





Trabzon Ekmeği Ekşi Hamurlarının Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Merve Yurttaş¹ , Nevzat Şahin² , Ahmet Hilmi Çon³  

¹Amasya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Amasya

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Samsun

³Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun

Geliş Tarihi (Received): 21.04.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 04.07.2023

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): ahmeth.con@omu.edu.tr (A.H. Çon)

☎ 0 362 312 1919 📠 0 362 457 6035

Öz

Ekşi hamur ekmeği ülkemizde laktik asit bakterileri ve mayaların görev aldığı fermantasyon yöntemiyle üretilen geleneksel bir ekmeğin çeşididir. Fermantasyon boyunca ekşi hamur ekmeğinin teknolojik özellikleri gelişmekte, karakteristik tat ve aroması oluşmaktadır. Mineral biyoyararlanımı artan, raf ömrü uzayan ve glisemik indeksi düşen ekşi hamur ekmeği tüketici tarafından arzu edilen ekmeğin özelliğini taşımaktadır. Sonuçta, ekşi hamur ekmeğinin üretimi her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada; yaz ve kış döneminde Orta ve Doğu Karadeniz bölgelerinden elde edilen 54 adet ekşi hamur örneğinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri araştırılmıştır. Örneklerin pH değerinin 3.30-5.43, asitlik derecesi, toplam asitlik, kuru madde ve kül içeriklerinin sırasıyla 2.50-20.50, %0.23-1.79, %49.05-65.91 ve %0.34-0.95 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ekşi hamur örneklerinin laktik asit (LAB), toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve maya sayısı sırasıyla 3.65-8.97 log KOB/g, 4.19-7.20 log KOB/g, 4.17-7.52 log KOB/g olarak belirlenmiştir. Örneklerin asitlik ve pH düzeylerinin yöresel, mevsimsel ve fırınlar arasında önemli farklılıklara sahip olduğu tespit edilmiştir. Mikroorganizma sayısı, kuru madde ve kül miktarları analiz edilen örneklerin bu değerler bakımından fırınlar arasında önemli farklılıklara sahip olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar, Orta ve Doğu Karadeniz bölgelerinde ekşi hamur ekmeği üretiminde standardizasyonun olmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekşi hamur, Ekmeğin, Mikrobiyolojik özellikler, Teknolojik özellikler

Some Physicochemical and Microbiological Properties of Trabzon Bread Sourdoughs

ABSTRACT

Sourdough bread is a traditional bread form produced in Türkiye using the fermentation method of lactic acid bacteria and molds. Through fermentation, the technological characteristics of sourdough bread are developed, resulting in the emergence of its characteristic taste and aroma. This process also increases mineral bioavailability, extends shelf life and decreases glisemic index, making it highly desirable for consumers. As a result, the production of sourdough bread has become increasingly widespread. This study examines the physicochemical and microbiological characteristics of 54 samples of sourdough obtained from the Middle and Eastern Black Sea regions during summer and winter periods. It was determined that the pH values of the samples ranged from 3.30 to 5.43, and while the degree of acidity, total acidity, dry matter and ash contents ranges from 2.50 to 20.50, 0.23 to 1.79%, 49.05 to 65.91%, and 0.34 to 0.95%, respectively. The number of lactic acid bacteria (LAB), total aerobic mesophilic bacteria and molds of the sourdough samples were found to be in the range from 3.65 to 8.97 log CFU/g, 4.19 TO 7.20 log CFU/g and 4.17 to 7.52 log CFU/g, respectively. It was determined that the samples' acidity and pH levels had significant differences between regions, seasons and different bakeries. The number of microorganisms, dry matter and ash quantities of samples showed significant differences among bakeries in terms of these values. These results

indicated a lack of standardization in the production of sourdough bread in the regions of the Middle and East Black Sea regions.

Keywords: Sourdough, Bread, Microbiological properties, Technological properties

GİRİŞ

Ekmeç, ölkemizde en çok tüketilen tahıl ürünlerinden birisidir [1]. Ekmeçin enerji verici, ucuz, vitamin ve mineral içeriğinin zengin olması onu temel besin kaynağımız haline getirmektedir [2]. Asırlar boyunca varlığı bilinen [3] ekşi hamur ekmeçi; un tipi, uygulanan teknoloji, fermantasyon işlemindeki farklılıklar nedeniyle çeşitlilik göstermektedir [4]. Son yıllarda katkısız, besin değeri yüksek ve uzun raf ömrüne sahip ürünlere olan talep artışı, spontane fermantasyondan dolayı aromatik tat ve uzun raf ömrüne sahip olan ekşi hamur ekmeğine olan talebi de artırmıştır [5-8].

Ekşi hamur, un ve su karışımının laktik asit bakterileri ve mayaların fermantasyonu sonucu elde edilen bir hamur çeşididir [9-12]. Ekmeçe karakteristik özelliğini veren mikrobiyotasındaki LAB ve mayalar ile bu mikroorganizmalar arasındaki etkileşimlerdir [13]. Fermantasyonla üretilen organik asitler, enzimler, ekso polisakkaritler gibi çeşitli metabolitler ekmeçe özgü tat ve aroma kazandırmakta, ekmeçin hacim ve tekstürünü iyileştirmekte ve raf ömrünü uzatmaktadır [14-16]. Buğdayda fosforun depo halinde bulunma formu olması dolayısıyla ekmeçte de bulunan; Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn gibi önemli mineralleri bağlayarak vücut tarafından emilimini engelleyen fitik asit, fermantasyonla parçalanmakta ve ekmeçin besin değeri artmaktadır [17]. Ayrıca fermantasyon, organik asitler ve diğer metabolitlerin oluşumuyla birlikte nişasta emilimini azaltarak ekmeçin glisemik indeksini de düşürmektedir [18]. Yapılan çalışmalar ekşi hamur yöntemiyle üretilen ürünlerin glütteni parçaladığını ve bu sebeple çölyak hastaları tarafından da tüketilebileceğini belirtmektedir [19-21]. Glisemik indeksi düşük, besin değeri yüksek, katkısız, uzun raf ömrüne sahip olması bu ekmeçin tercih edilirliliğini artırmaktadır. Bu çalışmada, Karadeniz bölgesi taranarak ekşi hamur ekmeçi üreten fırınlardan alınan ekşi hamur örneklerinin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile mevsimsel değişimlerinin belirlenerek standardizasyon durumlarının aydınlatılması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Kış ve yaz dönemi ekşi hamur örnekleri Ocak-Şubat ve Temmuz-Ağustos ayları içerisinde Trabzon, Giresun, Ordu ve Samsun illerinde ekşi hamur ekmeçi (Trabzon ekmeçi) üretimi yapan toplam 27 farklı fırından alınmış ve 5°C'de 8 saat içerisinde laboratuara taşınarak bekletilmeksizin analiz edilmiştir.

