



CEVİZ YAPRAĞI, ZEYTİN YAPRAĞI ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 İLAVESİYLE ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERİN PROBİYOTİK RAF ÖMRÜ ve TEKNO-FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet Ali SALIK

Danışman: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
2023
(Her hakkı saklıdır)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**CEVİZ YAPRAĞI, ZEYTİN YAPRAĞI VE *Lactobacillus acidophilus* LA-5
İLAVESİYLE ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERİN PROBİYOTİK RAF ÖMRÜ VE
TEKNO-FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

(Determination of Probiotic Shelf-Life and Techno-Functional Properties of Beyaz Peynir
(White-Brined Cheese) Produced with the Addition Walnut Leaves, Olive Leaves and
Lactobacillus acidophilus LA-5)

DOKTORA TEZİ

Mehmet Ali SALIK

Danışman: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Erzurum

Aralık, 2023

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

**CEVİZ YAPRAĞI, ZEYTİN YAPRAĞI VE *Lactobacillus acidophilus* LA-5 İLAVESİYLE
ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERİN PROBİYOTİK RAF ÖMRÜ VE
TEKNO-FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI danışmanlığında, Mehmet Ali SALIK tarafından hazırlanan bu çalışma, 22/12/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Gıda Mühendisliği Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Tülay ÖZCAN <i>Uludağ Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.
Danışman:	Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU <i>İnönü Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır.

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından Lisansüstü Tez Projeleri (LÜTP) kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2022-10303

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Doktora Tezi olarak Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI danışmanlığında sunulan “Ceviz Yaprağı, Zeytin Yaprağı ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 İlavesiyle Üretilen Beyaz Peynirlerin Probiyotik Raf Ömrü ve Tekno-Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	15	30
Kuramsal Temeller	19	30
Materyal ve Yöntem	20	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	12	20
Sonuçlar ve Öneriler	3	20
Tezin Geneli	15	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Mehmet Ali SALIK	Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
26.12.2023	26.12.2023
İmza: Aslı Islak İmzalıdır.	İmza: Aslı Islak İmzalıdır.

* Tez ile ilgili YÖKTEZ'de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☒ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanması, yürütülmesi, yazılması ve tamamlanması aşamalarında bilgi, tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen; manevi ve maddi desteğini üzerimden hiçbir zaman eksik etmeyen, iş saygısını örnek aldığım çok kıymetli ve saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI'ya teşekkürlerimi en içten duygularıyla sunarım. Ayrıca;

Bu araştırmayı maddi olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine (BAP, Proje No: FDK-2022-10303),

Tez çalışması kapsamında görüş ve önerileriyle katkıları bulunan, Tez İzleme Komitesi Üyesi saygıdeğer hocalarım Sayın Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR'e ve Sayın Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR'e,

Peynir örneklerinin üretiminde; gerekli imkânları sağlayan Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne bağlı Pilot Süt İşletmesi'nin değerli çalışanlarına; starter kültür ve probiyotik bakteri temininde yardımlarını esirgemeyen CHR-HANSEN (İstanbul) firması değerli çalışanlarına; zeytin yaprağının temininde ve verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde yardımcı olan saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI'ya,

ICP-MS analizlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan Atatürk Üniversitesi Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü'ne ve değerli personellerine,

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm değerli çalışma arkadaşlarıma ve peynir örneklerinin duysal değerlendirilmesi için zaman ayıran değerli panelistlere,

Her zaman koşulsuz yanımda olan ve hayatımın her aşamasında varlıklarıyla güven ve gurur duyduğum değerli aileme,

Tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Her daim bilimin ışığında...

Mehmet Ali SALIK

ÖZET

DOKTORA TEZİ

CEVİZ YAPRAĞI, ZEYTİN YAPRAĞI VE *Lactobacillus acidophilus* LA-5 İLAVESİYLE ÜRETİLEN BEYAZ PEYNİRLERİN PROBİYOTİK RAF ÖMRÜ VE TEKNO-FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Danışman: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Amaç: Bu araştırmada, Türkiye'nin en çok üretilen ve tüketilen peyniri olan Beyaz peynirde, zeytin ve ceviz yapraklarının toz formlarının probiyotik bakteri (*Lactobacillus acidophilus* LA-5) ile birlikte kullanılarak, fonksiyonel Beyaz peynir üretmek amaçlanmıştır.

Yöntem: Pastörize tam yağlı inek sütünden sırasıyla “kontrol (K)”, *L. acidophilus* LA-5 ilavesiyle “probiyotik kontrol (PK)” ve 2 farklı oranda (%0,5 ve %1) ayrı ayrı zeytin yaprağı tozu (ZYT) ve ceviz yaprağı tozu (CYT) ilaveleriyle 2 tekerrürlü olarak toplamda 6 farklı Beyaz peynir üretilmiştir. Salamurada muhafaza edilen Beyaz peynirlerin probiyotik raf ömrü, antioksidan ve diğer özellikleri (mikrobiyolojik, fizikokimyasal, renk, biyokimyasal, mineral, tekstürel ve duyuşal kalite) olgunlaşma süresince (1., 30., 60., 90. ve 120. günler) yapılan analizlerle belirlenmiştir.

Bulgular: Deneme Beyaz peynir örneklerinin tüm kalite özellikleri üzerine farklı oranlarda bitki (ZYT ve CYT) ilavesi ve olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmuştur ($P<0.05$ veya $P<0.01$). Bitki ilavesi K ve PK kodlu örneklerle kıyasla pH, kurumadde, yağ, KM'de yağ, protein, kalori ve L^* değerlerini düşürürken; asitlik, kül, tuz, KM'de tuz, a^* , b^* , H^o ve C^* değerlerini artırmıştır. Bitki ilavesi laktobasil sayısını artırırken ($P<0,05$); TAMB, laktokok ve *L. acidophilus* LA-5 sayılarını istatistiksel olarak etkilememiştir ($P>0,05$). Probiyotik ilaveli peynirlerde *L. acidophilus* LA-5 sayısı 60. günden sonra 10^6 kob/g'ın altına düşmüştür. Böylece, bu peynirlerde probiyotik raf ömrü; bu araştırma şartlarında 60 gün olarak belirlenmiştir. Bitki ilavesi probiyotik sayısı üzerinde olumsuz bir etki yapmamış, bununla birlikte CYT ilavesi, diğer örneklerle (%70,97-77,52) kıyasla 60 günlük raf ömrü süresince canlılık oranını (%86,52) artırmıştır. Tekstürel özellikler bakımından, bitki çeşidi ve bitki oranı arasında genel olarak bir fark bulunmamış, ancak bitki ilavesi peynirlerde sertlik değerini biraz artırırken, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik değerlerini düşürmüştür. Bitki ilavesi ile peynirlerin Fe, Cu ve Mn miktarları artmıştır ($P<0,01$). En yüksek Fe ve Cu miktarı ZYT ilaveli örneklerde belirlenmiş, en yüksek Mn miktarı CYT ilaveli örneklerde saptanmıştır. Bitki oranı arttıkça peynir örneklerinin toplam fenolik madde, toplam flavonoid madde, klorofil miktarları ile antioksidan aktivitesi (DPPH, CUPRAC ve FRAP) artmıştır ($P<0,01$). En yüksek biyoaktif özellikler CYT ilaveli peynir örneklerinde tespit edilmiştir. Olgunlaşma özellikleri bakımından, bitki ilavesinin peynirde WSN ve pH 4,6-SN oranlarını etkilemediği ancak, TCA-SN ve PTA-SN oranlarını artırdığı saptanmıştır ($P<0,01$). Olgunlaşma süresince proteolize bağlı olarak azot fraksiyonlarında önemli artışlar olmuştur ($P<0,01$). Bitki oranı arttıkça lipoliz oranı da artmış, en yüksek değerler CYT ilaveli peynirlerde belirlenmiştir ($P<0,01$). Tüm örneklerde duyuşal özellikler (tuzluluk hariç) 9 puan üzerinden 6 (iyi) ile 9 (çok iyi) aralığında puanlar almıştır. Peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları $PK > K > PZ_{\%0,5} > PC_{\%0,5} > PZ_{\%1} > PC_{\%1}$ sıralamasında bulunmuştur.

Sonuç: Tüm kalite parametreleri dikkate alındığında, bu araştırmayla; ZYT ve CYT'nin Beyaz peynir üretiminde fonksiyonel katkı maddesi ve/veya nutrasötik olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. *L. acidophilus* LA-5 ve %0,5 bitki (ZYT ve CYT) ilaveli, 60 gün boyunca probiyotik raf ömrünü koruyan, biyokatif bileşiklerce ve minerallerce (Fe, Cu ve Mn) zengin, sağlıklı beslenme açısından doğal yeni çeşit fonksiyonel peynirlerin üretilebileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca, bu araştırma sonuçlarının; tarımsal atık konumunda olan zeytin ve ceviz yapraklarının yeni bir alternatif kullanım alanının belirlenmesine ve dolayısıyla gıda ve diğer bazı sektörlerde daha fazla kullanım imkânı olabileceğine katkı sağladığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Beyaz peynir, Ceviz yaprağı, Zeytin yaprağı, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, Probiyotik raf ömrü, Fonksiyonel gıda, Biyoaktif bileşik, Tarımsal atık

Aralık 2023, 208 sayfa

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

DETERMINATION OF PROBIOTIC SHELF-LIFE AND TECHNO-FUNCTIONAL PROPERTIES OF BEYAZ PEYNİR (WHITE-BRINED CHEESE) PRODUCED WITH THE ADDITION OF WALNUT LEAVES, OLIVE LEAVES AND *Lactobacillus acidophilus* LA-5

Mehmet Ali SALIK

Supervisor: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Purpose: This study aimed to produce functional Beyaz peynir (White-brined cheese) by using powder forms of olive and walnut leaves together with probiotic bacteria (*L. acidophilus* LA-5) in Beyaz peynir, which is the most produced and consumed cheese in Türkiye.

Method: Six types of Beyaz peynir were produced from pasteurized whole cow's milk in 2 replications with "control (K)" and "probiotic control (PK)" with the addition of *L. acidophilus* LA-5 and 2 different ratios (0.5% and 1%) of olive leaf powder (ZYT) and walnut leaf powder (CYT), respectively. Probiotic shelf life, antioxidant and other properties (microbiological, physicochemical, color, biochemical, mineral, textural and sensory quality) of cheeses preserved in brine were determined by analysis performed on the 1st, 30th, 60th, 90th and 120th days of ripening.

Findings: ZYT and CYT addition and ripening time on all quality characteristics of experimental Beyaz peynir samples were found to be significant ($P<0.05$ or $P<0.01$). The addition of plants decreased pH, dry matter (DM), fat, fat in DM, fat, protein, calories and L^* values but increased acidity, ash, salt, salt in DM, a^* , b^* , H° and C^* values compared to K- and PK-coded samples. While plant addition increased the count of lactobacilli ($P<0.05$), TAMB, lactococci and *L. acidophilus* LA-5 counts were not significantly affected ($P>0.05$). The count of *L. acidophilus* LA-5 in probiotic-added cheeses decreased below 10^6 cfu/g after the 60th day. Thus, the probiotic shelf life of these cheeses was determined to be 60 days under the conditions of this study. The addition of plants did not have a negative effect on the probiotic count. Moreover, the addition of CYT increased the viability rate (86.52%) during the 60-day shelf life compared to the other samples (70.97-77.52%). In terms of textural properties, there was generally no difference between plant varieties and plant ratios. However, the addition of plants slightly increased the hardness value of the cheeses but decreased the adhesiveness, cohesiveness, springiness, chewiness, gumminess and resilience values. The addition of plants increased Fe, Cu and Mn amounts in cheeses ($P<0.01$). While the highest amounts of Fe and Cu were determined in the samples with ZYT addition, the highest amount of Mn was determined in the samples with CYT addition. The total phenolic content, total flavonoid content, chlorophylls amounts and antioxidant activity (DPPH, CUPRAC, and FRAP) of the cheese samples increased with increasing plant ratio. The highest bioactive properties were determined in cheese samples with added CYT. In terms of ripening characteristics, it was determined that plant addition did not affect the WSN and pH 4.6-SN ratios in cheese but increased the TCA-SN and PTA-SN ratios ($P<0.01$). During ripening, there was a significant increase in nitrogen fractions due to proteolysis ($P<0.01$). The lipolysis rate increased with the increase in plant ratio, and the highest values were determined in CYT-added cheeses ($P<0.01$). All samples scored between 6 (good) and 9 (very good) out of 9 points for sensory parameters (except saltiness). The overall acceptability scores of the cheese samples were in the order $PK > K > PZ_{0.5\%} > PC_{0.5\%} > PZ_{\%1} > PC_{\%1}$.

Results:

Considering all quality parameters, this study determined that ZYT and CYT have the potential to be used as functional additives and/or nutraceuticals in Beyaz peynir production. It was revealed that new varieties of Beyaz peynir with a probiotic shelf life of 60 days, rich in bioactive compounds and micro minerals (Fe, Cu and Mn), natural for healthy nutrition can be produced with the addition of *L. acidophilus* LA-5 and 0.5% ZYT or CYT. In addition, the results of this research contribute to the determination of a new alternative use of olive and walnut leaves, which are agricultural wastes, and thus may be used more in food and some other sectors.

Keywords: Beyaz peynir, White-brined cheese, Olive leaf, Walnut leaf, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, Probiotic shelf life, Functional food, Bioactive compound, Agricultural waste

December 2023, 208 pages

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xiv
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	7
Zeytin Yapağı	8
Biyoaktif özellikler ve gıda uygulamaları.....	9
Terapötik özellikler, klinik çalışmalar ve toksisite	13
Ceviz Yapağı.....	14
Biyoaktif özellikler ve gıda uygulamaları.....	15
Terapötik özellikler, klinik çalışmalar ve toksisite	19
Fonksiyonel Peynir Teknolojisi	21
MATERYAL VE METOT	29
Materyal	29
Metot	29
Bitki Tozlarının Hazırlanması.....	29
Ön Denemeler	30
Deneme Deseni ve Örneklerin Tanımları	32
Deneme Fonksiyonel Beyaz Peynirlerinin Üretimi	32
Süt ve Peyniraltı Suyunda Yapılan Analizler.....	34
Zeytin Yapağı ve Ceviz Yapağı Tozlarında (ZYT ve CYT) Yapılan Analizler	34
Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler.....	34
Biyoaktivite analizleri ve mineral madde kompozisyonu.....	35
Teknolojik analizler	35
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler	36
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler	38
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Tekstür Profil Analizi (TPA)	40
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Mineral Madde Analizi	41

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Biyoaktivite Analizler	41
Antioksidan aktivite analizleri	41
Klorofil pigment analizi	44
Beyaz Peynir Örneklerinde Azotlu Madde Fraksiyonlarının Belirlenmesi ve Proteoliz	44
Beyaz Peynir Örneklerinde Lipoliz Düzeyinin Belirlenmesi.....	45
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Duyusal Analizler	46
İstatistiksel Analizler.....	47
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	48
Süt ve Peyniraltı Suyunda Yapılan Analiz Sonuçları	48
Zeytin Yaprağı ve Ceviz Yaprağı Tozlarında (ZYT ve CYT) Yapılan Analiz	
Sonuçları	49
Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikler	49
Biyoaktif özellikler ve mineral madde kompozisyonu	50
Teknolojik özellikler	52
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analiz Sonuçları	54
pH.....	59
Titrasyon asitliği	60
Kurumadde oranı.....	61
Yağ ve KM’de yağ oranları.....	63
Protein oranı.....	65
Kül oranı.....	67
Tuz ve KM’de tuz oranları.....	68
Kalori değeri.....	70
Renk değerleri	71
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	80
TAMB sayısı	82
Laktobasil sayısı.....	84
Laktokok sayısı	85
<i>L. acidophilus</i> LA-5 sayısı	86
Canlılık oranı.....	88
Beyaz Peynir Örneklerinde Tekstür Profil Analiz (TPA) Sonuçları.....	91
Sertlik	97
Dış yapışkanlık.....	99
İç yapışkanlık	100
Elastikiyet.....	102
Çiğnenebilirlik	103

Sakızımsılık.....	105
Esneklik.....	106
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Mineral Madde Analiz Sonuçları.....	108
Kalsiyum (Ca) oranı.....	114
Fosfor (P) oranı	115
Potasyum (K) oranı	116
Magnezyum (Mg) oranı	117
Sodyum (Na) oranı.....	118
Demir (Fe) oranı.....	119
Bakır (Cu) oranı	121
Mangan (Mn) oranı	122
Çinko (Zn) oranı.....	123
Selenyum (Se) oranı.....	125
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Biyoaktivite Analiz Sonuçları.....	125
Antioksidan aktivite analiz sonuçları	126
Beyaz Peynir Örneklerinde Proteoliz ve Lipoliz Analiz Sonuçları	143
Azot fraksiyonları.....	147
Lipoliz düzeyi.....	153
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Duyusal Analiz Sonuçları	156
Renk	161
Tekstür ve görünüş.....	161
Koku.....	162
Lezzet	163
İstenmeyen yabancı tat.....	165
Tuzluluk	166
Genel kabul edilebilirlik.....	167
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	169
KAYNAKLAR.....	174
ÖZGEÇMİŞ.....	192

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Türkiye’de Peynir Üretim İstatistikleri (Ton)	2
Tablo 2. Beyaz Peynirin Bazı Kalite Özellikleri	4
Tablo 3. Zeytin Yaprağının Biyoaktif Özellikleri ve Fenolik Bileşik Profilleri.....	9
Tablo 4. Zeytin Yaprağının Gıda Endüstrisinde Bazı Kullanım Alanları ve Uygulamaları.....	11
Tablo 5. Ceviz Yaprağının Biyoaktif Özellikleri ve Fenolik Bileşik Profilleri.....	16
Tablo 6. Ceviz Yaprağının Gıda Endüstrisinde Bazı Kullanım Alanları ve Uygulamaları.....	18
Tablo 7. Bitki Değişkenine Bağlı Olarak Üretimi Yapılan Fonksiyonel Beyaz Peynir Deneme Deseni.....	32
Tablo 8. Beyaz Peynirlerin Duyusal Değerlendirilmesinde Kullanılan Hedonik Skala Örneği	46
Tablo 9. Beyaz Peynir Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Sütün Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri.....	48
Tablo 10. Beyaz Peynir Üretimleri Sırasında Elde Edilen Peyniraltı Sularının Fizikokimyasal Özellikleri	49
Tablo 11. ZYT ve CYT Örneklerinin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri	49
Tablo 12. ZYT ve CYT Örneklerinin Biyoaktif Özellikleri ve Mineral Madde Kompozisyonu.....	50
Tablo 13. ZYT ve CYT Örneklerinin Teknolojik Özellikleri	53
Tablo 14. Beyaz Peynir Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	55
Tablo 15. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	56
Tablo 16. Beyaz Peynir Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	58
Tablo 17. Beyaz Peynir Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	71
Tablo 18. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	72
Tablo 19. Beyaz Peynir Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	73
Tablo 20. Beyaz Peynir Örneklerinin Renk Özellikleri ve Klorofil İçerikleri Arasındaki Pearson’s Korelasyon Katsayıları.....	80
Tablo 21. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları	80

Tablo 22. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarına Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	81
Tablo 23. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarına Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	82
Tablo 24. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri ve Fizikokimyasal Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları	90
Tablo 25. Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	91
Tablo 26. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	92
Tablo 27. Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	94
Tablo 28. Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özellikleri ile Fizikokimyasal ve Olgunlaşma Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları.....	95
Tablo 29. Beyaz Peynir Örneklerinin Mineral Madde Kompozisyonuna Ait Varyans Analiz Sonuçları	109
Tablo 30. Beyaz Peynir Örneklerinin Makro ve Mikro Mineral Madde Kompozisyonuna Ait Ortalama Değerler (1 ve 120. gün) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	110
Tablo 31. Beyaz Peynir Örneklerinin Makro Mineral Madde Kompozisyonuna Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	111
Tablo 32. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikro Mineral Madde Kompozisyonuna Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*	112
Tablo 33. Beyaz Peynir Örneklerinin Antioksidan Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	126
Tablo 34. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin TPC, TFC ve Antioksidan Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	127
Tablo 35. Beyaz Peynir Örneklerinin TPC, TFC ve ve Antioksidan Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	128
Tablo 36. Beyaz Peynir Örneklerinin Antioksidan Özellikleri, Klorofil İçerikleri ve Lipoliz Düzeyi Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları	137
Tablo 37. Beyaz Peynir Örneklerinin Antioksidan ve Olgunlaşma Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları.....	137
Tablo 38. Beyaz Peynir Örneklerinin Klorofil İçeriklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları...	138

Tablo 39. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Klorofil İçeriklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	139
Tablo 40. Beyaz Peynir Örneklerinin Klorofil İçeriklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	140
Tablo 41. Beyaz Peynir Örneklerinin Olgunlaşma İndeksi ve Lipoliz Düzeylerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	144
Tablo 42. Beyaz Peynir Örneklerinde Olgunlaşma Süresince Belirlenen Olgunlaşma İndeksleri ve Lipoliz Düzeylerine Ait Ortalama Değerler ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	145
Tablo 43. Beyaz Peynir Örneklerinin Olgunlaşma İndekslerine ve Lipoliz Düzeylerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	146
Tablo 44. Beyaz Peynir Örneklerinin Proteoliz, Lipoliz ve Mikrobiyolojik Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları	156
Tablo 45. Beyaz Peynir Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	157
Tablo 46. Beyaz Peynir Örneklerinde Olgunlaşma Süresince Belirlenen Duyusal Özelliklere Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	157
Tablo 47. Beyaz Peynir Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	159
Tablo 48. Beyaz Peynir Örneklerinin Duyusal ve Olgunlaşma Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları.....	160

