil etmektedir. M: 1 kb. Merker (Fermentas)
 Figure 1. (GTG)₅-DNA fingerprint profiles of lactic acid bacteria isolated from HMT and PST dough samples (A, B, C, D, E, F, G, H, K) during fermentation. Each wells represent different profile in each dough samples. M: 1 kb marker (Fermentas).

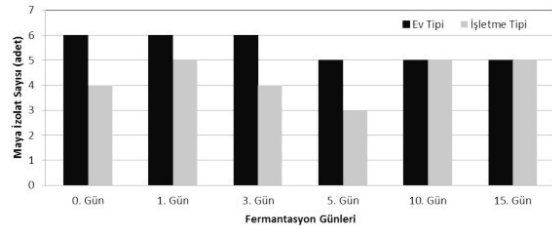


Şekil 2. Fermantasyon sürecinde ETT ve İTT hamuru örneklerinden izole edilen farklı (GTG)₅ parmak izi profiline sahip LAB izolat sayısı.
 Figure 2. LAB isolate counts having different (GTG)₅ fingerprint profile isolated from HMT and PST dough samples at fermentation.

Çalışmada temin edilen ETT ve İTT hamurlarından izole edilen maya izolatlarının; 1 kb'dan küçük, farklı büyüklükte 1 ila 6 adet, M13-DNA tekrar serilerini içerdiği tespit edilmiştir. Tarhana hamurları kaynağına göre değerlendirildiğinde; en yüksek sayıda farklı profile sahip suş ETT hamurlarda C örneğinde, İTT hamurlarda ise K örneğinde belirlenmiştir (Şekil 3). İTT hamurundaki yüksek LAB çeşitliliğinin aksine, maya çeşitliliği ETT hamurlarda daha fazla bulunmuştur (Şekil 4). Bu durum, üretimde kullanılan bileşen farklılığının yanı sıra ETT hamurlarda saptanan daha düşük LAB sayısının farklı maya türlerinin gelişimini teşvik ettiği şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 3. Fermantasyon sürecinde ETT ve İTT hamuru örneklerinden (A, B, C, D, E, F, G, H, K) izole edilen mayaların M13 parmak izi profili. Örnekler içerisinde her bir kuyu farklı bir profili temsil etmektedir. M: 1 kb. Merker (Fermentas).
 Figure 3. M13-DNA fingerprint profiles of yeasts isolated from HMT and PST dough samples (A, B, C, D, E, F, G, H, K) during fermentation. Each wells represent different profile in each dough samples. M: 1 kb marker (Fermentas).



Şekil 4. Fermantasyon sürecinde ETT ve İTT hamuru örneklerinden izole edilen farklı M13 parmak izi profiline sahip maya izolat sayısı.
 Figure 4. Yeast isolate counts having different M13 fingerprint profile isolated from HMT and PST dough samples at fermentation.

Sonuç olarak; Uşak ve yöresinde endüstriyel üretime geçiş sürecinde olan tarhananın, endüstriyel boyutta üretimiyle mikrobiyolojik ve kimyasal özellikler bakımından güvenli ve istenilen kalitede ürün elde edildiği ortaya konulmuştur. Endüstriyel üretim koşullarında üretilen tarhana hamurlarında saptanan daha yüksek LAB ve maya sayısı ile çeşitliliğinin, üretimde kullanılan bileşenlerin farklılığı ile daha kontrollü koşulların sağlanmasına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen baskın maya ve LAB izolatlarının takip eden çalışmalar ile endüstriyel özelliklerinin belirlenerek endüstriyel tarhana üretimi için starter kültür olarak önerilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Anon 1981. TS 2282 Tarhana Standardı, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara
2. Daglioglu O. 2000. Tarhana as a traditional Turkish fermented cereal food. Its recipe, production and composition, *Nabrunğ* 44, 85–88.
3. Şengun İY, Nielsen DS, Karapinar M, Jakopsen M. 2009. Identification of lactic acid bacteria isolated from tarhana, a traditional Turkish fermented food, *Int. J. Food Microbiol.* 135, 105–111.
4. Settanni L, Tanguler H, Moschetti G, Reale S, Gargano V, Erten H. 2011. Evolution of fermenting microbiota in tarhana produced under controlled technological conditions, *Food Microbiol.* 28, 1367-1373.
5. Temiz A, Yilmazer N. 1998. Identification of lactic acid bacteria isolated from tarhana during fermentation, *Acta-Alimentaria*, 27, 277-291.
6. Siyamoğlu B. 1961. Türk tarhanalarının yapılışı ve terkibi üzerine araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:44, Ege Üniversitesi Matbaası, 75 s.
7. Çelik İ, Işık F, Şimşek Ö, Gürsoy O. 2005. The effects of the addition of baker's yeast on the functional properties and quality of Tarhana, a traditional fermented food, *Czech. J. Food Sci.* 23, 190–195.
8. Scheirlinck I, Meulen RV, Schoor AV, Vancanneyt M, Vuyst LD, Vandamme P, Huys G, 2008. Taxonomic structure and stability of the bacterial community in Belgian sourdough ecosystems as assessed by culture and population fingerprinting, *Appl. and Environ. Microbiol.* 2414–2423.
9. Groenewald M, Daniel HM, Robert V, Poot GA, Smith M. 2008. Polyphasic re-examination of *Debaryomyces hansenii* strains and reinstatement of *D. hansenii*, *D. fabryi* and *D. subglobosus*. *Persoonia* 21, 17–27.
10. Meroth CB, Walter J, Hertel C, Brandt MJ, Hammes WP. 2003. Monitoring the bacterial population dynamics in sourdough fermentation processes by using PCR-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis, *Appl. and Environ. Microbiol.* 475–482.
11. Anon, 1990. American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, 8th edition, *The Association: St. Paul, MN*.
12. Bailey NT J. 1981 *Statistical Methods in Biology*, Hoddle and Stoughton Ltd., 216p
13. Erbaş M, Certel M, Uslu MK, 2005. Microbiological and chemical properties of tarhana during fermentation and storage as wet sensorial properties of tarhana soup. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 38, 409–416.
14. Temiz A, Pirkul T. 1990. Tarhana fermantasyonunda kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler, *GIDA* 15, 119-126.
15. Soyyiğit H. 2004. Isparta ve yöresinde üretilen ev yapımı tarhanaların mikrobiyolojik ve teknolojik özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 60 s.