Metot

Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik sayım için 10 g ekşi hamur örneği 90 ml peptonlu fizyolojik su ile homojenize edilmiş ve 10^{-7} 'ye kadar dilasyonları hazırlanmıştır. LAB sayımı %0.01 sikloheksimid ilaveli MRS-5 agarda (MRS-5C) 30°C sıcaklıkta %5 karbondioksit (CO_2) içeren ortamda 48 saat; TAMB sayımı Plate Count Agar (PCA) (Merck 1.05463) ortamında 30°C'da 48 saat; maya sayımı da Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) Agar ortamında (Merck 1.00466) 28-30°C sıcaklıkta 2 gün inkübasyon sonunda tespit edilmiştir [22-24].

Fizikokimyasal Analizler

Örneklerin pH değeri, katı pH metre elektrotu (Hanna HI4221) kullanılarak her ekşi hamur örneği için 3 farklı bölgeye batırılarak saptanmış ve ortalamaları alınmıştır. Örneklerin toplam asitlik ve asitlik derecesi analizleri için Gül [25], kurumadde ve kül analizleri için ise Anonim [26] tarafından verilen yöntem kullanılmıştır [25, 26].

İstatistiksel Analiz

Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler yaz ve kış dönemi ile iller (Samsun, Trabzon, Ordu, Giresun) olmak üzere 2x4 faktöriyel düzende deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen veriler için SPSS 22 paket programı kullanılmış, örnekler arasındaki farkı karşılaştırmak amacıyla Duncan testi uygulanmıştır ($P<0.05$).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Karadeniz bölgesinde ekşi hamur ekmeçi (Trabzon ekmeçi) üretimi yapan 27 farklı fırından kış ve yaz döneminde alınan toplam 54 ekşi hamur örneğinin bazı özellikleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Karadeniz Bölgesi ekşi hamur örneklerinin kış döneminde 4.08-5.43 pH, yaz döneminde de 3.30-4.48 pH arasında değişen pH sonuçları arasındaki farklılık ekşi hamur mayası kullanım oranı, fermantasyon süresi ve ekşi hamur florasındaki LAB türlerinin muhtemel farklılığına bağlanmıştır. Yaz döneminde kış dönemine göre belirgin şekilde daha düşük belirlenen pH değeri ise fırınlarda iklimlendirme sistemleri olmaması nedeni ile mevsimsel sıcaklık farklılığına bağlanabilir.

Tablo 1. Karadeniz bölgesi ekşi hamurlarının bazı fizikokimyasal özellikleri
 Table 1. Some physicochemical properties of Black Sea region sourdoughs

İl	İlçe	Kış Dönemi					Yaz Dönemi				
		pH	Asit Derecesi	Toplam Asit (%)	Kuru Madde (%)	Kül (%)	pH	Asit Derecesi	Toplam Asit (%)	Kuru Madde (%)	Kül (%)
Samsun	Ondokuzmayıs	4.47	7.25	0.64	54.87	0.85	4.09	8.75	0.74	56.5	0.68
	Ondokuzmayıs	4.95	5.00	0.45	52.83	0.83	3.76	8.50	0.79	55.1	0.62
	Bafra	4.60	6.25	0.50	53.30	0.95	4.48	4.50	0.41	54.9	0.59
	Merkez	4.75	4.00	0.45	52.51	0.64	4.15	5.50	0.56	55.7	0.55
	Tekkeköy	5.33	2.50	0.26	52.98	0.79	3.82	7.25	0.76	59.1	0.50
	Çarşamba	4.36	3.00	0.81	65.91	0.66	3.73	11.25	0.98	59.1	0.62
	Terme	5.43	2.50	0.23	57.38	0.61	3.30	20.50	1.79	61.0	0.65
	Ortalama	4.84	4.36	0.48	55.69	0.76	3.90	9.46	0.86	57.3	0.60
Giresun	Espiye	5.21	4.00	0.25	49.59	0.63	4.29	4.00	0.38	60.58	0.54
	Görece	4.57	7.00	0.33	52.98	0.48	3.81	5.75	0.54	51.23	0.49
	Çavuşlu	4.18	7.75	0.54	53.32	0.63	3.82	9.25	0.93	52.64	0.53
	Çavuşlu	4.44	6.25	0.71	51.95	0.65	4.23	5.75	0.67	54.33	0.62
	Piraziz	4.76	6.00	0.61	53.94	0.54	3.54	7.50	0.71	61.60	0.48
	Bulançak	4.44	6.25	0.66	52.93	0.57	4.24	6.00	0.37	55.31	0.55
	Merkez	4.46	6.25	0.66	58.08	0.65	3.74	4.50	0.52	62.17	0.50
	Ortalama	4.58	6.21	0.54	53.26	0.59	3.95	6.11	0.59	56.84	0.53
Trabzon	Beşikdüzü	4.33	5.50	0.40	58.66	0.67	3.40	7.75	0.85	56.20	0.61
	Vakfikebir	4.32	7.00	0.40	52.83	0.60	4.07	5.00	0.62	54.40	0.59
	Vakfikebir	4.36	5.75	0.45	53.36	0.56	3.76	3.25	0.83	57.13	0.34
	Vakfikebir	4.14	7.75	0.53	56.67	0.55	3.55	6.75	0.85	58.17	0.54
	Akçaabat	4.61	8.00	0.49	50.27	0.88	3.39	10.00	1.04	49.05	0.64
	Akçaabat	4.47	4.50	0.35	54.12	0.66	3.95	4.75	0.61	52.94	0.59
	Merkez	4.84	5.00	0.23	52.68	0.54	3.63	5.00	0.76	51.88	0.61
	Merkez	5.06	3.50	0.26	54.00	0.57	4.05	4.75	0.57	52.74	0.56
Ortalama	4.52	5.88	0.39	54.07	0.63	3.72	5.91	0.77	54.06	0.56	
Ordu	Unye	4.68	6.25	0.51	52.31	0.57	3.37	9.75	0.75	54.78	0.54
	Fatsa	4.08	8.25	0.88	54.18	0.63	3.86	6.50	0.63	55.06	0.48
	Bolaman	4.48	5.50	0.59	59.11	0.45	3.41	9.25	0.91	57.99	0.57
	Merkez	4.28	7.75	0.66	56.95	0.59	4.33	4.00	0.40	54.26	0.56
	Gülyalı	4.21	7.50	0.76	52.51	0.69	4.12	3.00	0.33	59.16	0.53
	Ortalama	4.35	7.05	0.68	55.01	0.59	3.82	6.50	0.60	56.25	0.54
Genel Ortalama	4.58	5.83	0.51	54.47	0.64	3.85	6.99	0.71	56.0	0.56	

Kotancılar ve ark. [27] tarafından, Trabzon ekmeğinin ekşi hamur katkısı arttıkça ve fermantasyon süresi uzadıkça ekmeklerin pH değerlerinin önemli derecede azaldığı, süreye bağlı olarak 4.85-5.34 pH arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Ekşi hamurların pH değerinin Yağmur [28] tarafından 3.77-5.44 pH; Manini ve ark. [29] tarafından 4.1-5.6 pH; Rizzello ve ark. [30] tarafından 4.26-4.47 pH; Plessas ve ark. [31] tarafından 4.3-4.7 pH; Galli ve ark. [32] tarafından 4.03-4.04 pH; Gerçekaslan ve ark. [33] tarafından 4.06-4.50 pH arasında değiştiği bildirilmiştir.