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Beyaz peynirlerin üretiminde kullanılan ZYT ve CYT örnekleri	30
Şekil 2. Beyaz peynir örnekleri	32
Şekil 3. Beyaz peynir üretim akış şeması.....	33
Şekil 4. Beyaz peynir örneklerinde TPA analizi	40
Şekil 5. TPC, TFC, DPPH, CUPRAC ve FRAP antioksidan aktivite analizleri için kullanılan kalibrasyon grafikleri.....	43
Şekil 6. Duyusal analiz için hazırlanan Beyaz peynir örnekleri.....	47
Şekil 7. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince pH değerindeki değişim.....	59
Şekil 8. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince asitlik değerindeki değişim.....	60
Şekil 9. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince kurumadde miktarındaki değişim	61
Şekil 10. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince yağ miktarındaki değişim	63
Şekil 11. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince KM’de yağ oranındaki değişim	64
Şekil 12. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince protein miktarındaki değişim.....	65
Şekil 13. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince kül miktarındaki değişim	67
Şekil 14. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tuz miktarındaki değişim	69
Şekil 15. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince KM’tuz oranındaki değişim.....	69
Şekil 16. Beyaz peynir örneklerinin kalori değeri.....	70
Şekil 17. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince L^* değerindeki değişim	74
Şekil 18. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince a^* değerindeki değişim.....	76
Şekil 19. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince b^* değerindeki değişim.....	77
Şekil 20. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince H° değerindeki değişim	78
Şekil 21. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince C^* değerindeki değişim	79
Şekil 22. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TAMB sayısındaki değişim.....	83
Şekil 23. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince laktobasil sayısındaki değişim.....	84
Şekil 24. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince laktokok sayısındaki değişim.....	86
Şekil 25. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince <i>L. acidophilus</i> LA-5 sayısındaki değişim	87
Şekil 26. Beyaz peynir örneklerinde <i>L. acidophilus</i> LA-5’in canlılık oranları.....	89
Şekil 27. <i>L. acidophilus</i> LA-5’in MRS-bile agar’da (A) ve laktokokların M-17 agar’da oluşturduğu koloniler (D) ile mikroskop altındaki görünüşleri (B, C).....	89
Şekil 28. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince sertlik değerindeki değişim.....	97
Şekil 29. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince dış yapışkanlık değerindeki değişim.....	99
Şekil 30. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince iç yapışkanlık değerindeki değişim	101
Şekil 31. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince elastikiyet değerindeki değişim	102

Şekil 32. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince çiğnenebilirlik değerindeki değişim	104
Şekil 33. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince sakızimsılık değerindeki değişim	105
Şekil 34. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince esneklik değerindeki değişim	107
Şekil 35. 100 g taze Beyaz peynir tarafından sağlanan önerilen günlük mineral madde alım (RDI) oranları*	113
Şekil 36. Beyaz peynir örneklerinin Fe miktarları	120
Şekil 37. Beyaz peynir örneklerinin Cu miktarları	121
Şekil 38. Beyaz peynir örneklerinin Mn miktarları	123
Şekil 39. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TPC miktarındaki değişim	129
Şekil 40. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TFC miktarındaki değişim	131
Şekil 41. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince DPPH antioksidan aktivitedeki değişim	132
Şekil 42. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince CUPRAC antioksidan aktivitedeki değişim	134
Şekil 43. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince FRAP antioksidan aktivitesindeki değişim	135
Şekil 44. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince klorofil <i>a</i> miktarındaki değişim	141
Şekil 45. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince klorofil <i>b</i> miktarındaki değişim	142
Şekil 46. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince toplam klorofil miktarındaki değişim	143
Şekil 47. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince WSN (%TN) oranındaki değişim	147
Şekil 48. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TCA-SN (%TN) oranındaki değişim	149
Şekil 49. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince PTA-SN (%TN) oranındaki değişim	150
Şekil 50. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince pH 4,6-SN (%TN) oranındaki değişim ..	152
Şekil 51. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince lipoliz oranındaki değişim	154
Şekil 52. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince renk puanındaki değişim	161
Şekil 53. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tekstür ve görünüş puanındaki değişim .	162
Şekil 54. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince koku puanındaki değişim	163
Şekil 55. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince lezzet puanındaki değişim	164
Şekil 56. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince istenmeyen yabancı tat puanındaki değişim	165
Şekil 57. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tuzluluk puanındaki değişim	166
Şekil 58. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince genel kabul edilebilirlik puanındaki değişim	167

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

% LA	: Yüzde Laktik Asit
ADV	: Asit Derecesi Değeri
BDI	: Bureau of Dairy Industries (Süt Endüstrisi Bürosu)
CUPRAC	: Cupric Reducing Antioxidant Capacity (Bakır İndirgeyici Antioksidan Kapasite)
CYT	: Ceviz Yaprağı Tozu
DPPH	: 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl Radikal Süpürme Aktivitesi
DRBC	: Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FRAP	: Ferric Reducing Ability of Plasma (Demir İndirgeyici Antioksidan Kapasite)
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
IDF	: International Dairy Federation (Uluslararası Sütçülük Federasyonu)
K	: Kontrol Peynir (Probiyotik İçermeyen)
Kob	: Koloni Oluşturan Birim
M-17	: Medium 17
mJ	: Milijoule
MRS	: Man Rogosa Sharpe
P	: Probability (Anlamlılık Düzeyi)
PC_{%0,5}	: %0,5 CYT İçeren Probiyotik Beyaz Peynir
PC_{%1}	: %1 CYT İçeren Probiyotik Beyaz Peynir
PCA	: Plate Count Agar
pH 4,6-SN	: pH 4,6'da Çözünen Azot
PK	: Probiyotik (<i>L. acidophilus</i> LA-5) Kontrol Peynir
PTA-SN	: Fosfotungstik Asitte Çözünen Azot
PZ_{%0,5}	: %0,5 ZYT İçeren Probiyotik Beyaz Peynir
PZ_{%1}	: %1 ZYT İçeren Probiyotik Beyaz Peynir
QE	: Kuarsetin Eşdeğeri
RDI	: Recommend Daily Intake (Önerilen Günlük Alım)
Rpm	: Revolutions Per Minute
SD	: Serbestlik Derecesi
TAMB	: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TCA-SN	: Triklorasetik Asitte Çözünen Azot
TE	: Troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit) Eşdeğeri
TFC	: Total Flavonoid Content (Toplam Flavonoid Madde)
TN	: Toplam Nitrojen/Azot
TPA	: Tekstür Profil Analizi
TPC	: Total Phenolic Content (Toplam Fenolik Madde)
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
WSN	: Suda Çözünen Azot
ZYT	: Zeytin Yaprağı Tozu

GİRİŞ

Süt; bileşimindeki laktoz, süt yağı, süt proteinleri, yüksek orandaki kalsiyum ve fosfor, esansiyel aminoasitler ve esansiyel yağ asitleri, B₂ vitamini, A vitamini ve/veya β -karoten ile fosfolipitler ve daha birçok bileşeni dengeli ve yeterli miktarda içermesi nedeniyle mükemmel yakın bir sıvıdır (Üçüncü 2013; Çakmakçı 2016). Ancak çiğ sütün raf ömrü çeşitli nedenlerden (mikrobiyolojik faaliyetler, uygun olmayan muhafaza şartları vb.) dolayı sınırlıdır. Bu nedenle üretilen çiğ sütün büyük bir kısmı geleneksel ve endüstriyel yöntemlerle daha dayanıklı ve farklı lezzet ve özellikteki süt ürünlerine (peynir, yoğurt, tereyağı, kefir, dondurma, süttozu vb.) işlenmektedir.

Peynir, süt ürünleri arasında en fazla çeşitliliğe sahip süt ürünüdür. Üretimde kullanılan sütün çeşit ve özellikleri, ısıtma işlemi, starter kültür kullanımı, rennet, tuz/tuzlama yöntemi, ambalajlama gibi faktörler, uygulanan üretim metodu ve teknolojik işlemlerin farklılığı ve olgunlaşma/olgunlaştırma şartlarına bağlı olarak peynirlerin bileşimi, biyokimyasal, tekstürel ve lezzet profili başta olmak üzere duysal özellikleri değişmekte ve peynir çeşidine özgü karakteristik özellikleri kazanmaktadır (Hayaloğlu *et al.* 2007; Çakmakçı 2021; Tekin and Hayaloğlu 2023; Utku and Karagül Yüceer 2023).

Peynirler, üretim teknolojisi bakımından peynir mayası (rennet), organik asit, ısıtma-organik asit ve rennet-organik asit-ısıtma kombinasyonları ile pıhtılaştırılanlar olmak üzere dört gruba ayrılabilir (Çakmakçı 2021). Dünyada 4000 kadar peynir çeşidinin olduğu bilinmektedir (Steele and Ünlü 1992; Singla and Talwar 2022). Türkiye de peynir çeşitliliği bakımından oldukça zengin ülkeler arasındadır. Ülkemizde; Beyaz, Kaşar, Tulum, Lor ve Çökelek peynirleri öne çıksa da 150'den fazla peynir çeşidi olduğu belirtilmektedir. Coğrafi İşaret (Cİ) tescil potansiyeli yüksek olan bu peynirlerin çoğu kırsal bölgelerde ihtiyacı karşılayacak miktarlarda geleneksel olarak üretilirken Beyaz peynir, Tulum peynir, Kaşar peynir ve Civil peyniri vb. çeşitler ülke çapında bilinmekte ve ticari değer taşımaktadır (Çakmakçı 2021). Türkiye’de 2017-2021 yılları arasındaki peynir üretim istatistikleri Tablo 1’de verilmiştir. Son verilen 2021 yılı resmi rakamlarına göre ülkemizde toplam 756.830 ton peynir üretimi yapılmıştır. Bunun; yaklaşık 728.777 tonunu (%96,29) inek sütü peynirleri, 28.053 tonunu (%3,71) da koyun, keçi, manda ve karışık sütlerden üretilen peynirler oluşturmaktadır. Ayrıca, üretilen peynirlerin yaklaşık %12,49’u yumuşak tip (94.527 ton), %32,58’i orta yumuşak tip (246.577 ton), %17,10’u sert tip (146.534 ton), %33,35’i orta sert tip

(252.391 ton), %1,19'u ekstra sert tip (9.030 ton) ve %0,76'sı kesilmiş sütün üretilen peynirlerden (5.772 ton) oluşmaktadır (TÜİK 2023).

Tablo 1. Türkiye’de Peynir Üretim İstatistikleri (Ton)

Yıl	Süt Çeşidi					Toplam
	İnek sütü	Koyun sütü	Keçi sütü	Manda sütü	Karışık süt	
2017	658.545	2.243	370	-	25.937	687.095
2018	719.907	2.297	902	419	29.705	753.230
2019	668.699	647	272	142	27.043	696.804
2020	729.539	1.050	385	132	25.541	756.646
2021	728.777	1.016	236	159	26.642	756.830

Yıl	Peynir Tipi					Kesilmiş sütün
	Yumuşak	Orta yumuşak	Sert	Orta sert	Ekstra sert	
2017	141.019	237.339	100.748	192.870	6.840	8.389
2018	157.159	223.730	120.595	241.613	6.755	3.377
2019	112.243	208.171	137.880	227.722	8.285	2.503
2020	125.556	228.026	159.819	232.419	9.573	1.252
2021	94.527	246.577	146.534	252.391	9.030	5.772

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre peynirler yağsız peynir kitlesindeki nem (PYKN) oranı bakımından sertlik derecesine göre; yumuşak ($\%70 \geq \text{PYKN}$), orta yumuşak ($\%64 \leq \text{PYKN} < \%70$), yarı sert ($\%57 \leq \text{PYKN} < \%64$), sert ($\%49 \leq \text{PYKN} < \%57$) ve ekstra sert ($\text{PYKN} < \%49$) olarak sınıflandırılmıştır. Kurumaddede yağ oranı bakımından ise tam yağlı ($\%45 \leq \text{süt yağı}$), yarım yağlı ($\%25 \leq \text{süt yağı} < \%45$), az yağlı ($\%10 \leq \text{süt yağı} < \%25$) ve yağsız peynirler ($\text{süt yağı} < \%10$) olarak sınıflandırılmıştır (Türk Gıda Kodeksi 2015).

Türkiye’de en fazla üretilen ve tüketilen, en yüksek ekonomik değeri olan Beyaz peynir, Trakya, Marmara, Ege ve Orta Anadolu başta olmak üzere ülkemizin hemen hemen her bölgesinde bazı farklılıklarla üretilmektedir. Edirne Beyaz peyniri, Ezine peyniri ve Kırklareli Beyaz peyniri Cİ tescili almış önemli Beyaz peynir çeşitlerimizdendir (Çakmakçı ve Salık 2021). Beyaz peynir; literatürde "Türk peyniri", "Türk Beyaz peyniri" gibi isimlerle ifade edilirken; Yunanistan (Feta), Yugoslavya (Beli Sir U Kriskama), Bulgaristan (Bjalo Salamureno Sirene), Mısır (Domiatı), İsrail (Brinza), İran (Iranian White), Romanya (Teleme), Danimarka (Feta) ve Amerika Birleşik Devletleri (Queso Blanco) gibi bazı ülkelerde benzer çeşit olarak farklı isimlerle de üretilmektedir (Hayaloğlu *et al.* 2002; Oluk 2023).

Beyaz peynir üretiminde genellikle ortalama bileşim/özelliklerdeki (pH 6,6-6,8, kurumadde %12,6, yağ %3,8, protein %3,4, laktoz %4,7 ve mineral madde %0,7) inek sütü kullanılmaktadır (Üçüncü 2013). Bununla birlikte, üretimin yapıldığı bölgenin coğrafi ve beşeri özelliklerine göre koyun sütü, keçi sütü veya bu sütlerinin karışımı da tercihen ve/veya geleneksel kültürün bir parçası olarak kullanılabilir. Beyaz peynir; süt yağından

kaynaklı sarımsı-beyaz renkte, olgunlaşma durumuna göre yumuşak veya orta sertlikte, kırılğan olmayan bir yapıda, kabuksuz, tuzlu ve asidik tatta, yağ oranına göre tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız olarak üretilebilen salamura tip peynir çeşididir (Salum *et al.* 2018; Çakmakçı ve Salık 2021; Oluk 2023).

Beyaz peynir, ülkemizin bazı bölgelerinde starter kültür kullanılmadan çiğ süttten geleneksel olarak üretilmektedir. Çiğ süttten üretilen ve taze olarak tüketilen Beyaz peynirler, gıda güvenliği riski taşıdığı için (kabul edilebilir sayının üstünde koliform, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* vb. bulunması) (Hayaloğlu *et al.* 2002), günümüzde çoğunlukla endüstriyel olarak pastörize süttten starter kültür ilavesiyle üretilmektedir (Yılmaztekin *et al.* 2004; Hayaloğlu *et al.* 2005; Ehsani *et al.* 2018). Standardize üretimde, pastörizasyon sırasında inhibe olan bazı aroma geliştirici bakterileri tekrar süte kazandırmak ve peynirde bazı teknolojik özellikleri geliştirmek amacıyla starter kültür ve kalsiyum klorür (CaCl_2) ilave edilmektedir (Çakmakçı ve Kurt 1993; Uzkuç and Karagül Yüceer 2023). *Lactococcus* (*Lc.*) *lactis* ssp. *lactis* ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* bakteri karışımları istenen tat ve aromaya sahip kaliteli Beyaz peynirlerin üretiminde starter kültür olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Hayaloğlu *et al.* 2005; Tarakçı and Deveci 2019; Tekin and Hayaloğlu 2023). Beyaz peynirin kalite özellikleri üzerinde çok sayıda araştırma yapılmış olup literatürden elde edilen bazı araştırma sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Beyaz peynirde pH, asitlik (LA), kurumadde, protein, yağ, kül, tuz ve olgunlaşma derecesi değerleri sırasıyla; 4,61-5,10, %0,62-1,77, %35,54-60,24, %13,97-23,59, %16,50-33,70, %2,46-7,97, %2,98-7,34 ve %12,09-49,17 olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre; taze ve olgun Beyaz peynirlerde sırasıyla en az %35 ve %40 kurumadde, kurumadde'de en fazla %6,5 tuz olabileceği belirtilmektedir (Türk Gıda Kodeksi 2015).

Tüketicilerin gıda ve sağlık arasındaki ilişkiyi gittikçe daha iyi anlamaları ve bu kapsamdaki araştırmaların artarak devam etmesi, insan sağlığına yararlı yeni ürünlerin ortaya çıkmasına neden olmuş/olmaktadır (Özcan *et al.* 2016; Granato *et al.* 2018). Bu bağlamda, üzerinde çalışmaların hız kazandığı fonksiyonel gıdalar beslenmede günümüzün popüleritesi yüksek seçeneğidir. Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmeyi sağlayan ve ayrıca tüketicinin sağlığına yararlı, önemli miktarda biyoaktif bileşenleri (antioksidan, diyet lifi, mineral ve vitamin gibi) ve canlı probiyotik mikroorganizmaları içeren gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Nagpal *et al.* 2012; Gul *et al.* 2016; Birch and Bonwick 2018). Tüketiciler, genellikle doğal kaynaklı bileşiklerin kullanıldığı fonksiyonel gıdaları tercih etmektedir (Birch and Bonwick 2018; Ritota and Manzi 2020; Nabi *et al.* 2023). Fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde süt ve süt ürünleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Nagpal *et al.* 2012; Özcan *et al.* 2016; Granato *et*

al. 2018). Bu amaçla, sütte olmayan bileşenlerin süt ürünlerine ilavesiyle yapılan zenginleştirme işlemi popüler bir uygulamadır (del Olmo *et al.* 2018). Ayrıca, fermente süt ve ürünlerinin de insan sağlığına olan faydalı etkileri bilimsel ve klinik çalışmalarda ortaya konulmuştur (Nagpal *et al.* 2012; Gul *et al.* 2016; Hasneen *et al.* 2020).

Tablo 2. Beyaz Peynirin Bazı Kalite Özellikleri

pH	Asitlik (%LA)	Kurumadde (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Tuz (%)	OD (%)	R
4,95	1,10	42,92	17,55	22,47	5,35	4,68	12,09	1 ^b
4,95	-	49,98	19,10	25,25	-	3,91	20,00	2 ^a
4,92	0,62*	48,91	-	25,07*	-	3,58*	-	3 ^a
4,88	1,05	39,42	13,97*	19,17*	-	7,34*	16,74	4 ^b
4,61	1,51	35,54	-	16,50	-	3,01	-	5 ^b
5,10	0,83	45,40*	17,10	23,50	4,10	2,98	28,66	6 ^a
4,66	1,77	50,20	18,38	28,60	2,46	5,59	-	7 ^a
5,24	0,62	41,33	14,44	19,13	7,97	7,20	49,17	8 ^b
4,72	1,08	42,00	15,83	20,88	4,67	4,13	23,34	9 ^{**b}
4,68	1,05	58,94	22,88	30,77	4,84	4,17	-	10 ^a
4,60	1,01	60,24	23,59	33,70	4,53	3,96	-	

Kısaltmalar; LA: Laktik asit, OD: Olgunlaşma derecesi. *: İlgili çalışmada °SH ve/veya kurumadde üzerinden verilen değerlerden dönüştürülerek hesaplanmıştır. **: İnek sütünden üretilen peynire ait ortalama değerler. R: Referanslar; 1: Özsoy (2012), 2: Hayaloğlu and Karabulut (2013), 3: Uymaz *et al.* (2019), 4: Öner and Karahan (2006), 5: Aydemir (2018), 6: Salum *et al.* (2018), 7: Aşkın (2020), 8: Dağdemir (2001), 9: Halıcı Demir (2021), 10: Subaşı (2021). a: Piyasa örneklerine ait ortalama değerler, b: Üretilen peynirlerin olgunlaşma sonuna ait ortalama değerler

Probiyotik süt ürünleri fonksiyonel gıda endüstrisinin önemli ve en gelişmiş alanlarından birini oluşturmaktadır (Başyigit Kılıç *et al.* 2009; Özcan *et al.* 2016; Gul *et al.* 2016). Probiyotikler, bağırsak sisteminin mikrobiyal florasını dengeleyerek konakçının sağlığı üzerinde yararlı etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalardır (Matias *et al.* 2016). Vücutta istenilen terapötik etkinin özellikle bazı hastalık ve bozukluklarda (obezite, Tip-2 diyabet, gebelik diyabeti, metabolik bozukluğu olan Alzheimer hastalığı ve metabolik bozukluğu olan majör depresif gibi) sağlanabilmesi için probiyotik içeren gıdaların düzenli olarak tüketilmesi ve gıdadaki canlı mikroorganizma sayısının belirli bir düzeyin üstünde ($>10^6$ kob/g) olması gerekmekte ve 10^9 - 10^{10} kob/g seviyesinde olmasının daha iyi olacağı bildirilmektedir (Li *et al.* 2021). Probiyotik mikroorganizmaların en önemli grubunu laktik asit bakterileri oluşturmakta ve yaygın olarak *Bifidobacterium* (B.) ve *Lactobacillus* (L.) türleri kullanılmaktadır (Matias *et al.* 2016; Özcan *et al.* 2016). Peynir, probiyotik mikroorganizmaların yaygın olarak kullanıldığı önemli bir süt ürünüdür (Karimi *et al.* 2011; Kamel *et al.* 2023). Peynir diğer fermente süt ürünlerine kıyasla genellikle daha yüksek kurumadde, pH, tamponlama kapasitesi, tekstürel özellikler ve oksijen içeriği nedeniyle hem depolama hem de gastrointestinal geçiş sırasında probiyotikler için uygun bir taşıyıcıdır (Başyigit Kılıç *et al.* 2009; Karimi *et al.* 2011; Suna and Yılmaz-Ersan 2022). *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L.*

gasseri, *B. animalis* ssp. *lactis*, *B. longum*, *B. bifidum*, *B. infantis* ve *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* gibi çok sayıda probiyotik bakteri suşu farklı peynir çeşitlerinde kullanılmaktadır (Karimi *et al.* 2011; Özcan *et al.* 2016). Probiyotiklerin en fazla kullanıldığı ve çalışıldığı peynir çeşitlerinden biri Beyaz peynirdir (Yılmaztekin *et al.* 2004; Özer *et al.* 2009; Mahmoudi *et al.* 2012a; Ehsani *et al.* 2018; Suna and Yılmaz-Ersan 2022; Kamel *et al.* 2023).

Lactobacillus cinsinin en yaygın olarak tanımlanan türlerinden biri olan *L. acidophilus*, sağlık üzerine çeşitli faydalar sağlayan fermente gıdalarda (özellikle süt ürünlerinde) ve diyet takviyelerinde ticari olarak sıklıkla kullanılan bir probiyotik bakteridir (Ozogul *et al.* 2022). *L. acidophilus*, ilk kez 1900 yılında Moro isimli bir araştırmacı tarafından bebek dışkılarından izole edilmiş ve *Bacillus acidophilus* olarak tanımlanmıştır. *Lactobacillus* cinsi bakteriler 1970 yılına kadar insan ve pek çok hayvanın vücut bölümlerinden (ağız, genital bölge ve gastrointestinal sistem gibi) izole edilmiş ve *L. acidophilus* ilk kez 1970 yılında Hansen ve Mocquot tarafından bir neotip suş (ATCC 4356) olarak belirlenmiş ve pek çok araştırmacı tarafından da tanımlanmıştır (Anjum *et al.* 2014; Ozogul *et al.* 2022). Morfolojik olarak *L. acidophilus*; gram (+), katalaz (-), spor oluşturmeyen, çubuk veya kokobasil şeklinde (0,6-0,9 µm genişliğinde ve 1,5-6,0 µm uzunluğunda), anaerobik veya fakültatif anaerobik hareketsiz bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 35-38°C olup, 45°C'nin üzerindeki ve 15°C'nin altındaki sıcaklıklarda gelişmemektedir. Optimum pH aralığı ise 5,5-6,0'dır. *L. acidophilus* genel olarak gelişme koşullarına bağlı olarak; fermente olabilen karbonhidratlar, B grubu vitaminler, nükleik asitler, protein ve aminoasitler, doymamış yağ asitleri ve mineraller (Ca gibi) içeren kompleks besi ortamlarında ve anaerobik veya mikroaerofilik koşullarda iyi çoğalmaktadır (Ozogul *et al.* 2022).

L. acidophilus, mide asidi ve safra tuzlarına karşı dirençli olup, gastrointestinal sistemden geçerek ince bağırsak ile kolona ulaşmakta ve kolonize olmaktadır. Üretmiş oldukları bazı metabolitler (laktik asit başta olmak üzere organik asitler ile asidofilin, asidosin ve laktosin gibi bakteriyosinler/antibiyotikler/antimikrobiyal maddeler) ile patojen mikroorganizmalar üzerinde inhibitör etki oluşturan *L. acidophilus* suşları, çeşitli antibiyotiklere karşı da dirençli olmaları nedeniyle çok yönlü terapötik etkiler sağlamaktadır (Gomes and Malcata 1999; Anjum *et al.* 2014; Ozogul *et al.* 2022). Yapılan araştırmalarda; *L. acidophilus*'un antiinflamatuvar, bağışıklık güçlendirici, antikanserojenik, antidiyabetik, antioksidan, kolesterol düşürücü ve antimikrobiyal özellikleriyle sağlığa pek çok yararları olduğu bildirilmektedir (Gomes and Malcata 1999; Ozogul *et al.* 2022).

Günümüzde süt ve süt ürünlerini zenginleştirmek ve fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla çeşitli bitkisel kaynakların kullanımı da oldukça popüler hale gelmiştir (Gul *et al.*

2016; del Olmo *et al.* 2018; El-Sayed and Youssef 2019). Sağlığa daha yararlı peynirlerin üretimi için çeşitli bitkisel kaynakların kullanımıyla ilgili araştırmaların gün geçtikçe arttığı görülmektedir. Peynir üretiminde bitkisel kaynaklar (taze, kuru, toz/un, esansiyel yağ, ekstrakt vb.) besinsel ve fonksiyonel özellikleri artırmak, duyuşsal özellikleri geliştirmek, patojen mikroorganizmaların gelişmesini önlemek, ürünlerin raf ömrünü uzatmak ve yeni ürün geliştirmek gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Bu amaçlarla yapılan çalışmalar incelendiğinde; kırmızıbiber, yeşilbiber, kekik, zencefil, reyhan, nane, çörek otu, zerdeçal, dereotu, tere otu, maydanoz, sarımsak ve safran gibi pek çok bitkisel kaynağının kullanıldığı görülmektedir (Tarakçı and Deveci 2019; El-Sayed and Youssef 2019; Sulejmani *et al.* 2020; Ritota and Manzi 2020; Ahmed *et al.* 2021; Çelik *et al.* 2022; Eid *et al.* 2022; Aziz *et al.* 2023). Peynir üretiminde otların ve baharatların kullanımı eski zamanlardan beri genellikle geleneksel peynirlerde görülmektedir. Özellikle mandıra geleneğinin çok eski olduğu İtalya (Casoperuto, Marzolino, Romano pepato, Piacentinu Ennese, vb.) ve İsviçre (Swissalp Panorama Bellevue) gibi ülkeler başta olmak üzere; Fransa (Le Roule, Boulette d'Avesnes), Hollanda (Kanterkass), Mısır (Karish), Suriye (Shankalish), Fas (Jben ve Raib) ve Türkiye (Otlu, Sürk ve Carra) gibi birçok ülkede doğal bitki ilavesiyle çok sayıda peynir üretilmektedir (Ritota and Manzi 2020)¹.

Günümüzde gıda kaynaklarını artırmak, fonksiyonel gıda geliştirmek, sentetik gıda katkı maddelerine alternatif olacak doğal kaynakları bulmak ve atık sorunlarını bertaraf etmek gibi amaçlarla, tarımsal gıda ve yan ürünleri ile gıda işleme yan ürünleri ve atıklarının değerlendirilmesi üzerine yapılan çalışmalar giderek artmaktadır (Nunes *et al.* 2016; Markhali *et al.* 2020). Bu bağlamda, fitokimyasal profili belirlenmiş ancak tarımsal atık durumunda olan zeytin ve ceviz yapraklarının önemli potansiyel kaynaklar olduğu ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde ümit verici olduğu görünmektedir (Salık ve Çakmakçı 2021a; 2023).

Bu araştırmada, ülkemizin ekonomik değeri en fazla olan ve üretim teknolojisi ve muhafazası genellikle daha kolay bir peynir çeşidi olan Beyaz peynir üretiminde; toz forma getirilen zeytin ve ceviz yapraklarının probiyotik bakteri (*L. acidophilus* LA-5) ile birlikte katkılanması ile fonksiyonel yeni Beyaz peynir üretmek amaçlanmıştır. Bu amaçlarla, üretilen Beyaz peynirlerin salamura içerisinde olgunlaşma süresince (+4°C'de 120 gün, analizler 30 günlük aralıklarla) probiyotik raf ömrü, antioksidan ve diğer önemli özellikleri (fizikokimyasal, biyokimyasal, mineral, tekstürel ve duyuşsal) araştırılmıştır. Böylece zeytin ve ceviz yapraklarının fonksiyonel gıda katkısı olarak hem katma değere dönüştürülmesine bir alternatif hem de besinsel ve fonksiyonel özellikler kazandırılmış ucuz yeni salamura peynirler üretmek amaçlanmış ve bu hedeflerin gerçekleştirilmesi mümkün olmuştur.

¹ Parantez içindeki kelimeler ilgili ülkelerin peynir adlarıdır.

KURAMSAL TEMELLER

Dünya çapında, tarıma dayalı gıda sektöründe ciddi sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlara neden olan büyük miktarlarda tarımsal gıda atığı ve yan ürünleri oluşmaktadır (FAO 2013; Ferrentino *et al.* 2018; Ben-Othman *et al.* 2020). Teknolojideki ilerleme ve nüfustaki artışla birlikte ortaya çıkan atık miktarı da her geçen gün artmakta (%50'ye varan) ve bunlar çevre kirliliğine de yol açmaktadırlar (FAO 2013; Rao and Rathod 2019; Ben-Othman *et al.* 2020). Tarımsal atıklar geçmişten günümüze kadar bazı kırsal kesimlerde yakılarak ya da doğada çürümeye bırakılarak imha edilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) raporuna göre tarımsal atıklar önemli miktarda "karbon ayak izi" oluşturmaktadır (FAO 2013). Çoğu tarımsal gıda atığı yakıt, hayvan yemi ve organik gübre olarak kullanılmaktadır (Ben-Othman *et al.* 2020). Hâlbuki bu atıklar ve gıda işleme yan ürünleri çeşitli biyoaktif bileşikler (polifenoller, tanenler, flavonoidler, flavanoller, antosiyaninler, pigmentler, uçucu bileşikler, yağ asitleri ve organik asitler), gıda bileşenleri [proteinler, yağlar, karbonhidratlar (nişasta, selüloz ve hemiselüloz)], vitaminler (A ve E gibi) ve mineral maddeler bakımından önemli kaynakları oluşturmaktadır (Ferrentino *et al.* 2018; Ben-Othman *et al.* 2020; Kumar *et al.* 2020).

FAO, 'Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine" ulaşmak ve başarı sağlamak için tarım-gıda sektöründe üretilen atıkları en aza indirecek uygun adımların atılmasının önemli olduğunu bildirmiştir (FAO 2015). Bu doğrultuda, araştırmacılar tarımsal atık yönetimi ve işlenmesi konularında akılcı ve sürdürülebilir çözümler aramaya yönelmişlerdir. Son zamanlarda, modern teknolojilerin ve 'Yeşil Kimya' gibi sürdürülebilir yaklaşımların öneminin anlaşılmasıyla birlikte, katma değeri yüksek ürünlerin üretiminde tarımsal ve gıda atıklarının etkin bir şekilde kullanılması çok yönlü strateji sağlamaktadır (Ben-Othman *et al.* 2020). Bu bağlamda, "sıfır atık ekonomisi", "döngüsel ekonomi" ve "endüstriyel ekoloji" gibi kavramlar geliştirilmektedir (Malekjani and Jafari 2022). Günümüzün küresel atık sorununda bu kaynakların; farklı endüstrilerde (gıda, farmasötik, kozmetik vb.) hammadde olarak ekonomiye kazandırılması ile hem doğanın korunması hem de sürdürülebilirliğin sağlanması bakımından önemli fırsatlar oluşmaktadır (Ben-Othman *et al.* 2020). Böylece atıkların toplanarak gıda endüstrisinde değerlendirilmesi ve yeni ürünlerin geliştirilmesinde kullanımı hem çevre kirliliğinin önlenmesi hem de insan beslenmesine katkı sağlaması bakımından önem taşımaktadır. Bu atıkların, insan sağlığına yararı olan birçok besin maddesini ve fonksiyonel özellikteki bileşikleri içermeleri nedeniyle yeni ürünlere kazandırılmaları çok önemlidir.

Tarımsal atıklar, mahsul hasadından sonra tarlada/bahçede üretilen atıklar (yaprak, sap ve gövde gibi) ve mahsullerin işlenmesinden sonra oluşan atıklar (kabuk, küspe, tohum, yaprak, gövde ve sap gibi) olarak iki kategoriye ayrılmaktadır (Rao and Rathod 2019). Bitki fitokimyasalları yapraklarda ve çiçeklerde bol miktarda bulunurken; meyve, tohum, gövde, kök ve sap gibi kısımlar da önemli miktarda biyoaktif bileşik içermektedir (Prasathkumar *et al.* 2021). Bitkilerde bulunan azotlu bileşikler (aminoasitler, proteinler, nükleik asit vb.) ve karbonhidratlar (şekerler, polisakkaritler vb.) primer metabolitleri oluşturmaktadır (Prasathkumar *et al.* 2021). Terapötik etkileri olan fenolik bileşikler, terpenler, terpenoidler, alkaloidler, steroidal bileşikler, glikozitler, tanenler ve uçucu yağlar gibi bileşikler ise sekonder metabolitleri oluşturmaktadır (Panth *et al.* 2016). Önemli ve değerli birer tarımsal atık olan zeytin ve ceviz yaprakları biyoaktif özellikleri ve kimyasal bileşimleriyle dikkat çeken ve katma değeri yüksek ürünlerin geliştirilmesinde kullanılabilecek niteliklere sahip, ucuz ve bol bulunan önemli kaynaklardır (Salık ve Çakmakçı 2021a; 2023).

Zeytin Yapağı

Zeytin ağacı (*Olea europaea* L.) Oleaceae familyasına ait 25 cinsi ve 600 türü bulunan yaprak dökmeyen bir bitkidir (Arslan *et al.* 2021). Zeytin; İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Portekiz, Suriye, Fas ve Cezayir gibi birçok Akdeniz ülkesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (El and Karakaya 2009; Blasi *et al.* 2016; Arslan *et al.* 2021). Dünya genelinde 2019 yılında 10 milyon hektar alanda (hA) 20 milyon ton zeytin üretimi yapılmıştır (FAO 2019). Türkiye ise 880 bin hA üzerinde 1,5 milyon ton zeytin üretimi ile dünya üretiminin yaklaşık %14'ünü karşılamaktadır (FAO 2019; TÜİK 2019). Zeytinin meyve, yağ ve yaprak gibi kısımları beslenme ve tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır (El and Karakaya 2009; Blasi *et al.* 2016; Malekjani and Jafari 2022).

Zeytin yapağı atıkları, meyve hasadı ve ağaç budanması (toplam ağırlığının yaklaşık %25'ini oluşturmakta) sırasında veya zeytinyağı üretiminde temizleme ve ayıklama işlemleri sırasında (toplam zeytin ağırlığının yaklaşık %10'nunu oluşturmakta) ortaya çıkmaktadır (Rahmanian *et al.* 2015; Markhali *et al.* 2020; Arslan *et al.* 2021; Clodoveo *et al.* 2022). Meyve ağaçlarının budanması ile ortalama 1500 ton budama atığının (yapraklar, küçük dallar, vb.) ortaya çıktığı bir hektarlık alanda (hA), 375 kg zeytin yapağı atık durumundadır (Espeso *et al.* 2021). Zeytin üretiminde önemli bir konuma sahip olan ülkemizde, zeytin yapağı atık potansiyelini tahmini olarak hesaplayacak olursak; 880 bin hA'da 1,3 milyon ton budama atığı (330 bin tonunu yaprak oluşturmakta) ortaya çıkmaktadır (Salık ve Çakmakçı 2021a).

Önemli tarımsal ve endüstriyel yan ürün olan zeytin yaprakları kimyasal bileşimi ve biyoaktif özellikleriyle dikkat çeken ve katma değerli ürünlerin üretilmesinde kullanılabileceği

potansiyeline sahip ucuz bir hammadde kaynağını oluşturmaktadır (Nunes *et al.* 2016). Zeytin yapraklarının kimyasal bileşimini ve biyoaktif özelliklerini hasat öncesi ve hasat sonrası pek çok tarımsal ve teknolojik faktör (çeşit, coğrafi köken, olgunluk durumu, iklim, ağaç/yaprak ömrü, örneklem/hasat zamanı, depolama vb.) etkilemektedir (Clodoveo *et al.* 2022). Zeytin yaprakları; sekoiridoidler (oleuropein, ligstroside, dimethyl oleuropein ve oleoside), flavonoidler (apigenin, kaempferol, luteolin), fenolik bileşikler (kafeik asit, tirozol, hidroksitirozol) (Rahmanian *et al.* 2015; Markhali *et al.* 2020), karotenoidler, tokoferoller ve klorofil gibi biyoaktif bileşiklerce zengindir (Markhali *et al.* 2020). Zeytin yaprağı protein (%5,04-7,61), yağ (%1,05-1,30), karbonhidrat (%37,14-42,58) ve mineral madde/kül (%2,86-4,45) gibi gıda bileşikleri bakımından da iyi bir kaynaktır (Boudhrioua *et al.* 2009). Zeytin yaprağı yağ asidi profili (oleik asit, linoleik asit, linolenik asit, palmitik asit, stearik asit vb.) bakımından da dikkat çekmektedir (Mkaouar *et al.* 2022; Ferreira *et al.* 2023). Biyoaktif özellikleriyle dikkat çeken zeytin yaprağının gıda, kozmetik (parfüm, kolonya, krem, sabun, şampuan vb.) ve ilaç endüstrilerinde yaygın bir kullanım alanına sahip olduğu belirtilmiştir (Salık ve Çakmakçı 2021a).

Biyoaktif özellikler ve gıda uygulamaları

Zeytin yaprağının antioksidan aktivitesi, fenolik profili ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılmış çok sayıda araştırma mevcuttur. Bunlardan bazıları Tablo 3’de özetlenmiştir. Zeytin yaprağının gıda endüstrisinde kullanım alanları ve uygulamalarına ait bazı araştırma sonuçları ise özet olarak Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3. Zeytin Yaprağının Biyoaktif Özellikleri ve Fenolik Bileşik Profilleri

ZY’nin kaynağı	Biyoaktif özellikler	Kaynaklar
İzmir (2 çeşit)	TPC: 230,64-237,73 mg KE/100g; DPPH: 1214,51-2027,64 µmol TE/100g; ABTS: 825,38-1056,16 µmol TE/100g	Sevim ve Tuncay (2012)
Tunus (8 çeşit)	TPC: 73,05-144,19 mg GAE/g; TFC: 56,75-125,64 mg KE/g; DPPH: 7,90-18,64 IC ₅₀ (µg/mL); Oleuropein: 30,76-57,24 mg/g	Salah <i>et al.</i> (2012)
Tunus (2 çeşit)	TPC: 219,85-464,27 mg GAE/100g kuru ağırlık; TFC: 98,40-377,06 mg KE/100g ekstrakt; DPPH: %58,75-98,20; ABTS: %97,73-98,65; 18 adet fenolik asit: Oleuropein 11,38-25,08 mg/100g, kumarik asit 0,05-32,24, mg/100g ve vanilik asit 1,28-11,00 mg/100g kuru ağırlık (en çok saptanan üç adedi)	Brahmi <i>et al.</i> (2013)

Tablo 3. (devam)

Brezilya (5 çeşit)	TPC: 21,59-35,71 mg GAE/g; Oleik asit: %19,80-21,50; Linoleik asit: %6,84-8,26; Linolenik asit: %34,40-41,30; Palmitik asit: %23,00-27,50; Stearik asit: %3,89-5,55; Miristik asit: %0,77-1,54; Araşidik asit: %1,45-3,26	Cavalheiro <i>et al.</i> (2015)
İtalya (4 çeşit)	TPC: 40,90-66,60 mg GAE/g; DPPH: %40,90-86,10; ABTS: 44,80-99,80 mg TE/g; Oleuropein: 4,30-91,80 mg/g	Blasi <i>et al.</i> (2016)
İtalya (15 çeşit)	TPC: 11,00-49,00 g GAE/kg; DPPH: 8,67-29,89 µmol TE/g kuru ağırlık; Oleuropein: 7,00-30,00 g/kg kuru ağırlık	Nicoli <i>et al.</i> (2019)
Tunus (2 çeşit)	TPC: 62,84-67,91 mg GAE/g; TFC: 5,85-13,61 mg KE/g; ABTS: 69,05-113,84 µmol TE/g; α-tokoferol: 10,12-82,37 µg/g; Klorofil: 506,08-829,29 µg/g; Karotenoid: 26,90-44,33 µg/g kuru ağırlık; Oleuropein: 648,6-1948,6 µg/g; Protokatesik asit: 32,39-37,36 µg/g; Vanilik asit: 12,11-33,84 µg/g; Ferulik asit: 15,07-37,18 µg/g; Hidroksitirosol: 5,75-24,03 µg/g; Tirozol: 3,17-14,46 µg/g kuru ağırlık	Tarchoune <i>et al.</i> (2019)
İspanya (5 çeşit)	TPC: 6,00-46,10 mg GAE/g kuru ağırlık; DPPH: 38,00-283,00 µmol TE/g kuru ağırlık; Hidroksitirosol: 0,14-1,44 mg/g kuru ağırlık; Oleuropein: 0,20-40,10 mg/g kuru ağırlık	Filgueira-Garro <i>et al.</i> (2022)
İspanya (7 çeşit)	TPC: 28,10-49,00 mg GAE/g; DPPH: 33,03-46,80 mg TE/g; ABTS: 26,92-33,24 mg TE/g; FRAP: 37,17-51,03 mg TE/g; Oleuropein: 1,30-1,59 mg TE/g	Martín-García <i>et al.</i> (2022)
Tunus (1 çeşit)	TPC: 67,00 mg GAE/g; Klorofil a: 191,52 µg/g; Klorofil b: 314,21 µg/g; Linoleik asit: %2,55; Linolenik asit: %67,98; Palmitik asit: %3,86; Stearik asit: %3,53; Araşidik asit: %1,19; Eikosenoik asit: %1,89	Mkaouar <i>et al.</i> (2022)
Hırvatistan (3 çeşit)/ İtalya (3 çeşit)	TPC: 86,73-113,60 mg GAE/g; DPPH: %78,30-88,83 inhibisyon; FRAP: 4,26-9,36 µM TE; ORAC: 49,71-78,19 µM; 66 adet fenolik bileşik: Oleuropein, hidroksitirosol, oleoside/sekologanoside, verbascoside, rutin, luteolin, ligstroside ve bunların türevleri ana bileşikleri oluşturmaktadır.	Šimat <i>et al.</i> (2022)
Çin (32 çeşit)	TPC: 15,13-17,49 mg GAE/g kuru ağırlık; TFC: 71,89-176,30 mg RE/g kuru ağırlık; DPPH: 171,10-180,12 mg TE/g kuru ağırlık; FRAP: 385,13-1228,29 mg TE/g kuru ağırlık; ABTS: 279,71-758,01 mg TE/g kuru ağırlık; Flavonoidler: 4,92-18,29 mg/g kuru ağırlık	Zhang <i>et al.</i> (2022)
Portekiz (3 çeşit)	TPC: 2,31-3,78 g GAE/100g; α-tokoferol: 3,50-20,97 mg/100g; β-tokoferol: 0,15-0,32 mg/100g; γ-tokoferol: 0,26-0,58 mg/100g; δ-tokoferol: 0,33 mg/100g	Ferreira <i>et al.</i> (2023)

Kısaltmalar; **ZY:** Zeytin yaprağı, **TPC:** Toplam fenolik madde, **TFC:** Toplam flavonoid madde; **KAE:** Kafeik asit eşdeğeri; **GAE:** Gallik asit eşdeğeri, **TE:** Troloks eşdeğeri, **KE:** Katesin eşdeğeri, **RE:** Rutin eşdeğeri.