Bu veriler çalışma sonuçlarından özellikle kış döneminde elde edilen sonuçlar ile uyumludur. Bununla birlikte pH sonuçlarını yaz dönemi çalışma sonuçlarına benzer şekilde daha düşük olarak bildiren literatürler de bulunmaktadır. Örneğin ekşi hamurun pH değerinin, Gül ve ark. [34] 3.65-5.55 pH; Spicher ve ark. [34] 3.8-4.4 pH; Şimşek [35] 3.50-3.94 pH; Çetin-Babaoğlu ve ark. [37] 3.88-6.26 pH; Meroth ve ark. [38] 3.4-3.9 pH; Pepe ve ark. [39] 3.5-4.3 pH; Kömen [40] 3.84-3.52 pH; Akgün [41] 3.86-4.16 pH; Minervini ve ark. [42] 3.7-4.28 pH; Paramithiotis ve ark. [43] 3.35-6.5 pH; Vrancken ve ark. [44] 3.3-3.7 pH; Lhomme ve ark. [9] 3.23-4.01 pH; Dertli ve ark. [45] 3.37-3.95 pH; Yıldız ve ark. [46] 3.69-4.15 pH; Örü ve Hendek Ertop [47] 3.27-4.89 pH; Liu ve ark. [48] 3.89-4.55 pH; Fraberger ve ark. [11] 3.69-4.36 pH arasında değiştiğini ve Franco ve ark. [49] 4.0 pH olduğunu belirlemiştir [9, 11, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49]

Ekşi hamur örneklerinin kış döneminde asitlik derecesi değeri 2.50-8.25 arasında değişmiş ve ortalama 5.83 olarak; toplam asitlik değeri de %0.23-0.88 arasında değişmiş ve ortalama %0.51 olarak belirlenmiştir. Yaz döneminde ise asitlik derecesi 3.00-20.50 arasında

değişmiş ve ortalama 6.99 olarak; toplam asitlik değeri de %0.33-1.79 arasında değişmiş ve ortalama %0.71 olarak belirlenmiştir. Ekşi hamurların asitlik derecesi değeri, Meroth ve ark. [38] tarafından 4.4-20.5; Şimşek [35] tarafından 7.6-19.3; Yağmur [28] tarafından 4.03-14.63; Gül ve ark. [34] tarafından 4.2-14.0 Manini ve ark. [29] tarafından 4.4 ve 10.2; Lhomme ve ark. [9] tarafından 8.3-22.1; Rizzello ve ark. [30] tarafından 8.9-11.5; Plessas ve ark. [31] tarafından 7.1-11; Menezes ve ark. [50] tarafından 1.40-12.63 arasında değiştiği; Kömen [40] tarafından da ekşihamurların 24 saatlik fermantasyon sonunda 7.17-12.63, 48 saatlik fermantasyon sonunda 13.49-17.34 arasında bulunduğu bildirilmiştir. Literatürde verilen aralık değerlerin bir kısmı yüksek olmakla birlikte çalışmada belirlenen asitlik derecelerinin büyük kısmı verilen aralıklar içerisinde. Çetin-Babaoğlu ve ark. [37] tarafından bildirilen toplam asitlik değeri de (%0.24-0.85 arasında) kış mevsim sonuçları ile tam bir uyum içerisinde [9, 28, 29, 30, 31, 34, 36, 38, 40, 50].

Ekşi hamur örneklerinin kuru madde oranları kış döneminde %49.59-65.91 arasında değişmiş ve ortalama %54.47; kül oranları da %0.45-0.95 arasında değişmiş ve ortalama %0.64 olarak belirlenmiştir. Yaz döneminde de kuru madde oranları %49.05-62.17 arasında değişmiş ve ortalama %56.05 olarak; kül oranları da %0.34-0.68 arasında değişmiş ve ortalama % 0.56 olarak belirlenmiştir. Ekşi hamurların kuru madde içerikleri Gül ve ark. [34] tarafından %38.3-61.3 (ort. %53.02), Şimşek [35] tarafından %43.0-58.6 (ort. %50.4) ve Yağmur [28] tarafından %52.48-60.11 arasında belirlenmiştir. Literatür verileri çalışma sonuçları ile uyumludur. Kül miktarının ise ekşi hamur ekmeklerinde Rizzello ve ark. [30] tarafından %0.9-1.0, Çağlayan [51] tarafından %0.92-1.43 arasında olduğu;

Ogunsakin ve ark. [52] tarafından da *Pediococcus pentosaceus* içeren sorgum ekşi hamur ekmeğinde %1.5 olarak belirlendiği bildirilmiştir. Bu değerler elde ettiğimiz verilerden yüksektir. Bu sonuç ekme yapımında kullanılan materyalin farklılığı ile birlikte bu sonuçların ekmekte elde edilmesine bağlanmıştır [34, 36, 28, 30, 51, 52].

Karadeniz Bölgesi ekşi hamurlarının kış ve yaz dönemindeki bileşim farklılıkları il bazında değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. İllere göre yapılan değerlendirmede pH değerleri açısından kış dönemi ekşi hamurları içerisinde Samsun örneklerinin en yüksek, Ordu örneklerinin en düşük pH değerine sahip olduğu ve istatistiki olarak da

birbirlerinden farklı buldukları belirlenmiştir ($P<0.05$). Yaz dönemi örnekleri arasında ise iller arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0.05$). Asitlik derecesi ise kış döneminde en yüksek Ordu örneklerinde belirlenmiş ve bunu sırası ile Giresun ve Trabzon örnekleri takip etmiştir. En düşük asitlik derecesi değeri ise Samsun örneklerinde saptanmıştır. Asitlik derecesinde Samsun örneklerinin Giresun ve Ordu örneklerden farklı bulunduğu ($P<0.05$) saptanmıştır. Yaz döneminde ise en yüksek asitlik derecesi Samsun örneklerinde belirlenmiş bunu sırası ile Ordu, Giresun ve Trabzon örnekleri takip etmiştir. Fakat aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Tablo 2. Ekşi hamurun bazı fizikokimyasal özelliklerinin illere göre değişimi*
Table 2. Variation of some physicochemical properties of sourdough according to provinces