Literatür araştırması sonucunda; zeytin yaprağının TPC ve TFC içeriği ile antioksidan aktivitesinin (DPPH, FRAP, ABTS vb.) yüksek olduğu, fenolik bileşikler (özellikle oleuropein, hidroksitirosol, kumarik asit, vanilik asit vb.) ve fitokimyasallar (tokoferoller, klorofil vb.) bakımından zengin bir kaynak olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 3).

Tablo 4. Zeytin Yaprağının Gıda Endüstrisinde Bazı Kullanım Alanları ve Uygulamaları

Gıda grubu	Gıda ürünü	Konsantrasyon ve uygulama	Genel etkiler	K
Süt ve süt ürünleri	Pastörize süt	%1, 2 ve 5 yaprak ekstraktı (pastörizasyon sonrası süte ilave edilerek)	Fonksiyonel ve raf ömrü uzatılmış ürün elde edilmesi	1
	Probiyotik süt ve yoğurt	%0,2, 0,4 ve 0,6 yaprak ekstraktı (fermentasyon öncesi inoküle süte ilave edilerek)	<i>L.acidophilus</i> ve <i>B. bifidum</i> 'un büyümesi ve canlılığını artırma	2
	Meyveli yoğurt	%0,1, 0,2 ve 0,4 yaprak ekstraktı (fermentasyon sonrası yoğurda ilave edilerek)	Antioksidan ve mineraller açısından zenginleştirilmiş fonksiyonel ürün elde edilmesi	3
	Yoğurt	%1, 2 ve 4 yaprak ekstraktı (pastörizasyon öncesi süte ilave edilerek)	Antioksidan kapasitesi artırılmış ve duyu özellikleri geliştirilmiş ürün elde edilmesi	4
	Yoğurt	%1,5, 3 ve 5 yaprak ekstraktı (fermentasyon öncesi inoküle süte ilave edilerek)	Antioksidan kapasitesi artırılmış ürün elde edilmesi	5
	Yoğurt	0,1-1,5 mg/mL yaprak tozu ile 0,5-5,0 mg/mL ekstrakt (fermentasyon öncesi inoküle süte ve fermentasyon sonrası yoğurda ilave edilerek)	Antioksidan kapasitesi ve raf ömrü artırılmış fonksiyonel ürün elde edilmesi	6
	Kefir	%0,10, 0,15 ve 0,35 yaprak ekstraktı (pastörizasyon sonrası süte ilave edilerek)	Antioksidan kapasitesi artırılmış fonksiyonel ürün elde edilmesi	7
Et ve et ürünleri	Köfte	%0,5, 1, 1,5 ve 2 yaprak tozu (köfte karışımına ilave edilerek)	Depolama stabilitesi artırılmış ürün elde edilmesi	8
	Kuzu eti	%62,5 yaprak tozu (biyo-film bileşimine ilave edilerek)	Aktif ambalaj olarak kullanıma uygunluk ve raf ömrü artırılmış ürün elde edilmesi	9
	Sığır kuşbaşı eti	%1, 2 ve 3 yaprak ekstraktı (ekstrakt çözeltisine 20 saat daldırılarak)	Mikrobiyolojik ve oksidatif stabilitesi artırılmış ürün elde edilmesi	10
	Köfte	%0,1, 0,2 ve 0,3 yaprak ekstraktı (köfte karışımına ilave edilerek)	Doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabilme	11
	Tavuk eti	%0,25, 0,50 ve 1 yaprak ekstraktı (ekstrakt çözeltisine 15 dakika daldırılarak)	Doğal antioksidan ve antimikrobiyal kaynağı olarak kullanılabilme	12
	Tavuk burger	%1, 2 ve 3 yaprak tozu ile %0,2 ekstraktı (köfte karışımına ilave edilerek)	Raf ömrü ve oksidatif stabilitesi artırılmış ürün elde edilmesi	13
Meyve, sebze ve ürünleri/ İçecekler/ Soslar	Meyveli içecek	5, 10, 15, 20 ve 25 mg/100 g yaprak ekstraktı (içecek karışımına ilave edilerek)	Fonksiyonel içecek elde edilmesi	14

Tablo 4. (devam)

	Sebze ezmesi (zeytin ve zeytinyağı bazlı)	0,5 ve 1 g/kg yaprak ekstraktı (ezme karışımına ilave edilerek)	Duyusal özellikleri geliştirilmiş ve depolama stabilitesi artırılmış ürün elde edilmesi	15
	Kombucha çayı	%1, 2,5 ve 5 öğütülmüş kuru yaprak (infüzyon/demleme sonrası çaya kombucha ile birlikte ilave edilerek)	Antioksidan kapasitesi artırılmış fonksiyonel içecek elde edilmesi	16
	Bitki çayı	%2 öğütülmüş kuru yaprak (infüzyon yapılarak)	Fonksiyonel yeni ürün elde edilmesi	17
	Soğuk çay	%0,10 ve 0,15 yaprak ekstraktı (toz haline getirilen ekstraktın su ve diğer bileşenler ile karıştırılmasıyla)	Antioksidan kapasitesi artırılmış fonksiyonel içecek elde edilmesi	18
	Salça	500 ve 1000 mg/kg yaprak ekstraktı (mikrokapsüllenmiş ve nanokapsüllenmiş ekstraktların salçaya ilave edilmesiyle)	<i>Aspergillus flavus</i> 'a karşı antifungal etki ve raf ömrü uzatılmış ürün elde edilmesi	19
Hububat ürünleri	Ekmek	%5 ve 10 yaprak ekstraktı (hamur karışımına ilave edilerek)	Duyusal ile tekstürel özellikleri geliştirilmiş ve depolama stabilitesi artırılmış ürün elde edilmesi	20
	Atıştırmalık ekmek çubukları	400 mg/kg yaprak ekstraktı (hamur karışımına ilave edilerek)	Oksidatif stabilitesi ve raf ömrü artırılmış ürün elde edilmesi	21
Yemeklik yağlar	Soya yağı	100, 200 ve 300 mg/kg yaprak ekstraktı (yağ karışımına ilave edilerek)	Oksidatif stabilitesi artırılmış ürün elde edilmesi	22
	Zeytinyağı	%2 ve 4 yaprak (zeytinyağı üretimi sırasında zeytin meyvesi ile karıştırılarak)	Oksidatif stabilitesi artırılmış ürün elde edilmesi	23
	Zeytinyağı	%3 yaprak (zeytinyağı üretimi sırasında zeytin meyvesi ile karıştırılarak)	Oksidatif stabilitesi artırılmış ve besleyici özelliği geliştirilmiş ürün elde edilmesi	24
Diğer	Kitosan bazlı yenilebilir film	%10, 15 ve 20 yaprak ekstraktı (yenilebilir film karışımına ilave edilerek)	Hamburger etlerini ambalajlamak için doğal koruyucu içeren film elde edilmesi	25

K: Kaynaklar; **1:** Palmeri *et al.* (2019), **2:** Marhamatizadeh *et al.* (2013), **3:** Peker and Arslan (2016), **4:** Cho *et al.* (2020), **5:** Barukcic *et al.* (2022), **6:** Pourghorban *et al.* (2022), **7:** Okur, (2021), **8:** Acar (2018), **9:** Martiny *et al.* (2020), **10:** Aytul *et al.* (2004), **11:** Rubel *et al.* (2021), **12:** Saleh *et al.* (2020), **13:** Ezz El-Din Ibrahim *et al.* (2022), **14:** Kranz *et al.* (2010), **15:** Difonzo *et al.* (2019), **16:** Değirmencioğlu *et al.* (2020), **17:** Işık (2017), **18:** Arslan *et al.* (2021), **19:** Jafari *et al.* (2017), **20:** Moghaddam *et al.* (2020), **21:** Difonzo *et al.* (2018), **22:** Mohammadi *et al.* (2016), **23:** Doğru (2019), **24:** Tarchoune *et al.* (2019), **25:** Famiglietti *et al.* (2022).

Zeytin yaprağının farklı şekillerde (taze, kuru veya infüzyon çay şeklinde) halk hekimliğinde kullanıldığı bilinmektedir (Özcan and Matthäus 2017; Clodoveo *et al.* 2022). Literatür araştırması sonucunda, zeytin yaprağının gıda endüstrisinin farklı alanlarında (süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri, meyve-sebze ve ürünleri, içecekler, soslar, hububat ürünleri, yemeklik yağlar vb.) kullanıldığı görülmektedir. Bu kapsamda zeytin yaprağının gıdalarda; antioksidan ve biyoaktif bileşiklerce zenginleştirme yapmak (Peker and Arslan 2016; Cho *et al.* 2020; Değirmencioğlu *et al.* 2020; Okur 2021; Arslan *et al.* 2021; Barukcic *et al.* 2022), oksidasyon stabilitesini artırarak raf ömrünü uzatmak (Aytul *et al.* 2004; Mohammadi *et al.* 2016; Acar 2018; Difonzo *et al.* 2018; Doğru 2019; Tarchoune *et al.* 2019; Palmeri *et al.* 2019; Martiny *et al.* 2020; Ezz El-Din Ibrahim *et al.* 2022; Famiglietti *et al.* 2022), mikrobiyolojik olarak gıda güvenliği sağlamak (Aytul *et al.* 2004; Jafari *et al.* 2017; Saleh *et al.* 2020) ve fonksiyonel yeni ürünler üretmek (Kranz *et al.* 2010; Marhamatizadeh *et al.* 2013; Işık 2017; Palmeri *et al.* 2019) gibi amaçlarla araştırıldığı belirlenmiştir. İncelenen araştırmalarda; zeytin yaprağının, bahsi geçen amaçlara ulaşılması bakımından önemli bir potansiyel taşıdığı ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılabildiği/kullanılabileceği sonucu çıkarılabilir (Tablo 4).

Terapötik özellikler, klinik çalışmalar ve toksisite

Tıbbi ve aromatik bitkiler, içerdikleri fitokimyasallar sayesinde çeşitli hastalıkların tedavisinde Antik çağlardan beri kullanılmaktadır (Prasathkumar *et al.* 2021). Tıbbi ve aromatik bir bitkisel kaynak olan zeytin yaprağının; gastrointestinal hastalıklar, ağız sağlığı, idrar yolu enfeksiyonları, hipertansiyon ve bronşiyal astım gibi rahatsızlıkların halk hekimliği ile tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir (Uylaşer and Yıldız 2014; Özcan and Matthäus 2017).

Son araştırmalar gözden geçirildiğinde, Aralık 2019'da baş gösteren ve küresel anlamda çok yıkıcı etkilere neden olan COVID-19 salgınında zeytin yaprağı, hastaların klinik belirtilerin tedavisinde ve iyileştirilmesinde potansiyel bir yardımcı takviye olarak seçilmiştir. Zeytin yaprağı; SARS-CoV-2'ye karşı *in silico*, *in vitro* veya *in vivo* antiviral aktiviteler sergileyen ana sekoiridoidler (leuropein, hidroksitirosol, verbascoside, apigenin-7-O-glucoside ve luteolin-7-O-glucoside gibi fenolik bileşikler), triterpenler (oleanolik, ursolik ve maslinik asitler gibi triterpenoidler) ve flavonoidler (luteolin ve kaempferol) bakımından zengindir (Abdelgawad *et al.* 2022).

Zeytin yaprağında terapötik özellikler ile *in-vitro* ve *in-vivo* epidemiyolojik çalışmalar üzerine yapılmış pek çok araştırma literatürde mevcuttur. Yapılan araştırmalar sonucunda zeytin yaprağının; kan basıncı ve kolesterol (Perrinjaquet-Moccetti *et al.* 2008), hipoglisemik

ve hipolipidemik (Jemai *et al.* 2009), hipertansiyon (Susalit *et al.* 2011), diyabet (Wainstein *et al.* 2012; de Bock *et al.* 2013; Gür *et al.* 2020), prostat kanseri (Papachristodoulou *et al.* 2016) ve cilt kanseri (Ruzzolini *et al.* 2018) üzerinde önemli faydalar sağladığı belirlenmiş ve toksikolojik çalışmalarla güvenilirliği test edilmiştir (Susalit *et al.* 2011; Heilman *et al.* 2015; Markhali *et al.* 2020). Bahsi geçen literatürlere ait klinik bulgular tarafımızca hazırlanan bir derleme makalesinde (Salık ve Çakmakçı 2021a) detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu kapsamda, yapılan son araştırmalardan bazılarına ait klinik bulgular ise aşağıda özet olarak sunulmuştur.

Abdallah *et al.* (2022), homozigot 5×FAD farelere 3 ay boyunca ZYE ile zenginleştirilmiş bir diyet (695 µg/kg vücut ağırlığı/gün) uygulamışlardır. Araştırmacılar, ZYE'nin NF-κB yolunu inhibe ederek ve NLRP3 inflamazomlarının ve RAGE/HMGB1 yollarının aktivasyonunu baskılayarak nöroinflamasyonu azalttığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, ZYE'nin bir besin takviyesi olarak tüketilmesinin Alzheimer hastalığının ilerlemesini durdurması ve/veya yavaşlatması öngörülmüştür.

Pennisi *et al.* (2023), ZYE'nin herpes simpleks virüsü tip-I (HSV-I) ile insan HeLa (epitelyal serviks kanseri hücre dizisi) hücreleri üzerindeki antioksidan ve antiviral etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, ZYE'nin insan HeLa hücrelerini lipit peroksidasyonundan koruduğunu ve katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz gibi enzim antioksidanların miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, oleuropeinin subtoksik dozlarının HSV-1 replikasyonunu inhibe ederek antiviral etki gösterdiği belirlenmiştir.

Zeytin yaprağının antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı çalışmalarda; ZYE'nin *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans* (Pereira *et al.* 2007), *Campylobacter jejuni*, *Helicobacter pylori* (Sudjana *et al.* 2009), *E. coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, *E. coli* biyotip-1 ve *Listeria monocytogenes* (Kolcuoğlu ve Halkman 2021) gibi patojenlere karşı antimikrobiyel ve antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Ceviz Yaprığı

Ceviz (*Juglans regia* L.) *Juglandaceae* familyasına ait bir bitki olup Güneydoğu Avrupa, Doğu Asya ve Kuzey Amerika başta olmak üzere dünya çapında yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir (Bou Abdallah *et al.* 2016; Jahanban-Esfahlan *et al.* 2019). Dünya genelinde 2019 yılında yaklaşık 1,3 milyon ha'da 4,5 milyon ton ceviz üretimi yapılmıştır (FAO 2019). Türkiye ise 125 bin ha üzerinde 225 bin ton ceviz üretimi ile dünya üretiminin %5'ini karşılamaktadır (FAO 2019; TÜİK 2019). Ceviz ağacının; yaprak, yeşil kabuk, kahverengi

kabuk, ağaç kabuğu, kök, dal ve sürgün gibi kısımları biyoaktif bileşikler bakımından oldukça zengindir (Jahanban-Esfahlan *et al.* 2019). Zeytin yaprağında olduğu gibi bir hektar alandaki ceviz ağacından 375 kg yaprak atığının (Espeso *et al.* 2021) oluştuğu varsayıldığında, 1,3 milyon ha'da yaklaşık 500 bin ton ceviz yaprağı atığının olacağı tahmin edilebilir. Ceviz ağacının özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, her sonbaharda yaprak dökümü ile birlikte 500 bin tonun üzerinde bir atık potansiyelinin olduğu anlaşılmıştır (Salık ve Çakmakçı 2023).

Ceviz yaprağı; fenolik asitler, flavonoidler, organik asitler, tokoferoller, triterpenik asitler, terpenler, terpenoidler, tetralon türevleri, megastigman türevleri ve 5-hidroksi-1,4-naftokinon (juglon) gibi sekonder biyoaktif bileşenler bakımından zengin bir kaynaktır (Vieira *et al.* 2019). Ceviz yaprağı zengin bir kimyasal bileşime de sahip olup %15,03 protein, %3,41 yağ, %9,04 kül, %23,46 karbonhidrat ve %7,43 tanen içermektedir (Kazemi and Mokhtarpour 2021). Minerallerden: 38,64 g/kg kalsiyum (Ca), 11,79 g/kg potasyum (K), 0,90 g/kg sodyum (Na), 7,52 g/kg magnezyum (Mg), 190,53 mg/kg demir (Fe), 24,30 mg/kg çinko (Zn), 148 mg/kg mangan (Mn) ve 2,63 mg/kg kobalt (Co) içermektedir (Kazemi and Mokhtarpour 2021). Şekerlerden glukoz, sakkaroz, trehaloz ve toplam şeker miktarlarını sırasıyla; %0,79, %2,69, %5,79 ve %9,27 içermektedir. Ceviz yaprağı, uçucu aroma bileşenler (karyofillen oksit, β -karyofillen, germakren, α -pinen ve β -pinen ana bileşikler) oluşturmakta) bakımından da dikkat çekmektedir (Rather *et al.* 2012; Verma *et al.* 2013; Bou Abdallah *et al.* 2016).

Tıbbi ve aromatik bitki özelliğiyle de bilinen ceviz yaprağı, halk hekimliğinde çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Geleneksel tıbbın dışında ise ceviz yaprağının içerdikleri zengin biyoaktif bileşik profili sayesinde farklı endüstrilerde (gıda, kozmetik, ilaç vb.) de kullanım alanına sahip olduğu belirtilmiştir (Salık ve Çakmakçı 2023).

Biyoaktif özellikler ve gıda uygulamaları

Ceviz yaprağının antioksidan aktivitesinin, fenolik profilinin ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi üzerine yapılmış çok sayıda araştırma mevcuttur. Bunlardan bazıları Tablo 5'de özetlenmiştir. Ceviz yaprağının gıda endüstrisinde kullanım alanları ve uygulamalarına ait bazı araştırma sonuçları ise özet olarak Tablo 6'de verilmiştir.

Tablo 5. Ceviz Yaprağının Biyoaktif Özellikleri ve Fenolik Bileşik Profilleri

CY'nin kaynağı	Biyoaktif özellikler	Kaynaklar
Romanya (14 çeşit)	TPC: 17,70-39,60 mg GAE/g taze ağırlık; DPPH: %81,91-93,52 inhibisyon, 16,40-50,70 mg TE/g taze ağırlık, 2,70-10,60 mg GAE/g taze ağırlık ve 10,90-32,50 mg AAE/g taze ağırlık	Cosmulescu and Trandafir (2012)
İran (2 çeşit)	TPC: 182,70-267,30 mg GAE/g kuru ekstrakt; TFC: 96,89-149,00 mg QE/g kuru ekstrakt; Tanen miktarı: 950,56-237,42 mg LE/g kuru ekstrakt	Salimi <i>et al.</i> (2012)
Romanya (9 çeşit)	17 adet fenolik ve flavonoid bileşik: Juglon (44,55-205,12 mg/100g taze ağırlık), ellajik asit (38,57-134,54 mg/100g taze ağırlık), mirisetin (81,02-230,99 mg/100g taze ağırlık), kateşin hidrat (50,78-457,11 mg/100g taze ağırlık) ve rutin (33,97-186,76 mg/100g taze ağırlık) en çok saptanan beş adedini oluşturmaktadır.	Nour <i>et al.</i> (2013)
Portekiz (1 çeşit)	Antioksidan aktivite (EC₅₀): DPPH 65,91-78,97 µg/mL, β-karoten ağartma inhibisyon 189,92-269,27 µg/mL, demir indirgeme gücü 75,87-83,71 µg/mL, TBARS inhibisyon 20,36-114,68 µg/mL; Toplam fenolik asit: 8,95 mg/g kuru ağırlık; TPC: 25,30 mg/g kuru ağırlık; Oksalik asit: %0,93 kuru ağırlık; Malik asit: %1,04 kuru ağırlık; Askorbik asit: %0,20 kuru ağırlık; Sitrik asit: %0,89 kuru ağırlık; α-tokoferol: 199,99 mg/100g kuru ağırlık; β-tokoferol: 2,63 mg/100g kuru ağırlık; γ-tokoferol: 120,16 mg/100g kuru ağırlık; δ-tokoferol: 67,56 mg/100g kuru ağırlık; 25 adet fenolik bileşik: 3-O-kafeoilkinik asit, kuersetin O-pentosit, kuersetin 3-O-glukozit, prosiyanidin trimer, kuersetin O-ramnozid ve 3-p-kumaroilkinik asit ana bileşikleridir.	Santos <i>et al.</i> (2013)
Türkiye (1 çeşit)	TPC: 67,82-96,03 mg GAE/g; TFC: 27,17-46,99 mg RE/g; Toplam antioksidan aktivite: 85,42-87,81 mg AAE/g; DPPH: %21,55-45,18 (0,1 mg/mL konsantrasyonda); ABTS: 94,13-179,01 mg TE/g; FRAP: 111,48-136,26 µM TE/g; 10 adet fenolik bileşik: Gallik asit, kateşin, p-hidroksibenzoik asit, klorojenik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, benzoik asit, kuersetin, kaempferol ve apigenin	Uysal <i>et al.</i> (2016)
Portekiz (2 çeşit)	TPC: 23,26-29,70 mg/g ekstrakt; Toplam fenolik asit: 5,90-16,70 mg/g ekstrakt; Toplam flavonoid: 13,00-17,40 mg/g ekstrakt; Antioksidan aktivite (IC₅₀): 32-51 µg/mL, 16 farklı fenolik bileşik: Hidroksisinnamik asit türevleri, flavonoller, trans 3-p-kumaroilkinik asit ve kuersetin-3-O-glukozit ana bileşikleridir.	Vieira <i>et al.</i> (2019)
Cezayir (1 çeşit)	TPC: 85,20-89,33 µg/mg ekstrakt; HTC: 95,26-104,01 µg/mg ekstrakt; CTC: 66,80-71,00 µg/mg ekstrakt	Bennacer <i>et al.</i> (2022)
Polonya (5 çeşit)	TPC: 25,60-64,78 mg GAE/g; DPPH: 72,07-262,84 mmol TE/g; FRAP: 53,29-128,29 mmol TE/g	Milek <i>et al.</i> (2022)

Tablo 5. (devam)

CY'nin kaynağı	Biyoaktif özellikler	Kaynaklar
Slovenya (6 çeşit)	TPC: 30,5-108,1 mg GAE/g kuru ağırlık; Toplam hidroksisinamik asitler: 8,90-33,70 mg/g kuru ağırlık; Toplam flavanoller: 22,30-209,4 mg/g kuru ağırlık; Toplam flavonoller: 16,70-54,30 mg/g kuru ağırlık; Toplam naftokinonlar: 86,10-257,40 mg/g kuru ağırlık; 52 adet fenolik bileşik: 15 adet hidroksisinamik asit, 6 adet flavanol, 2 adet flavon, 22 adet flavonol ve 7 adet naftokinon (2 flavon ve 3 naftokinon ilk kez <i>J. regia</i> 'da tanımlanmıştır).	Medic <i>et al.</i> (2022)
Mısır (1 çeşit)	TPC: 61,44 mg/g; Gallik asit: 34,13 mg/kg; Katekol: 586,53 mg/kg; Pirogallol: 138,46mg/kg; P-OH-benzoik asit: 347,82 mg/kg; Kafeik asit: 204,48 mg/kg; Vanilik asit: 141,27 mg/kg; Ferulik asit: 593,04 mg/kg; Ellagik asit: 1945,24 mg/kg	Mahran <i>et al.</i> (2023)
Türkiye (1 çeşit)	TPC: 28,63-75,00 mg GAE/g; TFC: 11,44-54,99 mg QE/g; DPPH: %8,01-91,57 inhibisyon; ABTS: %36,67-75,72	Yapıcı ve Kıvanç (2023)
Polonya (1 çeşit)	TPC: 342,72 mg GAE/g kuru ağırlık; TFC: 55,64 mg QE/g kuru ağırlık; TPA: 26,24 mg CYE/g kuru ağırlık; CUPRAC: 1,16 mmol TE/g kuru ağırlık; ABTS: 9,09 mmol TE/g kuru ağırlık, 40 adet fenolik bileşik: 14 adet fenolik asit, 17 adet flavonol, 4 adet tanen, 2 adet flavanonol, 1 adet flavon ve 2 adet naftokinon (toplam fenolik bileşik: 104,28 mg/g kuru ağırlık)	Zurek <i>et al.</i> (2023)
Hindistan (1 çeşit)	Uçucu yağında 38 adet aroma bileşiği: Monoterpen hidrokarbonlar (%55,90) ve seskiterpen hidrokarbonlar (%32,60) ağırlıkta olup α -pinen (%15,10), β -pinen (%30,50), β -karyofillen (%15,50), germakren D (%14,40) ve limonen (%3,60) ana bileşikleridir.	Rather <i>et al.</i> (2012)
Hindistan (28 farklı bölge)	Uçucu yağında 70 adet aroma bileşiği (25'den fazlası ilk kez <i>J. regia</i>'da tanımlanmıştır): E-karyofilen (%1,40-47,90), β -pinen (%4,50-39,50), germakren D (%5,00-23,30), α -pinen (%1,50-18,10), α -humulen (%1,10-11,80), α -zingiberen (%0,10-11,30), α -kopen (%0,00-10,10), limonen (%0,80-8,60), karyofillen oksit (%0,10-8,60), kurkumin (%0,00-7,20), δ -kadinen (%0,30-6,70), (E)- β -farnesen (%0,00-5,90), γ -kurkumin (%0,00-4,20) ve metil salisilat (%0,10-4,00) ana bileşikleridir.	Verma <i>et al.</i> (2013)
Tunus (6 çeşit)	Uçucu yağlarda 29 adet aroma bileşiği: Seskiterpen hidrokarbon (%13,90-39,60), oksijenli seskiterpenler (%16,90-27,40) ve alkoller (%7,60-27,80) ağırlıkta olup karyofilen oksit (%16,90-27,40), β -karyofillen (%4,00-22,50), germakren (%1,20-9,40) ve β -pinen (%2,80-9,50) ana bileşikleridir.	Bou Abdallah <i>et al.</i> (2016)

Kısaltmalar; CY: Ceviz yaprağı, **TPC:** Toplam fenolik madde, **TFC:** Toplam flavonoid madde, **TPA:** Toplam proantosiyandinler, **GAE:** Gallik asit eşdeğeri, **TE:** Troluks eşdeğeri, **AAE:** Askorbik asit eşdeğeri, **LE:** Lökosiyanidin eşdeğeri, **QE:** Kuersetin eşdeğeri, **RE:** Rutin eşdeğeri, **HTC:** Hidrolize tanen miktarı, **CTC:** Kondanse tanen miktarı, **CYE:** Siyanidin klorür eşdeğeri.

Araştırma sonuçlarından; ceviz yaprağının TPC, TFC ve antioksidan aktivitesinin (DPPH, FRAP, ABTS vb.) yüksek olduğu, fenolik bileşikler (özellikle juglon, mirisetin, rutin ve ellajik asit) ve fitokimyasallar (tokoferoller, uçucu aroma bileşikleri vb.) bakımından zengin bir kaynak olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 5).

Son zamanlarda ceviz ağacının farklı kısımlarının (yaprak, çiçek, yeşil kabuk ve kahverengi sert kabuk gibi) fonksiyonel gıda üretiminde kullanıldığı görülmektedir (Salık ve Çakmakçı 2023). Bu yönde yapılan çalışmalar incelendiğinde, özellikle ceviz yaprağının fonksiyonel ürün elde etmek (Untea *et al.* 2020; Shiravani and Ansari 2020) ve gıdalarda raf ömrünü uzatmak (Tutulescu *et al.* 2019; Hemmat *et al.* 2022) gibi amaçlarla kullanıldığı görülmektedir. Kurutulmuş ceviz yaprağı ticari olarak bitkisel çay, kapsül veya tablet şeklinde gıda takviyesi olarak da piyasada bulunmaktadır (Salık ve Çakmakçı 2023).

Ceviz yaprağının insan beslenmesinde kullanım alanlarının zeytin ağacı yan ürünlerine kıyasla daha sınırlı olduğu görülmüş, ancak son zamanlarda bu alana da bir yönelim olduğu dikkat çekmiştir. Bu doğrultuda; ceviz yaprağının, zengin biyoaktif bileşik profili ve sağladığı terapötik özellikler nedeniyle gıdalarda kullanım olanaklarının araştırılması gerektiği pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Vieira *et al.* 2019; Salık ve Çakmakçı 2023; Zurek *et al.* 2023).

Tablo 6. Ceviz Yaprığının Gıda Endüstrisinde Bazı Kullanım Alanları ve Uygulamaları

Gıda ürünü	Konsantrasyon ve uygulama	Genel etkiler	K
Köfte	%0,5 yaprak tozu ve %5,5 yaprak ekstraktı (köfte karışımına ilave edilerek)	Kısmen antibakteriyel özellik görülmesi	1
Yumurta	%1 yaprak tozu (tavuk diyetine dâhil edilerek)	Oksidatif stabilitesi artırılmış ve fonksiyonel özelliği geliştirilmiş ürün üretimi	2
Yoğurt	%1, 1,5 ve 2 yaprak ekstraktı (inoküle süte ilave edilerek)	Antioksidan kapasitesi artırılmış ve fonksiyonel özelliği geliştirilmiş ürün elde edilmesi	3
Yenilebilir film	200, 400 ve 800 mg/kg yaprak ekstraktı (yenilebilir gıda ambalajına ilave edilerek)	Gıda ambalajlama için doğal koruyucu içeren film elde edilmesi	4

K: Kaynaklar; **1:** Tutulescu *et al.* (2019), **2:** Untea *et al.* (2020), **3:** Shiravani and Ansari (2020), **4:** Hemmat *et al.* (2022).

Terapötik özellikler, klinik çalışmalar ve toksisite

Ceviz yaprağı, sağlığa faydalı bileşenlerin kaynağı olarak kabul edilmekte olup halk hekimliğinde; venöz yetmezlik, hemoroid, hipoglisemi, ishal, mantar ve mikrobiyal enfeksiyonların tedavisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Nour *et al.* 2013; Bou Abdallah *et al.* 2016). Araştırma sonuçları, ceviz yaprağının antioksidan, antimikrobiyal, antifungal, antiinflamatuvar, antidiyabetik, antihelmintik, antidiyareik, antinosiseptif, antihistaminik, antiülser, antiastmatik, immünomodülatör, antifertilite ve hepatoprotektif gibi çok terapötik etki gösterdiğini rapor etmiştir (Nour *et al.* 2013; Cosmulescu *et al.* 2014; Jahanban-Esfahlan *et al.* 2019; Vieira *et al.* 2019; Salık ve Çakmakçı 2023).

Ceviz yaprağında terapötik özellikler ile *in-vitro* ve *in-vivo* epidemiyolojik çalışmalar üzerine yapılmış pek çok araştırma literatürde mevcuttur. Araştırma sonuçları; ceviz yaprağının ve juglonun; böbrek, kolon, meme, akciğer ve pankreas kanser türleri (Carvalho *et al.* 2010; Salimi *et al.* 2012; Zhang *et al.* 2015; Avcı *et al.* 2016) ile diyabet (Hosseini *et al.* 2014; Mollica *et al.* 2017; Liu *et al.* 2020) üzerinde önemli faydalar sağladığını göstermiş ve toksikolojik çalışmalarla güvenilirliği test edilmiştir (Hosseinzadeh *et al.* 2011; Hosseini *et al.* 2014; Akomolafe *et al.* 2017; Mollica *et al.* 2017; Akomolafe *et al.* 2017; Vieira *et al.* 2019). Bahsi geçen literatürlere ait klinik bulgular, tarafımızca hazırlanan bir derleme makalesinde (Salık ve Çakmakçı 2023) detaylı olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda, yapılan son araştırmalardan bazılarına ait klinik bulgular ise aşağıda özet olarak sunulmuştur.

Azhar *et al.* (2021), hiperkolesterolemik farelerde lipit profili ve aterosklerotik indeks üzerine CYE'nin etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, farelere 4 hafta boyunca günde 1 kez CYE (200 mg/kg) gavaj yoluyla verilmiştir. Araştırma sonucunda, CYE'nin iyi kolesterol HDL'yi yükseltirken; serum kolesterol, trigliseritler, LDL ve aterosklerotik indeks (toplam kolesterol/HDL ve LDL/HDL) oranlarını düşüren hipolipidemik etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.

Atila Uslu and Uslu (2022), indometasin (anti-enflamatuar grubu bir ilaç) ile indüklenen mide lezyonuna karşı CYE'nin gastroprotektif etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, farelere 10 gün boyunca 200 mg/kg CYE oral olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, CYE'nin indometasi'nin neden olduğu mide hasarına karşı inflamatuvar belirteçleri azaltmada koruyucu etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Authier *et al.* (2022), farelerde gastrointestinal candidiasis, enflamasyon ve bağırsak mikrobiyotası üzerine ceviz yaprağı ve meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra* L.) ekstratlarının (MKE) sinerjistik etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, farelere *Candida albicans*

enfeksiyonundan önce 12 gün ve ardından enfeksiyon sonrasında 5 gün günde 1 kez ayrı ayrı (2,5 g/kg) veya kombinasyon halinde (1,25 + 1,25 g/kg) CYE ve MYE oral olarak uygulanmıştır. Araştırmacılar; CYE ve MYE kombinasyonunun bağırsak mikrobiyotasını modüle etme, inflamasyonu ve oksidatif stresi azaltma ve fırsatçı enfeksiyona karşı koruma sağlamada önemli etkiler gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, CYE ve MYE'nin prebiyotik potansiyelinin olduğunu ve bağırsaklarda *Bifidobacterium* spp. ve *Faecalibacterium prausnitzii* türlerinin arttığını bildirilmiştir.

Nasiry *et al.* (2022) tarafından diyabetik yara iyileşmesinde CYE'nin topikal (deri yoluyla) uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, streptozotosin ile indüklenmiş diyabetik farelere ameliyattan 7, 14 ve 21 gün sonra %2 ve %5 CYE içeren merhem [eucerin (bir çeşit krem)'de hazırlanmış] uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda; CYE'nin özellikle %5 konsantrasyonda topikal uygulamanın kontrol gruplara kıyasla diyabetik yara iyileşmesini önemli ölçüde hızlandığı tespit edilmiştir.

Mahran *et al.* (2023), Alloksan (pankreas'ta beta hücrelerini tahrip ederek diyabet oluşturan bir ilaç) ile indüklenen diyabetik fareler üzerinde ceviz yaprağı ve körinin etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla, farelere 42 gün boyunca köri ve ceviz yaprağı tozları (bazal diyetin %5'ini köri tozu ve %7'sini CYT oluşturmakta) ve bunların metanolik ekstraktları (200 mg/kg CYE, 400 mg/kg köri) bazal diyetle ve oral olarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda; her iki şekilde de ceviz yaprağı ve köri uygulamasının insülin, HDL-c, süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPX), katalaz (CAT) aktivite, kan şekeri seviyesi, lipid profili, malondialdehit içeriği (MDA), karaciğer ve böbrek fonksiyon parametreleri üzerinde iyileştirici etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ceviz ve köri yapraklarının, şeker hastalığının önlenmesinde ve/veya tedavisinde istenmeyen yan etkileri olabilecek yapay ilaçlar yerine/yanında kullanılmasında önemli faydalar sağlayacağı öngörülmüştür.

Ceviz yaprağının antimikrobiyal özelliklerinin araştırıldığı çalışmalarda; CYE'nin *Staphylococcus aureus*, *Bacillus (B.) cereus*, *B. subtilis* (Pereira *et al.* 2007), *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *Candida (C.) albicans*, *C. glabrata*, *C. tropicalis*, *C. kefyr* (Yiğit vd 2009), *Botrytis cinerea*, *Geotrichum candidum* (Kocaçalışkan *et al.* 2018) gibi patojenlere/mikroorganizmalara karşı antimikrobiyel ve antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir.

Fonksiyonel Peynir Teknolojisi

Değişen beslenme alışkanlıkları göz önüne alındığında, son yıllarda tüketici eğiliminin doğal ve fonksiyonel ürünler yönüne kaydığı, böylece gıda sektöründe bu alanda ciddi bir talep olduğu görülmektedir. Günlük olarak tüketilen hemen her ürünün fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi konusunda literatürde pek çok araştırmaya rastlanmaktadır. İçerdikleri temel gıda maddeleri ve biyoaktif bileşenleri (konjuge linoleik asit, peptitler, serum albümini, immünoglobulinler, vb.) nedeniyle çocuk gelişimi ve yetişkin beslenmesinde çok önemli olan süt ve süt ürünleri, fonksiyonel özellikleri geliştirilmeye en uygun gıda gruplarından. Bunlar içerisinde peynir; ürün çeşitliliğinin en fazla olduğu ve en çok tüketilen, farklı üretim teknolojileri nedeniyle çeşitlendirilmeye oldukça uygun süt ürünüdür. Beyaz peynir, ülkemizin hemen her bölgesinde geleneksel ve endüstriyel olarak üretilen, ticari değeri yüksek ve tüketimi yaygın bir çeşittir.

Gıdaların sağlığı yararlarını artırmak ve biyoaktif bileşiklerce zenginleştirme yapmak amaçlarıyla genellikle bitkilerden elde edilen ürünler (toz, ekstrakt, uçucu yağ vb.) yaygın olarak kullanılmaktadır (Salık ve Çakmakçı 2021a; 2023). Peynirde fonksiyonel özelliklerin artırılmasında çeşitli bitkisel kaynakların (baharat, ot vb.) kullanımı oldukça popüler bir uygulamadır. Yapılan literatür okumaları sonucunda peynir üretiminde daha çok kekik, çörek otu, nane, maydanoz, dereotu ve sarımsak gibi bitkisel kaynakların kullanıldığı görülmüştür. Ülkemizde geleneksel olarak Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde (Van, Diyarbakır, Bitlis, Siirt ve Ağrı gibi) üretimi yaygın olan otlu peynir yapımında ise sirmo, mendi, kekik, siyabo, yabani nane ve heliz gibi yöresel isimleriyle bilinen çeşitli otlar kullanılmaktadır (Coşkun and Tunçtürk 2000; Köse and Ocak 2020). Bitki ilaveli peynir üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde; genellikle yukarıda bahsedilen bitkisel kaynakların farklı form ve şekillerde (toz, ekstrakt ve uçucu yağ gibi) kullanıldığı görülmüştür. Tarımsal gıda yan ürünleri ile gıda işleme yan ürünleri ve atıklarının peynirde kullanımı ile ilgili yapılan çalışmaların ise sınırlı olduğu anlaşılmıştır.

Biyoaktif bileşiklerce zengin ve önemli birer tarımsal atık olan zeytin yaprağı ve ceviz yaprağının, peynir üretiminde kullanılmadığı, ancak araştırma sonuçları fonksiyonel özellikte ürün geliştirilmesinde ümit verici olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bu tez çalışmasında değerli tarımsal atıklar olan zeytin ve ceviz yapraklarının Beyaz peynir üretiminde fonksiyonel gıda katkı maddesi olarak kullanım olanakları araştırılmıştır.

Bitki ilavesiyle zenginleştirilen ve fonksiyonel özellikleri artırılan Beyaz peynir ve benzeri peynirler üzerine yapılmış bazı araştırmalara ait bulgular aşağıda özet olarak sunulmuştur:

Agboola and Radovanovic-Tesic (2002), vakum paketlenmiş peynirin olgunlaşma ve kalite özellikleri üzerine yerli nane (*Prostanthera incisa*), limon mersini (*Backhousia citrodora*) ve çalı domatesinin (*Solanum centrale*) etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, bu otların ilavesinin (özellikle çalı domatesi otu) proteoliz ve lipolize bağlı olarak peynirde olgunlaşmayı artırdığı tespit edilmiştir. Tüm peynirlerde kurumadde, protein ve tuz oranları ise benzer bulunmuştur.

Tarakçı *et al.* (2006), vakumla paketlenmiş Van otlu peynirin bazı kalite ve olgunlaşma özellikleri üzerine mendi (*Chaerophyllum* sp.) ilavesinin (%0,5-3,0) etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; olgunlaşma süresince (90 gün) otlu peyniri pH, proteoliz ve lipoliz düzeyleri üzerine mendi ilavesinin etkisi önemli bulunmuştur. Duyusal özellikler bakımından ise %1 mendi içeren örnek daha çok beğenilmiştir.

Yerlikaya and Karagöz (2014), Beyaz peynirin bazı fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerine kapari (*Capparis* L.) ilavesinin (bütün ve öğütülmüş şekilde %8) etkisini araştırmışlar ve sonuçta kapari ilavesinin peynirin bazı kalite özelliklerini genel olarak azalttığı, mineral ve aminoasit kompozisyonunu ise geliştirdiği tespit edilmiştir.

Aktypis *et al.* (2018), safran (*Crocus sativus* L.) ilavesiyle (50, 75 ve 100 mg/L) zenginleştirdikleri taze koyun peynirinde olgunlaşma süresince (30 gün) mikrobiyolojik, fizikokimyasal, antioksidan, renk ve duyusal analizler yapmışlardır. Araştırma sonucunda safran ilavesinin, antioksidan aktivite ile proteolizi artırdığı ve kimyasal bileşimi etkilemediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, 50 mg/L safran ilavesinin duyusal olarak kabul edilebilir olduğu tespit edilmiş, safran kullanımının taze peynirde antimikrobiyal ve fonksiyonel özellikler sağlamanın yanı sıra doğal bir renklendirici olarak da başarıyla kullanılabileceği bildirilmiştir.

Al-Obaidi (2019), yumuşak peynirin mikrobiyolojik özellikleri, kimyasal bileşimi ve oksidatif stabilitesi üzerine farklı seviyedeki (%0,1-0,3) zerdeçal tozu ilavesinin etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; zerdeçal tozu ilavesinin peynirde kurumadde, protein, yağ, kül ve pH değerlerini etkilemediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak %0,3 zerdeçal tozu ilavesiyle üretilen peynirin duyusal olarak kabul edilebilir olduğu ve peynirin depolama stabilitesini artırmak amacıyla zerdeçal tozunun başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Tarakçı and Deveci (2019), Beyaz peynir üretiminde çörek otu, nane, kekik, kırmızıbiber ve isot biberi katkısının peynirin kalite özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmanın sonucunda; baharat ilavesinin (%3) proteolize bağlı olarak olgunlaşmayı

hızlandığı, isot biberi dışındaki tüm baharatların tüketici kabulünü artırdığını rapor etmişlerdir.

El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak (*Allium roseum*) tozu (%0,5) ile zenginleştirilmiş yumuşak peynirlerde; sarımsak tozu ilavesinin peynirde TPC ile DPPH antioksidan aktiviteyi artırdığını ve pembe sarımsak tozunun süt ürünlerinin zenginleştirilmesinde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Sulejmani *et al.* (2020) nane, maydanoz ve sarımsak ilavesiyle ürettikleri Salamura Beyaz peynirlerde; bitki ilavesinin proteolize bağlı olarak olgunlaşmayı hızlandığını ve peynir aromasını zenginleştirdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, bitki ilavesinin antioksidan aktiviteyi artırdığı ve en yüksek değerin nane içeren Beyaz peynirde olduğu belirlenmiştir.

Köse and Ocak (2020) tarafından yapılan bir araştırmada; sirmo (*Allium vineale* L.), mendi (*Chaerophyllum macropodium* Boiss.) ve siyabo (*Ferula rigidula* DC) ilavesiyle üretilmiş Van otlu peynirlerde TPC ve antioksidan aktivitenin arttığı ve otlu peynir örneklerinden farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktların ise kullanılan mikroorganizmalara (*S. aureus*, *B. cereus*, *E. faecalis*, *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, *P. aeruginosa* ve *Yersinia enterocolitica*) karşı herhangi bir antimikrobiyal etki göstermediği tespit edilmiştir.