Sezon	İl	N	pH Değeri	Asitlik Derecesi	Toplam Asitlik (%)	Kuru Madde (%)	Kül (%)
Kış Dönemi	Samsun	7	4.84±0.41 ^a	4.36±1.88 ^b	0.48±0.20 ^b	55.68±4.82 ^a	0.76±0.13 ^a
	Giresun	7	4.58±0.33 ^{ab}	6.21±1.15 ^a	0.54±0.18 ^{ab}	53.26±2.55 ^a	0.59±0.06 ^b
	Trabzon	8	4.52±0.30 ^{ab}	5.88±1.59 ^{ab}	0.39±0.11 ^b	54.07±2.57 ^a	0.63±0.11 ^b
	Ordu	5	4.35±0.24 ^b	7.05±1.14 ^a	0.68±0.14 ^a	55.01±2.95 ^a	0.59±0.09 ^b
	Ortalama	27	4.59±0.36	5.79±1.71	0.50±0.18	54.45±3.30	0.65±0.12
Yaz Dönemi	Samsun	7	3.90±0.38 ^a	9.46±5.35 ^a	0.86±0.45 ^a	57.39±2.38 ^a	0.60±0.06 ^a
	Giresun	7	3.95±0.30 ^a	6.11±1.78 ^a	0.59±0.20 ^a	56.84±4.52 ^a	0.53±0.05 ^a
	Trabzon	8	3.73±0.28 ^a	5.91±2.15 ^a	0.77±0.16 ^a	54.06±3.02 ^a	0.56±0.09 ^a
	Ordu	5	3.82±0.42 ^a	6.50±3.03 ^a	0.60±0.24 ^a	56.25±2.18 ^a	0.54±0.04 ^a
	Ortalama	27	3.85±0.33	6.99±3.50	0.71±0.29	56.05±3.33	0.56±0.07

*: İstatistiki değerlendirme kış ve yaz dönemi örneklerinde kendi içerisinde yapılmıştır. Sütunlarda farklı harfle işaretlenen örnekler arasındaki fark önemlidir.

*: *Statistical evaluation was made within the winter and summer period samples. The difference between examples marked with different letters in the columns is significant*

Örneklerin toplam asitlik değeri de kış döneminde en yüksek Ordu örneklerinde belirlenmiş ve bunu sırası ile Giresun, Samsun ve Trabzon örnekleri takip etmiştir. Trabzon ve Samsun ekşi hamurlarının toplam asitlik değerinin istatistiki olarak da Ordu örneklerinden farklı bulunduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir. Yaz döneminde ise toplam asitlik değeri en yüksek Samsun illi örneklerinde belirlenmiş ve bunu sırası ile Trabzon, Ordu ve Giresun örnekleri takip etmiş ancak örnekler arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Kış döneminde en düşük pH değerine sahip Ordu örneklerinde en yüksek asitlik değeri ve % asitliğin belirlenmesi; en yüksek pH değerine sahip Samsun örneğinde de en düşük asitlik derecesi ve Trabzon ile birlikte en düşük % asitlik değerlerinin belirlenmesi anlamlı ve birbirini destekler bulunmuştur.

Ekşi hamur örneklerinin kuru madde ve kül değerleri hem kış hem de yaz döneminde en yüksek olarak Samsun örnekleri arasında belirlenmiş olmakla birlikte, kuru madde değerleri açısından her iki dönemde de, kül açısından ise yaz döneminde iller arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Kış ve yaz dönemleri birbiri ile karşılaştırıldığında da; ekşi hamur örneklerinin pH ve toplam asitlik değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu ($P<0.05$), asitlik derecesi, kuru madde ve kül değerlerinin ise farksız ($P>0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada analiz edilen toplam 54 ekşi hamur örneklerinin mikrobiyolojik sayım sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Karadeniz Bölgesi'nden toplanan ekşi hamur örneklerinin LAB sayısı kış dönemi 6.14-8.97 log KOB/g arasında ve ortalama 7.59 log KOB/g; yaz döneminde de 3.65-8.59 log KOB/g arasında ve ortalama 7.54 log KOB/g olarak belirlenmiştir. Yaz ve kış dönemleri için birbirine çok yakın bulunan LAB ortalama değerlerinin, farklı fırınlara ait ekşi hamur örnekleri açısından karşılaştırıldığında farklılıklara sahip olduğu saptanmıştır. Bu farklılığın ekşi hamur mayası kullanım oranı ile ekşi hamurların fermantasyon süresinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Örneklerin pH, asitlik derecesi ve toplam asitlik değerleri arasındaki önemli farklılıklar da bu yaklaşımımızı desteklemektedir.

Tablo 3. Karadeniz bölgesi ekşi hamurlarının mikrobiyolojik özellikleri (log KOB/g)*
 Table 3. Microbiological properties of Black Sea region sourdoughs (log CFU/g)

İl	İlçe	Mikroorganizma Sayısı					
		Kış Dönemi			Yaz Dönemi		
		LAB	TAMB	Maya	LAB	TAMB	Maya
Samsun	Ondokuzmayıs	8.97	6.53	6.52	6.27	6.27	6.48
	Ondokuzmayıs	7.29	6.65	6.64	7.32	6.27	6.29
	Bafra	7.50	6.83	6.78	6.18	6.45	6.32
	Merkez	7.43	6.77	6.56	7.77	6.75	6.72
	Tekkeköy	6.54	6.71	6.53	6.58	6.50	6.31
	Çarşamba	7.59	5.47	5.46	8.43	6.40	6.23
	Terme	7.57	7.19	7.02	7.00	4.19	4.17
	Ortalama	7.56	6.59	6.50	7.72	6.41	6.36
Giresun	Espiye	6.14	7.20	6.53	5.42	5.82	6.75
	Görele	7.74	6.91	6.73	8.59	7.03	6.86
	Çavuşlu	7.48	6.70	6.62	7.50	7.00	7.52
	Çavuşlu	7.35	6.59	6.79	3.65	6.64	6.44
	Piraziz	8.11	6.82	6.85	4.31	4.64	6.80
	Bulancak	7.84	6.60	6.66	5.31	6.10	6.55
	Merkez	8.26	6.90	6.74	5.01	4.59	5.79
	Ortalama	7.56	6.82	6.70	7.78	6.59	6.93
Trabzon	Beşikdüzü	7.72	6.71	6.76	6.41	6.59	6.47
	Vakfikebir	6.96	6.78	6.75	4.96	6.64	6.55
	Vakfikebir	7.35	6.66	6.51	6.62	6.20	6.18
	Vakfikebir	7.76	6.65	6.55	7.49	6.17	6.23
	Akçaabat	7.13	6.49	6.42	6.40	6.32	6.38
	Akçaabat	7.71	6.59	6.67	7.70	6.70	6.72
	Merkez	7.56	6.71	6.68	5.21	6.40	6.20
	Ortalama	7.54	7.05	6.85	7.72	6.67	6.41
Ordu	Ünye	8.08	7.07	7.08	5.71	6.56	6.26
	Fatsa	8.49	6.62	6.63	4.34	5.71	6.50
	Bolaman	7.5	6.59	6.60	5.02	4.86	6.00
	Merkez	7.06	6.77	6.77	4.10	5.83	6.68
	Gülyalı	8.17	7.15	6.92	5.49	6.37	6.68
	Ortalama	7.86	6.84	6.80	5.28	6.16	6.49
Genel Ortalama	7.59	6.73	6.65	7.54	6.46	6.62	