El-Sayed (2020) tarafından ultrafiltre (UF)-yumuşak peynir üretiminde ıspanak tozu (%0,5-%2,0) kullanımının etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, ıspanak tozu ilavesinin peynirde TPC, DPPH antioksidan aktivite, lif, mineral (Ca, K, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn), kurumadde ve protein içeriklerini artırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak; peynire %0,5 ve %1 ıspanak tozu ilavesinin duyuşal parametreler bakımından kabul edilebilir olduğu ve insan vücuduna fayda sağlayacak bileşimi zengin yeni bir fonksiyonel peynirin geliştirildiği belirtilmiştir.

Hasneen *et al.* (2020), Kariesh peynirinin (Mısır menşeli bir çeşit yumuşak tip süzme peynir) zenginleştirilmesinde zerdeçal, adaçayı ve mercanköşk bitki ekstraktlarını (%1-3) ayrı olarak kullanmışlar ve araştırma sonucunda, adı geçen bitkilerin ekstraktlarının peynirde DPPH antioksidan aktiviteyi artırdığı ve %1 ile %2 bitki ekstraktı içeren örneklerin duyuşal olarak kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Ahmed *et al.* (2021) tarafından, yumuşak peynirde mikrobiyal güvenliği ve duyuşal özellikleri geliştirmek amacıyla zencefil, karanfil ve kekik esansiyel yağlarının kullanım potansiyelleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda; sırasıyla kekik ve zencefil esansiyel yağı içeren peynirlerde depolamanın birinci ve ikinci haftasında *S. aureus* sayısının tespit edilebilir seviyede (tamamen) azaldığı, *P. aeruginosa* sayısının ise depolama süresi sonunda yaklaşık

%50 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, kullanılan esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş peynirlerin duyusal olarak beğenildiği ve kontrol örneğe kıyasla genel kabul edilebilirlik puanlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır.

El-Sayed and Ibrahim (2021) tarafından UF-yumuşak peynir üretiminde fonksiyonel özellikleri artırmak amacıyla kırmızıturp tozu (%1-3) kullanımının etkilerinin araştırıldığı bir çalışma sonucunda; Kırmızıturp tozu ilavesinin peynirde TPC, DPPH antioksidan aktivite, kurumadde, kül ve protein içeriklerini artırdığı, duyusal parametreler bakımından kabul edilebilir olduğu ve peynirin besin değerinin artırılmasında doğal bir fonksiyonel katkı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Vukić *et al.* (2021), taze peynir teknolojisinde yeni bir starter kültür olarak kombucha (çeşitli maya, asetik asit ve laktik asit bakteri türlerini içermekte) ile farklı formlarda (ekstrakt, esansiyel yağ ve toz) adaçayı bitkisi kullanımının etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; adaçayı ilavesinin kombucha peynirlerinde TPC, DPPH, FRAP ve ABTS antioksidan aktiviteyi artırdığı tespit edilmiş ve en yüksek antioksidan aktivite toz adaçayı içeren örnekte saptanmıştır. Sonuç olarak, taze peynir üretiminde kombucha starter kültürü ile filtre çay işlemede yan ürün olarak açığa çıkan adaçayı tozu kullanımının, fonksiyonel bir peynir elde etmede başarılı bir uygulama olduğu vurgulanmıştır.

Çelik *et al.* (2022), tere otunun (*Lepidium sativum* L.) Beyaz peynirin olgunlaşması üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, tere otu ilavesinin (%0,6, %1,2, %1,8 ve %2,4) suda çözünen azot (WSN) ve triklorasetik asitte çözünen azot (TCA-SN) miktarları üzerinde etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığını, ancak tere otu ilaveli peynirlerde β -kazeinin daha fazla parçalandığını tespit etmişler ve tere otunun β -kazeine özgü bir proteaz taşıyabileceği ve Beyaz peynirin tere otu tüketiminde taşıyıcı olarak başarılı şekilde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Eid *et al.* (2022) tarafından keçi sütünden yapılan yumuşak Beyaz peynirin kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine *Alpinia officinarum* (havlıcan, zencefilgiller familyasından) tozu (AOT) (%0,25- %1,0) kullanımının etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda; AOT ilavesinin titrasyon asitliği, WSN ve toplam uçucu yağ asidi miktarlarını azalttığı, pH, kurumadde, yağ, tuz, protein, diyet lifi, TPC ve toplam antioksidan aktiviteyi artırdığı ve en uygun AOT kullanım miktarlarının %0,25 ve %0,50 olduğu tespit edilmiştir.

Mousavi *et al.* (2023), *Ganoderma lucidum* (bir çeşit mantar) ekstraktı (GLE; %0,5-2,0) ile zenginleştirilmiş UF-Beyaz peynirin 90 günlük olgunlaşma süresince bazı kalite özelliklerini araştırmışlar ve sonuçta GLE ilavesinin pH'yı düşürdüğü, titrasyon asitliği, WSN, TCA-SN,

TPC ve DPPH antioksidan aktivite değerlerini artırdığı tespit edilmiştir. %0,5 ve %1 GLE içeren peynirlerin, kontrol peynir örneğine kıyasla duyuşal olarak daha kabul edilebilir olduğu, ancak tüm kalite özellikleri göz önünde bulundurulduğunda %1 GLE ile üretilen UF-Beyaz peynirin tercih edilebileceği vurgulanmıştır.

Aziz *et al.* (2023), manda ve inek sütü karışımından yapılan yumuşak Beyaz peynirin kalite özellikleri üzerine nar kabuğu tozunun (%0,5-1,5) etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, nar kabuğu ilavesinin antioksidan aktivite, toplam azot, WSN ve yağ içerikleri ile laktokok sayısını arttırdığı; toplam aerobik bakteri (TAMB) ve maya-küf sayısı ile lipoliz oranını azalttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, nar kabuğunun yumuşak Beyaz peynir üretiminde potansiyel antioksidan ve doğal koruyucu kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Peynirin fonksiyonel özelliklerinin artırılmasında probiyotik mikroorganizmalar yaygın olarak kullanılmaktadır (Özer *et al.* 2009). Probiyotik Beyaz peynir üzerine yapılmış bazı araştırmalara ait bulgular özet olarak aşağıda sunulmuştur:

Yılmaztekin *et al.* (2004), Salamura Beyaz peynirde *L. acidophilus* LA-5 ve *B. bifidum* BB-02'nin canlılığını araştırdıkları çalışma sonucunda; 90 günlük olgunlaşma süresinin sonuna kadar peynirin probiyotik raf ömrünü (en az 10^6 kob/g) koruduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, %5 probiyotik ilavesi proteolize bağlı olarak peynirde olgunlaşmayı hızlandırmıştır.

Özer *et al.* (2009), *B. bifidum* BB-12 ve *L. acidophilus* LA-5'in Beyaz Salamura peynirde mikroenkapsülasyon yoluyla canlılığının artırılması üzerine yaptıkları araştırma sonucunda; mikroenkapsülasyonun; peynirde probiyotik bakterilerin, terapötik etki seviyesini ($> 10^7$ kob/g) koruduğunu belirlemişlerdir. Peynirlerde olgunlaşma süresince probiyotik mikroorganizma sayısının kontrol örneğinde 3 log azaldığı, mikroenkapsüle probiyotik içeren peynirlerde ise yaklaşık 1 log azaldığı bildirilmiştir.

Başığit Kılıç *et al.* (2009) tarafından, Beyaz peynir üretiminde *L. fermentum* (AB5-18 ve AK4-120) ile *L. plantarum* (AB16-65 ve AC18-82) test probiyotik suşlarının (insan yüzünden izole edilmiş) canlılığı araştırılmıştır. Bu amaçla, test probiyotik kültür karışımı, ticari kültür (*Lc. lactis* subsp. *lactis* ve *Lc. lactis* subsp. *cremoris*) ve test kültür ile ticari kültür karışımından oluşan Beyaz peynirler üretilmiştir. Araştırma sonucunda; test probiyotik suşlarla üretilen peynir örneğinde laktik asit bakteri sayısı olgunlaşmanın başında 10^9 kob/g olarak, olgunlaşmanın sonunda (120. gün) 10^7 kob/g olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, insan kaynaklı test probiyotik kültür karışımının, peynir üretiminde kaliteyi olumsuz etkilemeden başarıyla kullanılabileceği rapor edilmiştir.

Gomes *et al.* (2011), *L. acidophilus* ilavesiyle ürettikleri Minas taze peynirinin kalite özelliklerini belirledikleri araştırma sonucunda; 20 günlük olgunlaşma süresince *L. acidophilus* sayısının 9,11-9,42 log kob/g aralığında değiştiğini, probiyotik peynirlerin, geleneksel peynirlere kıyasla görünüm, aroma ve doku açısından daha düşük puanlar aldığı görülmüştür.

Mahmoudi *et al.* (2012a), İran Beyaz peynirinin kalite özelliklerine probiyotik *B. animalis* ve *L. rhamnosus*'un etkisini araştırmışlar ve araştırma sonucunda, probiyotiklerin ticari starterlerin gelişmesi üzerinde herhangi bir etki göstermediği, 60 günlük olgunlaşma sonunda probiyotik sayısının 10^6 - 10^7 kob/g olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca probiyotik peynirler kontrol örneğine göre daha çok beğenilmiştir.

Erkaya and Şengül (2015), *L. acidophilus* DSMZ 20079 ve *B. bifidum* DSMZ 20456 kullanarak yaptıkları probiyotik Beyaz peynirler ile ilgili olarak; 120 gün süreyle salamura ve vakum ambalajda olgunlaşan peynirlerde *L. acidophilus* DSMZ 20079 sayısının 6,57-8,52 log kob/g aralığında, *B. bifidum* DSMZ 20456 sayısının 6,10-7,06 log kob/g aralığında değişim gösterdiğini, *L. acidophilus* DSMZ 20079 ilaveli ve vakum ambalajda olgunlaştırılmış Beyaz peynirlerin daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Ehsani *et al.* (2018), geleneksel peynirlerden izole ettikleri *Lactobacillus* türlerinin probiyotik Beyaz peynir üretimde kullanım olanaklarını araştırmışlar ve araştırma sonucunda; 8 farklı peynir çeşidinden oluşan 24 örnekten toplam 118 *Lactobacillus* türü izole etmişlerdir. İzolatlardan bazıları (*L. agilis*, *L. delbrueckii*, *L. salivarius*, *L. helveticus*, *L. plantarum* ve *L. casei*) Beyaz peynir üretiminde kullanılmış ve endüstriyel peynir üretimlerinde *L. helveticus*, *L. plantarum* ve *L. casei*'nin 60 günlük olgunlaşma süresince probiyotik raf ömrünü (en az 10^6 kob/g) koruması nedeniyle probiyotik olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Terpou *et al.* (2018) tarafından, endüstriyel Beyaz salamura peynir üretiminde yardımcı kültür olarak *L. paracasei* K5 (geleneksel Feta peyniri ve kefir tanelerinden izole edilmiş) probiyotik suşunun kullanım olanakları araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, peynire serbest ve hareketsiz olarak ilave edilen *L. paracasei* K5'in olgunlaşma süresince canlılığını yüksek oranda (7-8 log kob/g) koruduğu ve *L. paracasei* K5 içeren peynir örneklerinde olgunlaşma sırasında sorun oluşturan mikroorganizmaların (enterobakteriler, salmonella, stafilokoklar ve koliformlar gibi) sayısında da kontrol örneğe göre önemli bir düşüş olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, *L. paracasei* K5'in fonksiyonel peynir üretiminde ek kültür olarak kullanım potansiyeli olduğu bildirilmiştir.

Kavas *et al.* (2022), keçi sütüne serbest ve mikrokapsül formda probiyotik bakteri (*L. casei* + *B. longum*) ve prebiyotik (fruktooligosakkarit ve inülin) ilavesiyle simbiyotik Beyaz peynirler üretmişlerdir. Ogunlaşma süresince simbiyotik peynirlerde probiyotik bakteri sayısının 10^7 kob/g olduğu, simbiyotik mikrokapsül ilavesinin peynirde kalite özelliklerini arttırdığı ve biyokimyasal özellikleri geliştirdiği belirlenmiştir.

Moneeb *et al.* (2022), farklı oranlarda (%1, 2, 3, 4 ve 5) *B. bifidum* ilavesiyle ürettikleri az yağlı yumuşak Beyaz peynirlerde; 14 günlük depolama süresince %4 düzeyinde *B. bifidum* kullanımının probiyotik bakteri sayısını (5,30-7,96 log kob/g) artırmada olumlu etki sağladığı tespit edilmiştir.

Peynirin fonksiyonel özelliklerinin artırılmasında hem probiyotik mikroorganizmaların hem de bitkisel kaynakların birlikte kullanıldığı çalışmalar sınırlıdır. Probiyotik ve bitki ilaveli Beyaz peynir üzerine yapılmış bazı araştırmalara ait bulgular özet olarak aşağıda sunulmuştur:

Mahmoudi *et al.* (2012b), nane uçucu yağının (%0,005, 0,015 ve 0,03) probiyotik Feta peynirinin olgunlaşması sırasında *L. casei*'nin canlılığı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda nane uçucu yağı ilavesinin; peynir kalitesini ve lezzetini arttırdığı ve *L. casei*'nin canlılığını olumlu olarak etkilediği tespit edilmiştir. Olgunlaşmanın sonunda (60. gün) en yüksek *L. casei* sayısı (7 log kob/g) %0,03 esansiyel yağ içeren örnekte saptanmıştır.

Sadeghi *et al.* (2012), İran Beyaz salamura peynirde kimyon uçucu yağı ve *L. acidophilus*'un *S. aureus*'un gelişmesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; 15 µL/100 mL esansiyel yağ + *L. acidophilus* kullanımının *S. aureus*'un gelişmesi üzerinde inhibitör etki gösterdiği tespit edilmiştir. Depolamanın 75. günü en düşük *L. acidophilus* sayısı 30 µL/100 mL esansiyel yağ içeren örnekte 6,88 log kob/g olarak belirlenmiş, en yüksek sayı ise kontrol örneğinde 7,36 log kob/g olarak saptanmıştır. Sonuç olarak, süt ve fermente süt ürünlerin üretiminde kimyon uçucu yağı ve *L. acidophilus* kombinasyonunun kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Mazinani *et al.* (2016) tarafından, probiyotik (*L. acidophilus*) UF-Feta peynirinin kalite özellikleri üzerine *Spirulina platensis* (%0,3-0,8) ve nane (%0,5-1,0; *Mentha longifolia* L.) ilavesinin etkileri araştırılmıştır. *S. platensis* ilavesinin peynirde Fe ve protein miktarı ile peynir sertliğini artırdığı; *L. acidophilus*'un canlılığı üzerinde olumlu etkiler sağladığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, başka bir araştırmada da probiyotik (*L. casei*) UF-Feta peynirinin kimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerine *S. platensis* tozu (%0,5-1,5) ilavesinin etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda; *S. platensis* ilavesi peynirin titrasyon asitliği, kurumadde ve protein miktarı ile *L. casei* sayısını (9,10-9,35 log kob/g) artırdığı tespit edilmiştir. Tekstürel

olarak ise *S. platensis* ilaveli peynirlerin daha yumuşak ve çiğnenebilir özelliklerde olduğu belirlenmiştir (Golmakani *et al.* 2019).

Diniz-Silva *et al.* (2020) tarafından, Minas Frescal peynirinde (Brezilya menşeli bir çeşit Beyaz peynir) *L. acidophilus* LA-5 ve *E. coli* O157:H7'nin canlılığı üzerine kekik ve biberiye esansiyel yağlarının etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda kekik ve biberiye esansiyel yağının (0,07 µL/g kekik + 2,65 µL/g biberiye) *L. acidophilus* LA-5'in çoğalmasında gecikmeye neden olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, adı geçen esansiyel yağların sinerjik kullanımının 21 günlük depolama süresince *E. coli* O157:H7 sayısını düşürerek peynirin korunmasında umut verici olduğu saptanmış olup peynirin duyuşal kabulü de göz önünde bulundurulduğunda esansiyel yağ seviyesinin dikkatli seçilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Mehdizadeh *et al.* (2019), İran Beyaz peynirinde yabancı pırasanın (taze ve kuru formlarda %1 ve 2 oranlarında) *L. acidophilus*'un gelişmesi ve canlılığı üzerine etkilerini araştırmışlar ve araştırma sonucunda, yabancı pırasanın Beyaz peynir üretiminde prebiyotik olarak kullanılabileceği ve *L. acidophilus*'un canlılığını olumlu olarak etkilediği tespit edilmiştir. Ayrıca, %1 yabancı pırasa tozu içeren peynirin duyuşal parametreler bakımından en yüksek puanı aldıkları görülmüştür.

Shehata *et al.* (2022), buğday (*Triticum aestivum*) kepeği üzerinde immobilize edilmiş *Lactocaseibacillus paracasei* KC39'un, yumuşak Beyaz peynirin kalite özellikleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, buğday kepeği ile zenginleştirme işleminin fonksiyonel yumuşak peynirin mikro yapısı, dokusu, aromatik uçucu bileşik profili, mide ve bağırsak fazlarında bakteri canlılığı, stabilitesi ve duyuşal özelliklerinin geliştiği rapor edilmiştir.

Suna and Yilmaz-Ersan (2022) tarafından, probiyotik (*L. acidophilus*) Beyaz salamura peynirde mikroalg (*Chlorella vulgaris* ve *Arthrospira platensis*) kullanımının (%1) etkileri araştırılmıştır. Mikroalg ilavesinin toplam protein, Ca, P, K, Mg, Zn, Fe, E vitamini ve TPC miktarları ile DPPH ve CUPRAC antioksidan aktivite değerlerini artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, mikroalg ilavesinin *L. acidophilus* canlılığı üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı, 90 günlük olgunlaşma süresince probiyotik bakteri sayısının oldukça stabil (> 7 log kob/g) kaldığı belirlenmiştir.

Kamel *et al.* (2023) tarafından, probiyotik (*B. longum*) yumuşak peynirde fonksiyonel gıda katkısı olarak havuç tozu ilavesinin (%0,2-0,6) etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda; 28 günlük depolama süresince havuç tozu ilavesiyle laktik asit bakterilerinin (6,47-8,77 log kob/g) ve *B. longum* (6,71-9,40 log kob/g) sayılarının arttığı tespit edilmiştir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Beyaz peynir örneklerinin üretiminde kullanılan çiğ inek sütü (antibiyotik içermeyen, tam yağlı, bileşimi ve duyu özellikleri Beyaz peynir üretimine uygun), kalsiyum klorür (CaCl_2), ticari sıvı peynir mayası (Sınıfı: 1. Sınıf, Tipi: Mikrobiyel, Kuvveti: 750 IMCU/mL), kaya tuzu ve cendere bezi Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü Pilot Süt Fabrikası'ndan temin edilmiştir. Üretimlerde kullanılan starter peynir kültürü (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*) ile *Lactobacillus acidophilus* probiyotik suşu (Nu-trish LA-5) liyofilize edilmiş DVS (Direct-Vat-Set) formda CHR-HANSEN (İstanbul) firmasından temin edilmiştir.

Zeytin yaprağı (*Olea europea* L. cv. Ayvalık Yağlık) 2021 yılı Eylül ayında Balıkesir (Burhaniye)'de faaliyet gösteren bir zeytin yaprağı çayı üretim tesisinden kuru formda sağlanmıştır. Ceviz yaprağı (*Juglans regia* L.) ise 2021 yılı Eylül ayı sonunda Bayburt ili sınırlarında asfalttan ve otoyoldan uzaktaki bir bahçeden yerel bir genotipe ait ceviz ağaçlarından tarafımızca toplanmış ve gölgede kurutulmuştur.

Peynirlerin ambalajlanmasında kullanılan 500 g'lık polipropilen plastik kaplar (gıda ambalajlamaya uygun) Erko Plastik Ambalaj Gıda San. Tic. Ltd. Şti. (Erzurum) firmasından sağlanmıştır. Peynirlerin duyu değerlendirilmesinde kullanılan malzemeler (plastik tabak, plastik çatal, karton bardak, vb.) Erzurum piyasasından temin edilmiştir.

Metot

Bitki Tozlarının Hazırlanması

Kurutulmuş zeytin yaprağı ve ceviz yaprağı örnekleri ayrı bir şekilde öğütücüde (Blender 8011ES, HGB2WTS3 Model, USA) toz haline getirilmiş (ZYT: Zeytin yaprağı tozu, CYT: Ceviz yaprağı tozu) ve 500 mikronluk bir elekten geçirilerek partikül boyutu standardize edilmiştir. Daha sonra hazırlanan ZYT ve CYT cam kavanozlara aktararak alüminyum folyo ile sarılmış ve 70°C'ye ayarlanmış otoklavda (WiseClave, WAC-47, Kore) 15 dakika pastörize edilmiştir. Hazırlanan pastörize ZYT ve CYT örnekleri (Şekil 1) fonksiyonel Beyaz peynir üretimleri yapılncaya kadar buzdolabında (+4°C) muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Beyaz peynirlerin üretiminde kullanılan ZYT ve CYT örnekleri

Ön Denemeler

Deneme desenin oluşturulması amacıyla; peynir üretimlerinde kullanılacak bitki oranları ile probiyotik bakteri seçiminin belirlenmesi için çeşitli ön denemeler yapılmıştır. Bu amaçlarla;

1. Bitki oranlarını belirlemek için; ZYT ve CYT ilaveleriyle ayrı ayrı olarak üç farklı oranda (pıhtı esasına göre %0,5, %1 ve %2) bitki içeren ve bitki içermeyen (kontrol) olmak üzere toplam 7 farklı Beyaz peynir örneği üretilmiştir. Bu peynirlerde, tarafımızca yapılan duysal değerlendirmeler ile TPC ve DPPH antioksidan analiz sonuçlarına göre bitki oranları kararlaştırılmıştır.

2. Kullanılacak probiyotik bakteri ve probiyotik oranını belirlemek için *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (BB-12) ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ile peynir örnekleri üretilmiştir. Üretilen peynir örneklerinde probiyotik bakteri sayısını belirleyerek, peynir ortamı için en uygun olan probiyotik bakteri ile kullanılacak probiyotik oranı kararlaştırılmıştır.