*: LAB: Laktik asit bakterisi, TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri

*: LAB: *Lactic acid bacteria*, TAMB: *Total aerobic mesophilic bacteria*

Salovaara [53] tarafından tam olarak fermente olmuş ekşi hamurların 10^9 KOB/g laktobasil içerdiği; Lönner ve ark. [54] tarafından da İsvç çavdar unundan hazırlanan ekşi hamurda LAB sayısının hemen hemen toplam canlı sayısına eşit olduğu (3.4×10^8 - 1.96×10^9 KOB/g) bildirilmiştir. Ekşi hamur LAB sayısı; Meroth ve ark. [38] tarafından 7.83 - 9.50 log KOB/g; Paramithiotis ve ark. [55] tarafından 1.7×10^9 - 3.2×10^9 KOB/g; Akgün [41] tarafından 8.04 - 8.80 log KOB/g; Rosenquist ve Hansen [56] tarafından 8.43 - 9.14 log KOB/g; Minervini ve ark. [42] tarafından 8.75 - 9.13 log KOB/g; Yağmur [28] tarafından 6.71 - 9.16 log KOB/g; Rizzello ve ark. [30] tarafından 8.7 - 9.0 log KOB/g; Rizzello ve ark. [57] tarafından 9.3 - 9.7 log KOB/g; Örü ve Hendek Ertop [47] tarafından 5×10^9 - 12×10^9 KOB/g arasında belirlenmiştir. Bu veriler çalışma sonuçlarından biraz yüksektir. Bununla birlikte çalışma sonuçlarına benzer şekilde ekşi hamur LAB sayısı Özcangaz [58] tarafından 3.3×10^7 - 5.0×10^8 KOB/g; Şimşek [35] tarafından 2.0×10^6 - 7.9×10^8 KOB/g (ort. 7.8×10^7 KOB/g); Pepe ve ark. [39] tarafından 6 - 8.7 log KOB/g; Gül ve ark. [34] tarafından

5.28 - 9.66 log KOB/g (ort. 7.34 log KOB/g); Dertli ve ark. [45] tarafından 8.35 - 8.96 log KOB/g; Franco ve ark. [49] tarafından $8,35$ - $8,40$ log KOB/g; Fraberger ve ark. [11] tarafından $5,00$ - $9,59$ log KOB/g ve Çetin-Babaoğlu ve ark. [37] tarafından da $6,77$ - $9,15$ log KOB/g arasında olarak belirlenmiştir [53, 54, 38, 55, 41, 56, 42, 28, 30, 57, 47, 58, 36, 39, 34, 45, 49, 11, 37]

TAMB sayısı Karadeniz Bölgesi ekşi hamur örneklerinde kış döneminde 5.47 - 7.20 log KOB/g arasında (ort. 6.73 log KOB/g); yaz döneminde de 4.19 - 7.03 log KOB/g arasında (ort. 6.46 log KOB/g) belirlenmiştir. Yaz döneminde örnekler arasındaki farklılıkların kış dönemine göre biraz daha fazla olduğu ve ortalama değerin biraz düşük bulunduğu belirlenmiştir. Yazın daha düşük ortalama sayıya rastlanmamasının fermentasyon süresinin kısa tutulmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ekşi hamur örneklerinin TAMB sayısı; Diğrak ve Özçelik [59] tarafından 4.7×10^7 - 7.6×10^8 KOB/g; Şimşek [36] tarafından 9.0×10^5 - 6.5×10^7 KOB/g (ort. 1.9×10^7 KOB/g);

Gül ve ark. [34] tarafından 5.97-9.57 log/KOB/g (ort. 7,94 log KOB/g) ve Yağmur [28] tarafından 5.51-8.08 log KOB/g arasında belirlenmiştir. Ekşi hamur TAMB sayılarında elde edilen farklı sonuçlar farklı hammadde kullanımı ve farklı fermantasyon süresi uygulanmasına bağlanmıştır [59, 36, 34, 28].

Ekşi hamur örneklerinin maya sayısı da kış döneminde 5.46-7.08 log KOB/g (ort. 6.65 log KOB/g); yaz döneminde 4.17-7.52 log KOB/g arasında (ort. 6.62 log KOB/g) değişmiştir. Yaz döneminde örnekler arasında daha büyük farklılıklar olmakla birlikte, ortalama değerler birbirine çok yakındır. Ekşi hamur örneklerinin maya sayısı, Gobbetti [60] tarafından 10^8 KOB/g; Diğrak ve Özçelik [59] tarafından 1.5×10^6 - 2.2×10^8 KOB/g; Rosenquist ve Hansen [56] tarafından 6.00-8.04 log KOB/g; Gül ve ark. [34] tarafından 6.33-9.96 log KOB/g (ort. 8.94 log KOB/g); Fraberger ve ark. [11] tarafından da 5,00-7,90 log KOB/g arasında belirlenmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen üst sınır maya sayısı, çalışma sonuçlarından oldukça yüksektir. Bu değişkenlik bazı yörelerde üretimde normal ekmekek mayası da

kullanılmasına bağlanabilir. Bununla birlikte, çalışma sonuçlarına daha yakın olarak ekşi hamurların maya sayısı Şimşek [35] tarafından 1.7×10^6 - 4.9×10^7 KOB/g (ort. 1.4×10^7 KOB/g); Minervini ve ark. [42] tarafından 7.30 log KOB/g; Yağmur [28] tarafından 5.27-7.32 log KOB/g; Dertli ve ark [45] tarafından 6.71-6.96 log KOB/g ve Özcangaz [58] tarafından 2.8×10^7 - 5.2×10^7 KOB/g arasında belirlenmiştir [60, 59, 55, 34, 11, 36, 42, 28, 45, 58]

Karadeniz Bölgesi'nden temin edilen ekşi hamurların kış ve yaz dönemindeki mikrobiyolojik özelliklerinin il bazındaki farklılıklarına ait değerlendirme yapıldığında (Tablo 4); kış dönemi ekşi hamurları içerisinde LAB sayısı açısından iller arasında fark bulunmamıştır ($P > 0.05$). Yaz döneminde ise en yüksek LAB sayısı Samsun örneklerinde belirlenmiş ve en az sayıya sahip Ordu örneklerinden istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P < 0.05$). Örneklerin TAMB ve maya sayılarının da hem kış, hem de yaz döneminde iller arasında istatistiki olarak fark içermediği ($P > 0.05$) belirlenmiştir.

Tablo 4. Kış ve yaz dönemi ekşi hamurlarının mikrobiyolojik özelliklerinin illere göre değişimi* (log KOB/g)

Table 4. Variation of microbiological properties winter and summer sourdoughs according to province (log CFU/g)

Sezon	İl	N	LAB	TAMB	Maya
Kış Dönemi	Samsun	7	7.56±0.72 ^a	6.59±0.54 ^a	6.50±0.49 ^a
	Giresun	7	7.56±0.70 ^a	6.82±0.21 ^a	6.70±0.11 ^a
	Trabzon	8	7.47±0.29 ^a	6.71±0.16 ^a	6.65±0.14 ^a
	Ordu	5	7.86±0.57 ^a	6.84±0.26 ^a	6.80±0.20 ^a
	Ortalama		7.59±0.57	6.73±0.32	6.65±0.29
Yaz Dönemi	Samsun	7	7.08±0.82 ^a	6.12±0.87 ^a	6.07±0.86 ^a
	Giresun	7	5.68±1.75 ^{ab}	5.97±1.03 ^a	6.67±0.52 ^a
	Trabzon	8	6.56±1.07 ^a	6.46±0.22 ^a	6.39±0.19 ^a
	Ordu	5	4.93±0.70 ^b	5.87±0.67 ^a	6.42±0.29 ^a
	Ortalama		6.17±1.37	6.14±0.74	6.39±0.55

*: İstatistiki değerlendirme kış ve yaz dönemi örneklerinde kendi içerisinde yapılmıştır. Sütunlarda farklı harfle işaretlenen örnekler arasındaki fark önemlidir.

*: *Statistical evaluation was made within the winter and summer period samples. The difference between examples marked with different letters in the columns is significant.*

SONUÇ

Geleneksel ürünlerin yaygınlaşması, endüstriyel boyutlarda üretilmesi ve tüketici taleplerine cevap verebilmesi için standart üretim yöntemi ve ürün özelliklerine sahip olması büyük önem taşımaktadır. Önemli geleneksel ürünlerimizden ekşi hamur ekmeğinde standardizasyonun sağlanabilmesi için öncelikle ekşi hamur üretimi basamağında asitlik düzeyinde standardizasyonun sağlanması gerekmektedir. Ekşi hamur ekmeğinde toplam asitliğin yüksekliği; fermantasyon süresinin uzunluğu ile sıcaklığının yüksekliği, daha güçlü aroma ve daha ekşi bir tat oluşumuna işaret etmektedir. Yüksek toplam asitlik sonucu düşen pH değeri ile hem ekmekek tat ve aromasını etkileyen enzimler aktive olmakta, hem de lezzet ve aroma oluşumunda etkili olan maillard reaksiyonlarında artış meydana [61] gelmektedir. Yine, hem ulaşılan pH değeri, hem de asit üretiminden

sorumlu laktik asit bakterileri tarafından üretilen antimikrobiyal metabolitler ekmeğin raf ömrünü de uzatmaktadır. Ayrıca uzun hamur fermantasyon süresi ile artan çeşitli biyoaktif bileşikler [62] ekmeğin besin değerini ve sağlık üzerindeki yararlı etkilerini de artırmaktadır. Yapılan çalışmada, tüketici beğenisi ve besin değeri üzerine etkileri vurgulanan asitlik ve pH düzeylerinin ekşi hamurlarda hem yöresel, hem mevsimsel, hem de fırınlar arasında önemli farklılıklara sahip olduğu (asitlik derecesi 2.50-20.50, toplam asitlik % 0.23-1.793 ve pH 30-5.43 arasında) saptanmıştır. Bu farklılıkların başta gelen nedeni olarak; uygulanan fermantasyon süresi ile fırınlarda iklimlendirme sistemlerinin olmamasından kaynaklanan sıcaklık farklılıkları ve florada bulunan LAB türleri ile aşılama materyali katma miktarı farklılığı gösterilebilir. Ekşi hamur örnekleri arasındaki bu farklılıklar fırınlarda standart bir üretimin olmadığını göstermektedir. Ekşi hamur örneklerinin kuru madde ve kül değerleri de

fırınlar arasında farklılıklara sahip olmakla birlikte (kuru madde %49.05-65.91 kül %0.34-0.95 arasında), kuru madde içeriğinde hem kış hem de yaz döneminde; kül içeriğinde ise yaz döneminde iller arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmaktadır. Bu durum olumlu bulunmakla birlikte, fırınlar arası farklılıklara neden olan hammadde ve üretimdeki uygulama farklılıklarının azaltılarak standardizasyonun sağlanması uygun olacaktır.