Ön denemeler sonucunda tespit edilen bulgular aşağıda sunulmuştur:

1. Peynir örneklerinde renk, görünüş, tekstür ve lezzet bakımından tarafımızca yapılan duysal değerlendirmeler sonucunda; %0,5 ve %1 CYT veya ZYT ilavesinin incelenen duysal parametreler bakımından kullanılabilir oranlar olduğu belirlenmiştir. Özellikle %2 CYT olmak üzere %2 ZYT ilavesinin ise peynir lezzetini ceviz ve zeytin aroması ile tamamen maskelemesi ve beğenilmeyen yabancı tat ve kokuya dönüştürmesinden dolayı Beyaz peynir üretiminde kullanılamaz oran olduğu belirlenmiştir.

2. Kontrol grup örneğe kıyasla artan oranda ZYT ve CYT ilavesinin peynir örneklerinde TPC ve DPPH antioksidan aktiviteyi artırdığı belirlenmiştir. En yüksek TPC miktarı (**PZ**%2: 67,36 mg GAE/100g, **PC**%2: 70,33 mg GAE/100g) ile DPPH antioksidan aktivite (**PZ**%2: 61,22 mg TE/100g, **PC**%2: 85,32 mg TE/100g) %2 bitki içeren peynir örneklerinde saptanmıştır. Ön denemelerde kullanılan her üç oranda (%0,5, %1 ve %2) da bitki ilavesinin kontrol grup peynire göre antioksidan aktiviteyi önemli derecede artırması ve %2 oranında bitki ilavesinin peynirde duysal özellikleri olumsuz etkilemesi nedenleriyle; planlanan bu tez çalışmasında Beyaz peynir üretiminde %0,5 ve %1 oranlarında CYT ve ZYT kullanımına karar verilmiştir.

3. Probiyotik bakteri ile bitki ilavesinin probiyotik sayısı üzerine etkilerini belirlemek için; *Bifidobacterium* BB-12 ve *L. acidophilus* LA-5 ilavesi (%0,1) ile yapılan ön denemeler sonucunda; belirlenen bitki oranları (%0,5 ve %1) dikkate alınarak 2'si kontrol olmak üzere toplamda 10 çeşit probiyotik peynir örneği üretilmiştir. Probiyotik bakteri sayımları sonucunda; her iki bakteri türüyle de üretilen deneme peynir örneklerinde probiyotik bakteri sayısının 10^7 - 10^8 kob/g seviyelerinde olduğu görülmüştür. ZYT ve CYT ilavesinin *Bifidobacterium* BB-12 ve *L. acidophilus* LA-5'in canlılığı üzerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte, bitki ilaveli örneklerde (özellikle %1 CYT ilaveli) probiyotik sayısının, kontrol grubu örneklerle kıyasla nispetten daha yüksek ve/veya benzer olduğu saptanmıştır. Literatür araştırması sonucunda; *L. acidophilus* LA-5'in Beyaz peynir üretiminde daha çok kullanılıyor olması, fermente süt ürünlerine uygun olması ve sayım yönteminde selektif şartların çeşitli antibiyotikler olmaksızın safra kullanımı ile daha kolay sağlanıyor olması gibi nedenlerden dolayı, planlanan tez çalışmasında *L. acidophilus* LA-5'in kullanımına karar verilmiştir.

4. Son olarak, probiyotik maliyetleri gözönünde bulundurularak peynir üretiminde kullanılacak probiyotik bakteri miktarını belirlemek için; kullanılan bitki yapraklarının probiyotik bakteri sayısı üzerinde olumsuz etki yapmaması nedeniyle, iki farklı oranda (%0,05 ve %0,1) *L. acidophilus* LA-5 içeren probiyotik kontrol peynir üretilmiştir. Probiyotik bakteri sayımları sonucunda; her iki oran arasında *L. acidophilus* LA-5 sayısı (**PK**%0,05: 8,37 log kob/g, **PK**%0,1: 8,67 log kob/g) bakımından çok belirgin bir fark olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, planlanan tez çalışmasında probiyotik Beyaz peynir üretiminde %0,075 oranında *L. acidophilus* LA-5 kullanımı kararlaştırılmıştır.

Kısaca, ön deneme sonuçlarına bağlı olarak planlanan bu tez çalışmasında; Probiyotik Beyaz peynir üretiminde ayrı ayrı %0,5 ve %1 oranlarında ZYT ve CYT ile %0,075 oranında *L. acidophilus* LA-5 kullanımına karar verilmiştir.

Deneme Deseni ve Örneklerin Tanımları

Araştırma, 6 peynir çeşidi [klasik ve probiyotik kontrol olmak üzere 2 kontrol peynir, iki farklı oranda (%0,5 ve %1) iki bitki tozu (zeytin yaprağı ve ceviz yaprağı) içeren 4 probiyotik peynir], 5 olgunlaşma süresi (1., 30., 60. 90. ve 120. günler) ve 2 tekerrürlü olarak planlanmış ve yürütülmüştür. Tüm örneklerde analizler paralelli olarak yapılmıştır. Daha kolay anlaşılması bakımından fonksiyonel Beyaz peynir örneklerinin kod ve tanımları Tablo 7’de verilmiştir.

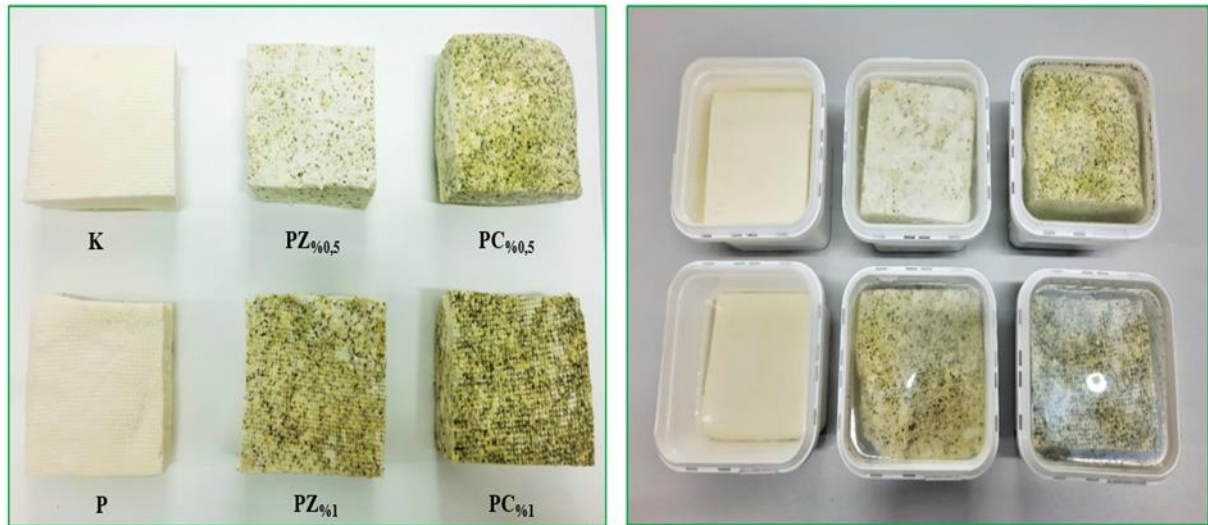
Tablo 7. Bitki Değişkenine Bağlı Olarak Üretimi Yapılan Fonksiyonel Beyaz Peynir Deneme Deseni

Kod	Örnek tanımı	Olgunlaşma süresi (gün)				
		1.	30.	60.	90.	120.
K	Kontrol peynir (probiyotik içermeyen)	✓	✓	✓	✓	✓
PK	Probiyotik (<i>L. acidophilus</i> LA-5) kontrol peynir	✓	✓	✓	✓	✓
PZ%0,5	%0,5 ZYT içeren probiyotik peynir	✓	✓	✓	✓	✓
PZ%1	%1 ZYT içeren probiyotik peynir	✓	✓	✓	✓	✓
PC%0,5	%0,5 CYT içeren probiyotik peynir	✓	✓	✓	✓	✓
PC%1	%1 CYT içeren probiyotik peynir	✓	✓	✓	✓	✓

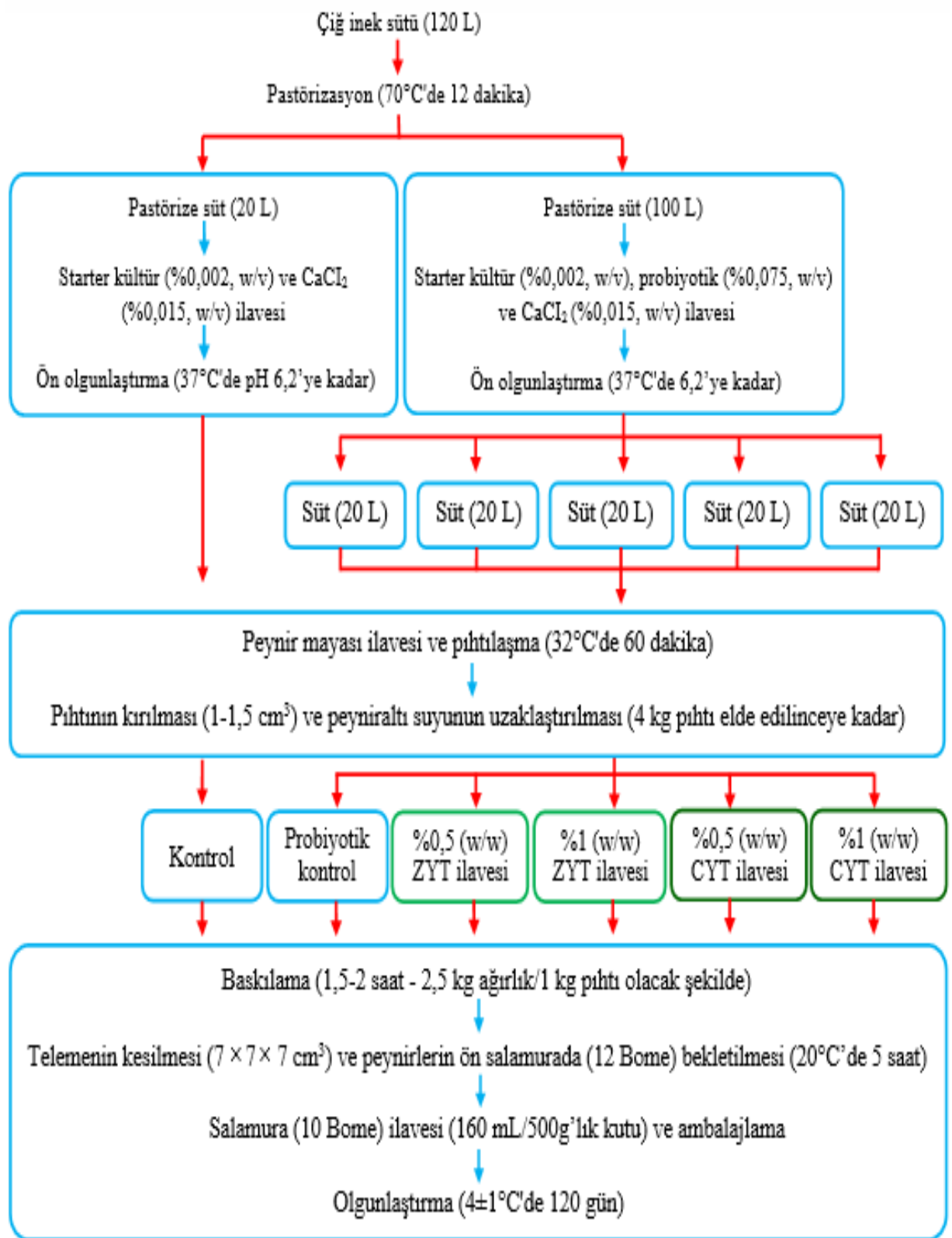
ZYT: Zeytin yaprağı tozu, CYT: Ceviz yaprağı tozu

Deneme Fonksiyonel Beyaz Peynirlerinin Üretimi

Beyaz peynir örnekleri (Şekil 2), pastörize inek sütünden standardize bir yöntemle Şekil 3’de verilen akım şemasına göre 1 hafta aralıkla 2 tekerrürlü olarak Atatürk Üniversitesi Gıda ve Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Pilot Süt Fabrikası’nda üretilmiştir.



Şekil 2. Beyaz peynir örnekleri



Şekil 3. Beyaz peynir üretim akış şeması

Beyaz peynir üretimi için tam yağlı çiğ inek sütü gerekli ön kontrollerin (pH, asitlik, vb.) ardından çift cidarlı pastörizasyon tankında 70°C’de 12 dakika pastörizasyon yapılmıştır. Isıl işlem sonrası 37°C’ye soğutulan sütler, 2 kısma ayrılarak birinci kısım süte (20 L) %0,002 oranında (ağırlık/hacim, w/v) starter kültür ile %0,015 oranında (w/v) CaCl₂ ilave edilmiş ve bu grup kontrol (K) olarak ayrılmıştır. İkinci kısım süte (100 L) %0,002 oranında (w/v) starter kültür, %0,075 oranında (w/v) probiyotik bakteri (*Lactobacillus acidophilus* LA-5) ve %0,015 oranında (w/v) CaCl₂ ilave edilmiştir. Bütün inoküle sütlerde pH 6,2’ye ulaşınca kadar 37°C’de ön olgunlaştırma (30-60 dakika) yapılmıştır. Ön olgunlaştırma sonrasında, birinci kısım süt ile 5 eşit parçaya (20 L) ayrılan ikinci kısım süt örneklerine 32°C’de 60 dakikada sütü pıhtılaştıracak kadar peynir mayası (1,8 mL/120 L süt) 10 kat su ile seyreltildikten sonra ilave edilmiştir. Oluşan peynir pıhtısı 1-1,5 cm³ boyutlarında kırılarak, cendele bezine aktarılmış ve peyniraltı suyunun %80’i (4 kg pıhtı elde edilinceye kadar) süzölmüştür. Daha sonra kontrol peynir (K) ve probiyotik içeren kontrol peynir (PK) pıhtıları dışında, kalan peynir pıhtılarına %0,5 (20 g/4 kg pıhtı) ve %1 (40g/4 kg pıhtı) oranlarında ZYT ve CYT ayrı olarak ilave edilmiş ve homojen karışım sağlanmıştır. Daha sonra, peynir kalıpları dikdörtgen olacak şekilde cendere bezi kapatılmış ve pıhtıya 1,5-2 saat süreyle baskılama işlemi (~2,5 kg ağırlık/1 kg pıhtı) uygulanmıştır. Baskılama sonrası elde edilen teleme ~7 × 7 × 7 cm³ boyutlarında kesilerek ön salamurada (12 Bome) 5 saat süreyle bekletilmiştir. Ön salamuradan çıkarılan peynir kalıpları 500 g’lık ambalajlara aktararak peynir yüzeyini geçecek kadar (160 mL) ana salamura (10 Bome) ilave edilmiştir. Ambalajlanmış peynirler (Şekil 3) 4 ay süreyle 4°C±1’de olgunlaştırılmıştır. Olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde belirlenen analizler paralelli olarak yapılmıştır.

Süt ve Peyniraltı Suyunda Yapılan Analizler

Süt ve peyniraltı suyu örneklerinde; pH, asitlik (% laktik asit cinsinden), kurumadde ve kül, yağ, protein ve özgül ağırlık analizleri Kurt vd (2012)’ne göre yapılmıştır. Süt örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) ve koliform sayıları Harrigan (1998)’a ve *E. coli* sayısı Halkman (2005)’a göre belirlenmiştir.

Zeytin Yaprağı ve Ceviz Yaprağı Tozlarında (ZYT ve CYT) Yapılan Analizler

Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analizler

ZYT ve CYT örneklerinde; pH, kurumadde, kül ve protein (mikro-Kjeldahl, % toplam azot × 6,25) analizleri yapılmıştır (Cemeroğlu 2018). Örneklerin renk özellikleri, kolorimetre (Minolta CR-200, Minolta Chromometer, Japonya) cihazı ile *L** (100: beyaz, 0: siyah), *a** (+: kırmızı, -: yeşil), *b** (+: sarı,-: mavi), *H°* (renk tonu açısı; 0° ve 360°: kırmızı, 90°-180°: sarı-

yeşil, 270°: mavi) ve C* (renk doygunluğu) olarak belirlenmiştir (El-Sayed 2020). Mikrobiyolojik olarak ise TAMB, maya-küf ve koliform bakteri sayıları (Harrigan 1998) ile *E. coli* sayısı (Halkman 2005) belirlenmiştir.

Biyoaktivite analizleri ve mineral madde kompozisyonu

Antioksidan aktivite analizleri için örneklerin ekstraksiyonu küçük bir modifikasyonla Kumar *et al.* (2015)'na göre yapılmıştır. Bunun için, ZYT ve CYT örneklerinden 1 g tartılarak üzerine 25 mL %80'lik (hacim/hacim, v/v) etanol (C₂H₆O, Merck) ilave edilmiştir. Örnekler, karanlık şartlarda ve oda sıcaklığında 12 saat süreyle 400 rpm'ye ayarlı bir orbital karıştırıcıda (IKA KS 130, IKA) karıştırılmıştır. Örnekler 10000 rpm'de 10 dakika santrifüj (Allegra X-30R Centrifuge, Almanya) edildikten sonra Whatman No:1 filtre kağıdından süzölmüştür. Daha sonra kalan pellet üzerine 25 mL daha %80'lik (v/v) etanol ilave edilerek aynı şartlarda (süre, sıcaklık, santrifüj ve filtrasyon vb.) ekstraksiyon yapılmıştır. Elde edilen ekstraktlar birleştirildikten sonra analizler yapılncaya kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir. Hazırlanan ekstraktlar, uygun seyreltme işlemlerinin ardından toplam fenolik madde (Altin *et al.* 2018), toplam flavonoid madde (Dewanto *et al.* 2002), DPPH (Kumaran and Karunakaran 2006; Altin *et al.* 2018), CUPRAC (Apak *et al.* 2006) ve FRAP (Benzie and Strain 1996) antioksidan aktivite analizlerinde kullanılmıştır. Antioksidan aktivite ve klorofil pigment analizleri **“Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Biyoaktivite Analizler”** başlığı altında ilgili kısımlarda detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Kurutulmuş yaprak örneklerin mineral madde kompozisyonu (makro mineraller: Ca, K, P, Na ve Mg; mikro mineraller: Cu, Fe, Mn, Zn ve Se) ise **“Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Mineral Madde Analizi”** başlığı altında belirtildiği gibi küçük bir modifikasyonla Ataro *et al.* (2008) ve Bertin *et al.* (2016)'a göre İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak ppb olarak belirlenmiştir. Sonuçlar; makro mineraller için ppm (mg/kg), mikro mineraller için ppb (µg/kg) olarak verilmiştir.

Teknolojik analizler

ZYT ve CYT örneklerinde teknolojik ve fonksiyonel analizlerden; su bağlama ve yağ bağlama kapasitesi Chel-Guerrero *et al.* (2002)'na göre, yığın/kütle yoğunluğu ($\rho_{yığın}$), sıkıştırılmış yığın/kütle yoğunluğu ($\rho_{sıkıştırılmış}$), partikül yoğunluğu ($\rho_{partikül}$) ve gözeneklilik (ϵ) özellikleri Jinapong *et al.* (2008)'na göre, akabilirlik (CI indeks) özelliği Carr (1965)'a göre, yapışkanlık (HR indeks) özelliği Hausner (1967)'a göre ve şişme kapasitesi Escalada *et al.* (2007)'na göre belirlenmiştir.

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analizler

pH tayini

10 g peynir örneği üzerine 15 mL saf su eklendikten sonra Ultra Turrax cihazıyla (IKA T-25, Staufen, Almanya) 1-2 dakika parçalanmıştır. Homojen karışımın pH'sı dijital pH metre (Mettler Toledo AG 8603, Çin) ile doğrudan ölçülmüştür (Hayaloğlu vd 2021).

Titrasyon asitliği tayini

10 g peynir üzerine 40°C'de 100 mL saf su ilave edilerek Ultra Turrax'da 1-2 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra örnek kaba fitre kâğıdından süzülerek, elde edilen filtrattan 25 mL (m: 2,5 g peynir örneği) alınmış ve üzerine 2-3 damla %1'lik fenolftalein ($C_{20}H_{14}O_4$, Merck) indikatörü ilave edilmiştir. Karışım ayarlı (F) 0,1 N NaOH (Sigma-Aldrich) ile en az 30 saniye kalıcı açık pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan alkali miktarından (V, mL) laktik asit miktarı (%) = $[(V \times 0,9 \times F) / m]$ formülü ile hesaplanmıştır (Kurt vd 2012).

Kurumadde tayini

Darası alınmış kurutma kaplarına 5 g örnek tartılarak 105±1°C'deki etüvde (Binder Ed 23) sabit tartım ağırlığına ulaşuncaya kadar yaklaşık 5 saat kurutma yapılmıştır. Kurutma işlemi ile meydana gelen nem kaybından % kurumadde miktarı hesaplanmıştır (Kurt vd 2012).

Yağ tayini ve kurumadde (KM)'de yağ oranları

Peynir örneklerinde yağ tayini Gerber yöntemiyle Kurt vd (2012)'ne göre yapılmıştır. Bu amaçla, 3±0,005 g peynir örneği Van Gulik bütirometresi beherciğine tartılarak behercik bütirometreye yerleştirilmiştir. Bütirometreye 10 mL 1,50 g/mL yoğunluğundaki sülfirik asit (H_2SO_4 , Merck) ilave edilerek 65°C'deki su banyosuna (Memmert, WNB 10, Almanya) yerleştirilmiş ve peynirin tamamen erimesi sağlanmıştır. Takiben bütirometreye 1 mL amil alkol ($C_5H_{12}O$, d:0,82 g/mL, Merck) ile taksimat çizgisine kadar sülfirik asit ilave edilerek, 1100 devirde 10 dakika santrifüj (Funke Gerber, Almanya) yapılmıştır. Santrifüj sonrası sıcak su banyosunda 5 dakika bekletilen bütirometrelerden yağ miktarı % olarak okunmuştur. Peynir örneklerinin KM'de yağ oranı ise örneklerde belirlenen % kurumadde ve % yağ miktarlarından hesaplanmıştır.