Ekşi hamurların teknolojik özelliklerinin oluşmasında gelişmesinde ve fırının üretim koşulları ile hijyenik kalitesi hakkında genel bir bilgi veren mikrobiyolojik içerik değerlendirildiğinde: kış ve yaz sezonlarında birbirine çok yakın ortalama değerlere sahip olduğu (sırasıyla LAB sayısı 7.59 ve 7.54 log KOB/g; TAMB sayısı 6.73 ve 6.46 log KOB/g; maya sayısı da 6.65 ve 6.62 log KOB/g) saptanmıştır. Bununla birlikte fırınlar arasındaki farklılıklar her iki sezonda da önemli bulunmuştur (LAB sayısı 3.65-8.97 log KOB/g; TAMB sayısı 4.19-7.20 log KOB/g; maya sayısı 4.17-7.52 log KOB/g arasında). Bu farklılıkların aşılama materyali katma miktarı, ekşi hamurların fermantasyon süresi ve sıcaklıklarının farklılıkları ve hammadde kalitesindeki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma sonucu ekşi hamur örnekleri arasında saptanan farklılıklar; standart üretimin eksikliğini göstermiş, fırınlarda teknolojik ekipman ve sistem eksikliklerinin giderilip, üretim teknolojisi ve hijyen bilgilerinin tamamlanarak uygulamaya aktarılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur. Standart üretimin sağlanması hem üreticilerin karlılığının artmasını sağlayacak, hem de tüketicilerin kaliteli, besleyici ve güvenli gıdaya ulaşmasını kolaylaştıracaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Gültekin, F., Akın, S., Elgün, A. (2019). Ekmek hakkında güncel bir değerlendirme: sağlık etkileri, gıda katkı maddeleri ve helallik sorunu. *Journal of Halal Life Style*, 1(1), 1-17.
- [2] Kotancılar, G., Çelik, İ., Ertugay, Z. (1995). Ekmeğin besin değeri ve beslenmedeki önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(3), 431-441.
- [3] Ventimiglia, G., Alfonzo, A., Galluzzo, P., Corona, O., Francesca, N., Caracappa, S., Moschetti, G., Settanni, L. (2015). Codominance of *Lactobacillus plantarum* and obligate heterofermentative lactic acid bacteria during sourdough fermentation. *Food Microbiology*, 51, 57-68.
- [4] De Vuyst, L., Vancanneyt, M. (2007). Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. *Food Microbiology*, 24, 120-127.
- [5] Hendek Ertop, M., Hayta, M. (2016). Ekşi hamur fermantasyonunun ekmeğin biyoaktif bileşenleri ve biyoyararlanımı üzerindeki etkileri. *Gıda*, 41(2), 115-122.
- [6] Kerrebroeck, S.V., Bastos, F.C.C., Harth, H., De Vuyst, L. (2016). A low pH does not determine the community dynamics of spontaneously developed backslotted liquid wheat sourdoughs but does influence their metabolite kinetics. *International Journal of Food Microbiology*, 239, 54-64
- [7] Di Monaco, R., Torrieri, E., Pepe, O., Masi, P., Cavella, S. (2015). Effect of Sourdough with exopolysaccharide (eps)-producing lactic acid bacteria (LAB) on sensory quality of bread during shelf life. *Food and Bioprocess Technology*, 8, 691-701.
- [8] Erdoğan, S.F., Bostancı, B. (2020). Kefir örneklerinden laktik asit bakterilerinin izolasyonu, identifikasyonu ve antimikrobiyal etkilerinin değerlendirilmesi. *Gıda*, 45(1), 72-800.
- [9] Lhomme, N., Lattanzi, A., Dousset, X., Minervini, F., De Angelis, M., Lacaze, G., Onno, B., Gobbetti, M. (2015). Lactic acid bacterium and yeast microbiotas of sixteen French traditional sourdoughs. *International Journal of Food Microbiology*, 215, 161-170.
- [10] Bakırcı, F., Köse, E. (2017). Ekşi hamurlardan laktik asit bakterileri ve mayaların izolasyonu ve tanımlanması. *Akademik Gıda*, 15(2), 149-154.
- [11] Fraberger, V., Unger, C., Kummer, C., Domig, K.J. (2020). Insights to microbial diversity of traditional Austrian sourdough. *Food Science and Technology*, 127.
- [12] Arora, K., Ameer, H., Polo, A., Di Cagno, R., Rizzello, G.C., Gobbetti, M. (2021). Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: A systematic Review. *Trends in Food Science & Technology*, 108, 71-83.
- [13] Hendek Ertop, M. (2017). Farklı fermantasyon ve kurutma yöntemleriyle üretilmiş toz ekşi hamurun bazı mikrobiyolojik nitelikleri ve ekmekteki küf gelişimi üzerine etkileri. *Gıda* 42(5), 609-619.
- [14] Blandino, A., Al-Aseeria, M.A., Pandiella, S.S., Cantero, D., Webb, C. (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Research International*, 36, 527-543.
- [15] Galle, S., Arendt, E.K. (2014). Exopolysaccharides from sourdough lactic acid bacteria. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(7), 891-901.
- [16] Torrieri, E., Pepe, O., Ventrino, V., Masi, P., Cavella, S. (2014). Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. *Food Science and Technology*, 56, 508-516.
- [17] Yıldırım, R.M., Arıcı, M. (2019). Effect of fermentation temperature on the degradation of phytic acid in whole-wheat sourdough bread. *Food Science and Technology*, 112.
- [18] Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G., Rizzello, C.G. (2019). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 302, 103-113.
- [19] Gobbetti, M., Rizzello, C.G., Di Cagno, R., De Angelis, M. (2007). Sourdough lactobacilli and celiac disease. *Food Microbiology*, 24, 187-196.
- [20] Üstü, Y. (2018). Enteropatiler düşündüğümüzden daha sık olabilir mi? *Ankara Medical Journal*, 18(4), 704-705.
- [21] Lynch, K.M., Coffey, A., Arendt, E.K. (2018). Exopolysaccharide producing lactic acid bacteria: their techno-functional role and potential application in gluten-free bread products. *Food*

- Research International*, 110, 52-61.
- [22] Çon, A.H. (1995). Sucuktan bakteriosin-benzeri antimikrobiyal metabolit üreten laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve identifikasyonu ve çeşitli gıda zararlısı ve/veya gıda kaynaklı patojen bakterilere karşı antagonistik aktivite araştırması. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 84 sayfa, Erzurum.
- [23] Anonim, (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd.Şti., Ankara.
- [24] Scheirlinck, I., Meulen R.V., Schoor, A.V., Huys, G., Vandamme, P., De Vuyst L., Vancanneyt, M. (2007). *Lactobacillus crustorum* sp. nov., isolated from two traditional Belgian wheat sourdoughs. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 57, 1461-1467.
- [25] Gül, L.B. (2013). Tarhanadan izole edilen bakteriyosin üreticisi laktik asit bakterilerinin endüstriyel özellikleri ve *S. cerevisiae* ile etkileşimi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 165 sayfa, Samsun.
- [26] Anonim, (1990). American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AAC, 8th edition, The Association: St. Paul, MN.
- [27] Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., Gerçekaslan, K.E. ve Uysal, P. (2006.) Ekşi hamur katkısının beyaz tava ekmeğinin bayatlaması üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1), 103-110.
- [28] Yağmur, G. (2013). Ekşihamur fermantasyonunda etkili olan laktik asit bakterilerinin ve mayaların belirlenmesi ve bunlardan elde edilen sıvı ekşihamurun ekmek kalitesi üzerine etkisinin araştırılması. Doktor Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 178 sayfa, Adana.
- [29] Manini, F., Casiraghi, M.C., Poutanen, K., Barsca, M., Erba, D., Plumed-Ferrer, C. (2016). Characterization of lactic acid bacteria isolated from wheat bran sourdough. *Food Science and Technology*, 66, 275-283.
- [30] Rizzello, C.G., Cavoski, I., Turk, J., Ercolini, D., Nionelli, N., Pontonio, E., De Angelis, M., De Flippis, F., Gobbetti, M., Di Cagno, R. (2015). Organic cultivation of *Triticum turgidum* subsp. *durum* is reflected in the flour-sourdough fermentation bread axis. *Applied and Environmental Microbiology*, 81(9), 3192-3204.
- [31] Plessas, S., Alexopoulos, A., Mantzourani, I., Koutinas, A., Voidaoru, C., Stavropoulou, E., Bezirtzoglou, E. (2009). Application of novel starter cultures for sourdough bread production. *Anaerobe*, 17, 486-489.
- [32] Galli, V., Venturi, M., Pini, N., Guerrini, S., Granchi, L., Vincenzini, M. (2019). Liquid and firm sourdough fermentation: microbial robustness and interactions during consecutive backslappings. *Food Science and Technology*, 105, 9-15.
- [33] Gerçekaslan, K.E., Kotancılar, H.G., Kaban, G., Karaoğlu, M.M. (2012). Vakfıkebir Ekmek Hamurundan Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve Tanısı. *Akademik Gıda*, 10(3), 47-50.
- [34] Gül, H. Özçelik, S., Sağdıç, O., Certel, M. (2005). Sourdough bread production with lactobacilli and *S. cerevisiae* isolated from sourdoughs. *Process Biochemistry*, 40(2), 691-697.
- [35] Spicher, G., Rabe, E., Sommer, R., Stephan, H. (1981). The Microflora of Sourdough XIV., Communication on the Behavior of Homofermentative Sourdough Bacteria and Yeasts in Mixed Culture. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 173(4), 29, 291-296.
- [36] Şimşek, Ö. (2003). Uşak ve yöresi ekşihamurlarından izole edilen antimikrobiyal aktiviteye sahip laktik asit bakterilerinin tanımlanması ve bazı metabolik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 90 sayfa, Denizli.
- [37] Çetin-Babaoğlu, H., Arslan-Tontul, S., Akın, N. (2021). Yer elması tozu ilavesinin ekşi hamur fermantasyonuna etkisi. *Gıda*, 46(2), 367-375.
- [38] Meroth, C.B., Water, J., Hertel, C., Brandt, M.J., Hammes, V.P. (2003). Monitoring the bacterial population dynamics in sourdough fermentation processes by using PCR-Denaturing gradient gel electrophoresis. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(1), 475-482.
- [39] Pepe, O., Blaiotta, G., Anastasio, M., Moschetti, G., Ercolini, D. and Villani, F. (2004). Technological and molecular diversity of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from naturally fermented sourdoughs. *Systematic and Applied Microbiology*, 27, 443-453.
- [40] Kömen, G. (2010). Structural changes of gliadins during sourdough fermentation as a promising approach to gluten-free diet. Master's Thesis, İzmir Institute of Technology Graduate School of Engineering and Sciences Food Engineering Department, 106, İzmir.
- [41] Akgün, F.B. (2007). Ekşi hamur tozu eldesi ve ekmek üretiminde kullanılabilir olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 68 sayfa, Denizli.
- [42] Minervini, F., Di Cagno, R., Lattanzi, A., De Angelis, M., Antonielli, L., Cardinali, G., Cappelle, S., Gobbetti, M. (2011). The lactic acid bacteria and yeast microbiota of nineteen sourdoughs used for the manufacture of traditional/typical Italian breads: interactions between ingredients and microbial species diversity. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(4), 1251-1264.
- [43] Paramithiotis, S., Sofou, A., Tsakalidou, E., Kalantzopoulos, G. (2007). Flour carbohydrate catabolism and metabolite production by sourdough lactic acid bacteria. *World Journal Microbial Technology*, 23, 1417-1423.
- [44] Vrancken, G., Rimaux, T., Weckx, S., Leroy, F., De Vuyst, L. (2011). Influence of temperature and backslapping time on the microbiota of a Type I propagated laboratory wheat sourdough fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(8), 2716-2726.
- [45] Dertli, E., Mercan, E., Arıcı, M., Yılmaz, M.T., Sağdıç, O. (2016). Characterisation of lactic acid

- bacteria from Turkish sourdough and determination of their exopolysaccharide (EPS) production characteristics. *Food Science and Technology*, 71, 116-124.
- [46] Yıldız, B., Çakıcı, A., Uslu, D.Y., Uslu, H. (2021). Ekmek üretiminde ekşi maya üzerine taze meyvelerin kullanımının etkisi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(1), 150-159.
- [47] Örü, F. ve Hendek Ertop, M. (2021). Siyez ve ekmeçlik buğday kepeğinin ekşi hamur üretiminde kullanım olanağının değerlendirilmesi. *Gıda*, 46(2), 396-407.
- [48] Liu, T., Li, Y., Yang, Y., Yi, H., Zhang, L., He, G. (2020). The influence of different lactic acid bacteria on sourdough flavor and a deep insight into sourdough fermentation through RNA sequencing. *Food Chemistry*, 307.
- [49] Franco, W., Pérez Díaz, I.M., Connelly, L., Diaz, J.T. (2020). Isolation of exopolysaccharide-producing yeast and lactic acid bacteria from Quinoa sourdough fermentation. *Foods*, 9, 337.
- [50] Menezes, L.A.A., Molognoni, L., De Sa Ploencio, L.A., Costa, F.B.M., Daguer, H., De Dea Lindner, J. (2019). Use of sourdough fermentation to reducing FODMAPs in breads. *European Food Research and Technology*, 245, 1183-1195.
- [51] Çağlıyan, B.İ. (2008). İzmir piyasasında satılan bazı ekmek çeşitlerinin nitelikleri ve yapım teknikleri. Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 117 sayfa, İzmir
- [52] , O.A., Banwo, K., Ogunremi, O.R., Sanni, A.I. (2015). Microbiological and physicochemical properties of sourdough bread from sorghum flour. *International Food Research International*, 22(6), 2610-2618.
- [53] Salovaara, H. (1993). Lactic Acid Bacteria in Cereal Based Products, In Lactic Acid Bacteria, New York.
- [54] Lönner, C., Welander, T., Malin, N., Dostalek, M. (1986). The microflora in a sour dough started spontaneously on typical Swedish rye meal. *Food Microbiology*, 3(1), 3-12.
- [55] Paramithiotis, S., Gioulatos, S., Tsakalidou, E., Kalantzopoulos, G. (2006). Interactions between *Saccharomyces cerevisiae* and lactic acid bacteria in sourdough. *Process Biochemistry*, 41(12), 2429-2433.
- [56] Rosenquist H., Hansen Å. (2000). The microbial stability of two bakery sourdoughs made from conventionally and organically grown rye. *Food Microbiology*, 17, 241-250.
- [57] Rizzello, C.G., Lorusa, A., Montemurro, M., Gobbetti, M. (2016). Use of sourdough made with quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread. *Food Microbiology*, 56, 1-13.
- [58] Özcangaz, Ç. (2000). Türk hamur ekmeğindeki laktik suşların karakterizasyonu ve maya ile olan etkileşimleri. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 101 sayfa, Ankara
- [59] Dığrak, M., Özçelik, S. (1991). Elazığ ve yöresinde kullanılan ekşi mayanın bileşimi, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri. *Gıda*, 16(5), 325-331.
- [60] Gobbetti, M. (1998). The sourdough microflora interactions of lactic acid bacteria and yeasts. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 267-274.
- [61] Semiç, A., Oručević, S., Bauman, I., Muminović, Š., Spaho, N., Klepo, B. (2009). Effects of Increasing Sourness Of Bread Dough On Bread Quality. *5th International Congress FLOUR-BREAD '09; 7th Croatian Congress of Cereal Technologists*, UDC 664.66 : 664.642, 416-424.
- [62] Koistinen, V.M., Mattila, O., Katina, K., Poutanen, K., Aura A-N., Hanhineva, K. (2018). Metabolic profiling of sourdough fermented wheat and rye bread. *Scientific Reports*, 8, Article number: 5684, 1-11.