Protein tayini

Peynir örneklerinde azot tayini mikro-Kjeldahl yöntemiyle IDF (1993)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla, protein tüplerine 0,2-0,5 g peynir örneği (m) tartılarak üzerine 1 adet

Kjeldahl tablet (Merck) ve 10 mL kesif (d:1,84 g/mL) sülfürik asit (H₂SO₄, Tekim) ilave edilmiştir. Tüpler yakma düzeneğine (Gerhardt Kjeldatherm KB40S, Almanya) yerleştirildikten sonra kademeli sıcaklık artışı (100-430°C) ile birlikte berrak yeşil renk oluşuncaya kadar yakma işlemi yapılmıştır. Takiben soğuyan tüpler destilasyon ünitesine (Behr S3, Almanya) bağlanarak uygun analiz metoduna göre %33,3'lük NaOH ve %4'lük borik asit (H₃BO₃, Merck)-indikatör (metil kırmızısı ve bromkresol yeşili) çözeltisi varlığında destilasyon işlemi yapılmıştır. Daha sonra elde edilen destilat (yaklaşık 100-150 mL, açık mavi-yeşil renkli) ayarlı (F) 0,1 N hidroklorik (HCl, Merck) asit ile hafif pembemsi/gülcürusu renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Tanık deneyde (V₀, mL) ve örnek analizinde (V, mL) harcanan 0,1 N HCl miktarından toplam azot (% TN) = $[(V-V_0) \times 0,0014 \times F \times 100] / m$ formülü ile hesaplanmıştır. Belirlenen azot miktarından %protein miktarı (%TN $\times$ 6,38) hesaplanmıştır.

Tuz tayini ve kurumadde (KM)'de tuz oranları

Peynir örneklerinde tuz tayini Mohr yöntemiyle Kurt vd (2012)'ne göre yapılmıştır. Bu amaçla, 5 g peynir örneği bir miktar saf su (60-70°C'de) ile karıştırıldıktan sonra Ultra Turrax ile 1-2 dakika homojenize edilmiştir. Daha sonra, örnek 500 mL'lik balon jöjeye kayıpsız olarak aktararak hacim saf su ile tamamlanmıştır. Karışım kaba fitre kâğıdından süzülerek, elde edilen filtrattan 25 mL (m: 0,25 g peynir örneği) alınmış ve üzerine 0,5 mL potasyum kromat (K₂CrO₄, Merck) indikatörü (%5'lik saf ile hazırlanmış) eklenmiştir. Karışım, ayarlı 0,1 N gümüş nitrat (AgNO₃, Sigma-Aldrich) çözeltisiyle açık turuncu renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Tanık deney (V₀, mL) ve örnek analizinde (V, mL) harcanan AgNO₃ miktarından % tuz miktarı = $[(V-V_0) \times F \times 0,585] / m$ formülü ile hesaplanmıştır (Kurt vd 2012). Peynir örneklerinin KM'de tuz oranı ise örneklerde belirlenen % kurumadde ve % tuz miktarlarından yararlanılarak hesaplanmıştır.

Kül tayini

Darası alınmış porselen krozelere 5 g örnek tartılarak 105±1°C'de 2 saat ön kurutma yapılmıştır. Ön kurutma sonrası kül fırınına (Gerhardt M011, Almanya) yerleştirilen krozeler kademeli sıcaklık artışı ile 550°C'de sabit tartım ağırlığına ulaşuncaya ve beyaz-gri kül rengi oluşuncaya kadar 5-6 saat yakılmıştır. Daha sonra yakma işlemi ile meydana gelen organik bileşiklerin kaybından % kül miktarı hesaplanmıştır (Kurt vd 2012).

Kalori hesabı

Toplam kalori miktarı (kcal/100g) ise 1169/2011 sayılı Komisyon Tüzüğüne göre dönüşüm faktörleri kullanılarak $[(\% \text{ karbonhidrat} \times 4) + (\% \text{ yağ} \times 9) + (\% \text{ protein} \times 4)]$

formülüne göre hesaplanmıştır. Burada, karbonhidrat miktarı Stefanou *et al.* (2008) tarafından verilen eşitliğe $[100 - (\% \text{ nem} + \% \text{ protein} + \% \text{ yağ} + \% \text{ kül})]$ göre tahmini olarak hesaplanmıştır.

Renk ölçümü

Peynir örneklerinin renk özellikleri, kolorimetre (Minolta CR-200, Minolta Chromometer, Japonya) cihazı kullanılarak L^* (100: beyaz, 0: siyah), a^* (+: kırmızı, -: yeşil), b^* (+: sarı, -: mavi), H° (renk tonu açısı; 0° : kırmızı, 90° : sarı, 180° : yeşil, 270° : mavi, 360° : kırmızı) ve C^* (renk doygunluğu) olarak belirlenmiştir (El-Sayed 2020). Ölçümler; beyaz bir zemin üzerinde, optik cam petrilerin (100×20 mm) içerisine yerleştirilmiş peynir dilimlerinin (5-10 mm inceliğinde, $+4^\circ\text{C}$) kesit yüzeyindeki farklı noktalardan doğrudan yapılmıştır. Her bir örnekten en az 4 ölçüm alınmıştır. Olgunlaşmanın 1. ve 120. gününe ait peynir örnekleri arasındaki renk değişimini belirlemek amacıyla, toplam renk farkı (ΔE) = $[(L^*_{1} - L^*_{120})^2 + (a^*_{1} - a^*_{120})^2 + (b^*_{1} - b^*_{120})^2]^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Vukić *et al.* 2021).

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Örneklerin hazırlanması

Steril şartlarda, 10 g peynir örneği 90 mL %0,85'lik fizyolojik tuzlu su (FTS, NaCl, Sigma-Aldrich) ile karıştırılarak 2 dakika homojenize edilmiştir (Homojenizatör: Interscience Bagmixer 400 P, Fransa). Böylece, hazırlanan 10^{-1} 'lik dilüsyondan 10^{-8} 'e kadar 10 katlık seyreltme ile dilüsyon sıvıları hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlar ekimler için hemen kullanılmıştır.

Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı

Plate Count Agar (PCA, Merck) besiyerine hazırlanmış dilüsyonlardan yayma yöntemine göre ekim yapılmıştır. Daha sonra petriler, $30-32^\circ\text{C}$ 'ye ayarlı bir inkübatörde (Incucell) 48 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen koloniler sayılarak TAMB sayısı log kob/g olarak verilmiştir (Harrigan 1998).

Laktobasillerin sayımı

Man Rogosa Sharpe Agar (MRS Agar, Merck) besiyerine hazırlanan dilüsyonlardan yayma yöntemine göre ekim yapılmıştır. Daha sonra petriler, anaerobik şartlarda 30°C 'de 48-72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen koloniler sayılarak laktobasil sayısı log kob/g olarak verilmiştir (Speck 1984).

Laktokokların sayımı

M 17 Agar (Merck) besiyerine hazırlanan dilüsyonlardan yayma yöntemine göre ekim yapılmıştır. Daha sonra petriler, 30°C’de 24 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen koloniler sayılarak laktokok sayısı log kob/g olarak verilmiştir (Speck 1984).

***L. acidophilus* sayımı**

L. acidophilus LA-5 sayımı için %0,15 oranında safra tuzu/bile salt (Oxoid) ilave edilmiş (0,22 µm steril şırıngadan geçirilerek) MRS Agar kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yayma yöntemine göre ekimi yapılan petriler, anaerobik şartlarda 37°C’de 72 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen koloniler mikroskop (Leica ICC50, Almanya) altında kontrol edildikten sonra sayılmış ve *L. acidophilus* LA-5 sayısı log kob/g olarak verilmiştir (Lima *et al.* 2009).

Canlılık oranının belirlenmesi

Probiyotik peynir örneklerinde *L. acidophilus* LA-5’in canlılık oranı (%) = [Olgunlaşmanın son günü probiyotik sayısı (log kob/g) / Olgunlaşmanın ilk günü probiyotik sayısı (log kob/g) × 100] formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Shin *et al.* 2000).

Koliform grubu bakteri sayımı

Violet Red Bile Agar (VRBA, Merck) besiyerine uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemine göre ekim yapılmıştır. Daha sonra petriler, 35-37°C’de 24 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen kırmızı renkli ve çapı 0,5 mm’den büyük koloniler sayılarak koliform bakteri sayısı log kob/g olarak verilmiştir (Harrigan 1998).

***Escherichia coli* aranması ve sayımı**

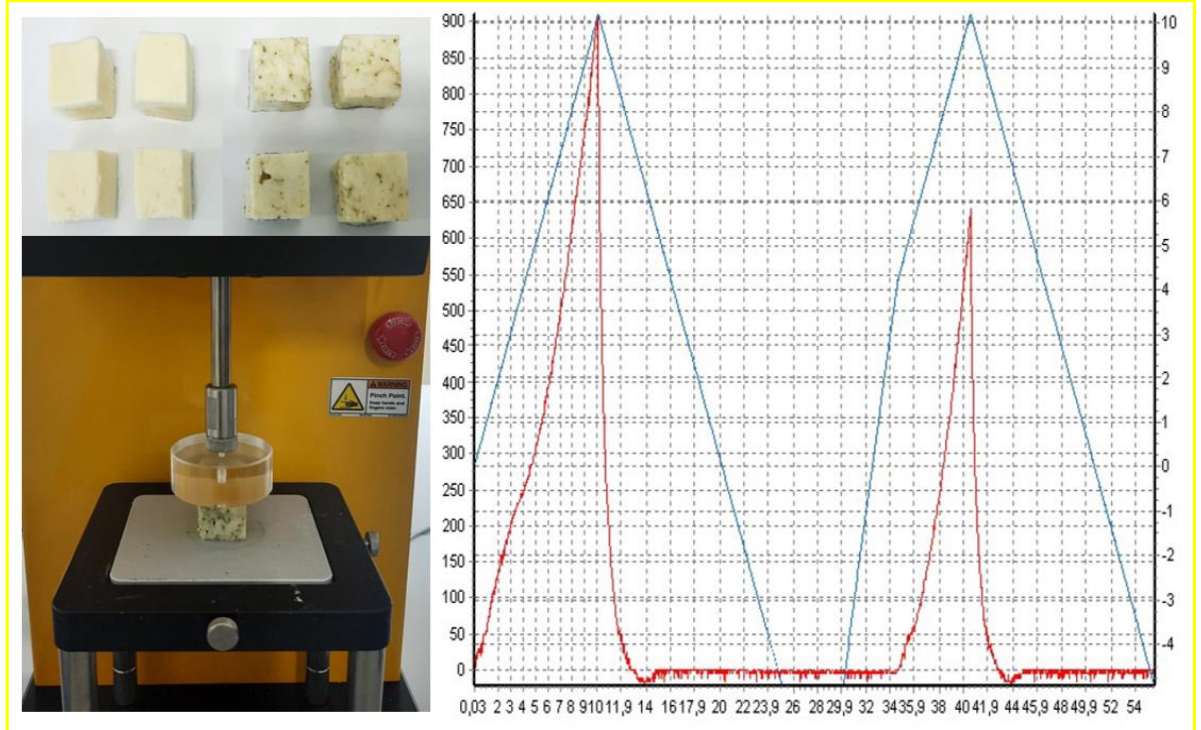
E. coli’nin var olup olmadığını tespit etmek amacıyla Chromocult Tryptone Bile X-glucuronide Agar (CTBXA, Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan (10⁻¹ ve 10⁻²) dökme plak yöntemine göre ekimi yapılan petriler ilk olarak 30-37°C’de 4 saat, sonrasında 44°C’de 20 saat aerobik şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişen koloniler (mavi-yeşil renkli) sayılarak *E. coli* sayısı log kob/g olarak verilmiştir (Halkman 2005).

Maya ve küf sayımı

Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBCA, Merck) besiyerine uygun dilüsyonlardan yayma yöntemine göre ekim yapılmıştır. Daha sonra petriler, 25°C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrasında gelişen koloniler sayılarak toplam maya-küf sayısı log kob/g cinsinden ifade edilmiştir (Beuchad *et al.* 2007).

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Tekstür Profil Analizi (TPA)

Peynir örneklerinin tekstürel özellikleri, 50 mm'lik silindirik prob (TA 25/1000) ile destekli tekstür cihazı (Brookfield CT3 Model, Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro, MA, USA) kullanılarak küçük bir modifikasyonla Liu *et al.* (2017)'na göre belirlenmiştir. $2 \times 2 \times 2$ cm³ boyutlarında kesilen peynir örnekleri oda sıcaklığına getirildikten sonra iki sıkıştırma çevriminde analiz edilmiştir (Şekil 4). Analizler şartları; ön test hızı 1 mm/s, test hızı 1 mm/s, test sonrası hızı 2 mm/s, yüzey tetik kuvveti 5 g, birinci ve ikinci sıkıştırma arası 5 s ve sıkıştırma oranı %50 olacak şekilde ayarlanmıştır. Analiz sonucunda her bir örnek için çizilen kuvvet-zaman eğrilerinden (Şekil 4) hardness (sertlik), adhesiveness (dış yapışkanlık), cohesiveness (iç yapışkanlık), springiness (elastikiyet), chewiness (çiğnenebilirlik), gumminess (sakızimsılık) ve resilience (esneklik) değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 4. Beyaz peynir örneklerinde TPA analizi

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Mineral Madde Analizi

Peynir örneklerin mineral madde kompozisyonu (makro mineraller: Ca, K, P, Na ve Mg; mikro mineraller: Cu, Fe, Mn, Zn ve Se) küçük bir modifikasyonla Ataro *et al.* (2008) ve Bertin *et al.* (2016)'ne göre belirlenmiştir. İlk olarak peynirler sabit tartım ağırlığına gelinceye kadar 70°C'ye ayarlanmış etüvde kurutulmuştur. Kurutulmuş peynirlerden 70 mg örnek teflon kaplar içerisine tartılarak üzerine 8 mL nitrik asit (HNO₃, %65, Merck) ve 2 mL hidrojen peroksit (H₂O₂, %30, Merck) eklenmiştir. Örnekler mikrodalga fırında (Milestone Ethos Up) 200°C'de 30 dakika bozundurulduktan sonra ultra saf su ile hacim 15 mL'ye tamamlanmıştır. Örnekler ile birlikte aynı koşullarda blank (kör) numunesi de hazırlanmıştır. Daha sonra örnekler %2'lik HNO₃ çözeltisi ile 10 kat seyreltilerek İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS-Agilent 7800 serisi, Agilent Teknolojileri, Japonya) ile analiz edilmiştir. Örneklerin mineral madde içeriği, 10-500 ppb (µg/kg) aralığında hazırlanan multielement standart çözeltisine (Merck) ait kalibrasyon eğrilerinden "Mass Hunter 4.4 Workstation Software 7800 ICP-MS Top C.01.04" yazılımı ile ppb olarak hesaplanmıştır. Peynir örneklerinde kuru ağırlık bazında sonuçlar; makro mineraller için ppm (mg/kg), mikro mineraller için ppb (µg/kg) olarak verilmiştir.

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Biyoaktivite Analizler

Antioksidan aktivite analizleri

Örnek ekstraktlarının hazırlanması

Peynir örneklerinin ekstraksiyonu küçük bir modifikasyonla Vukić *et al.* (2021) ve Pérez-Soto *et al.* (2021)'na göre yapılmıştır. Bunun için 4±0,005 g örnek tartılmış ve üzerine 16 mL etanol-saf su karışımı (80:20, v/v) ilave edilmiştir. Örnekler, karanlık şartlarda ve oda sıcaklığında 12 saat süreyle 400 rpm'de karıştırılmıştır. Takiben örnekler 15 dakika santrifüj edilmiş (4°C ve 10000 rpm'de) ve ardından filtre (Whatman No:1) edilmiştir. Hazırlanan ekstraktlar; toplam fenolik madde (TPC), toplam flavonoid madde (TFC), DPPH, CUPRAC ve FRAP antioksidan aktivite analizlerinde kullanılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu iki paralel olarak hazırlanmış ve analizler dört paralel olarak yapılmıştır.

Toplam fenolik madde (TPC) miktarının belirlenmesi

200 µL örnek ekstraktı, taze hazırlanmış 1500 µL Folin-Ciocalteu (Merck) çözeltisi (1:10, v/v saf su ile seyreltilmiş) ve 1200 µL sodyum karbonat (Na₂CO₃, Merck) çözeltisi (%7,5, w/v) ile karıştırıldıktan sonra karanlık şartlarda 90 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Sürenin sonunda örneklerin absorbansı bir spektrofotometrede (T60 Visible

Spectrophotometer, PG instrument, UK) 765 nm'de ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisinin (Şekil 5) hazırlanmasında farklı konsantrasyonlarda (5-150 mg/L) hazırlanmış Gallik asit (Meck) standardı kullanılmıştır. Sonuçlar mg GAE/100g örnek olarak verilmiştir (Altin *et al.* 2018).

Toplam flavonoid madde (TFC) miktarının belirlenmesi

250 µL örnek ekstraktı üzerine 1250 µL saf su ve 75 µL %5'lik sodyum nitrit (NaNO_2 , Merck) ilavesinin ardından sırasıyla; 6 dakika sonra 150 µL %10'luk alüminyum klorür hegzahidrat ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 11 dakika sonra 500 µL 1 M NaOH ve 275 µL saf su ilave edilerek vortekslenmiştir. Takiben örneklerin absorbansı 510 nm'de ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisinin (Şekil 5) hazırlanmasında farklı konsantrasyonlarda (25-300 mg/L) hazırlanmış Kuarsetin (Sigma-Aldrich) standardı kullanılmıştır. Sonuçlar mg QE/100g örnek olarak verilmiştir (Dewanto *et al.* 2002).

DPPH yöntemiyle antioksidan aktivitenin belirlenmesi

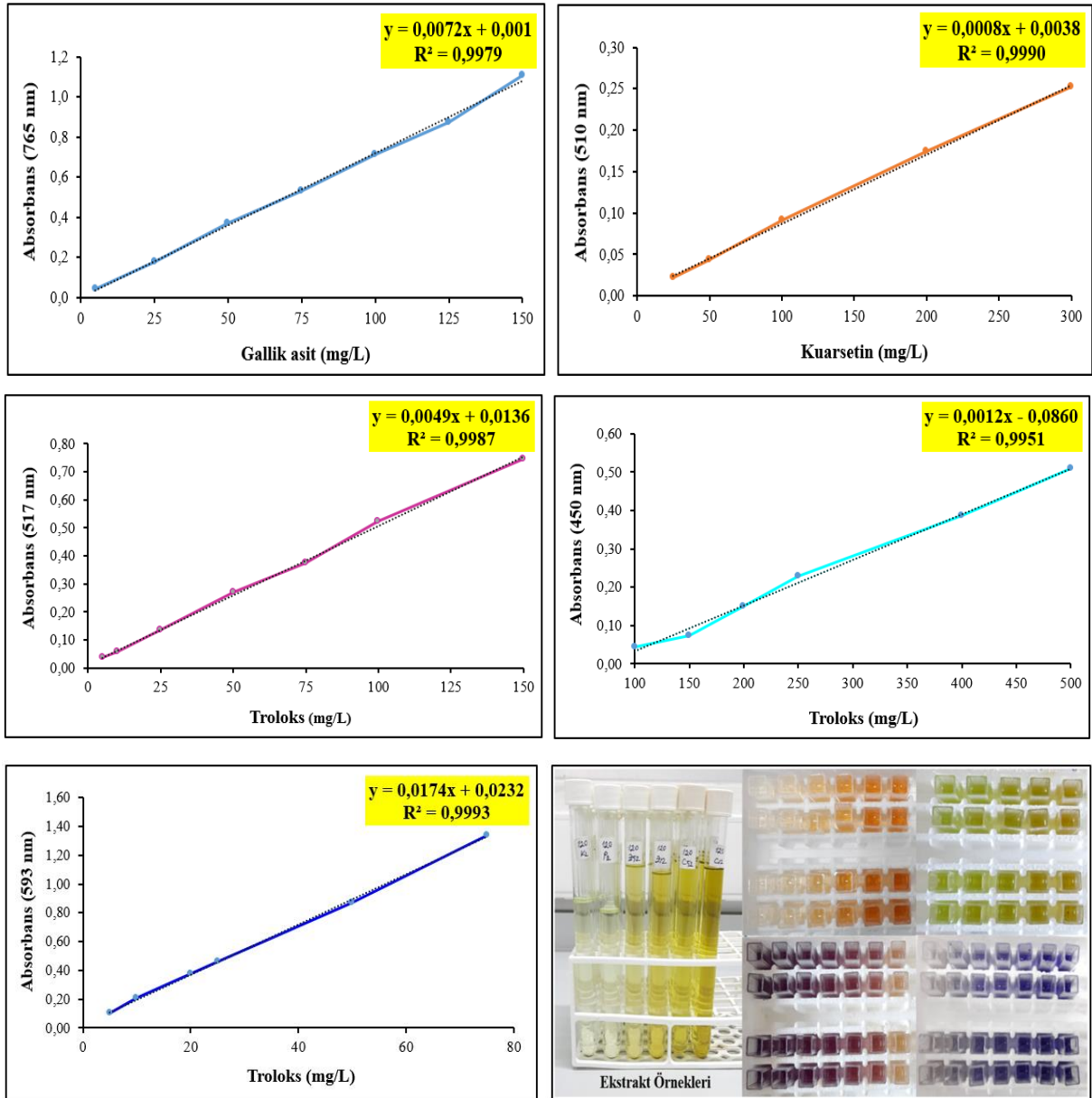
Örneklerin DPPH $\cdot$ (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikal süpürme aktivitesi Kumaran and Karunakaran (2006) ve Altin *et al.* (2018) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 100 µL örnek ekstraktı 2 mL metanolde (Sigma-Aldrich) hazırlanmış 0,1 mM DPPH (Sigma-Aldrich) çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra karanlık şartlarda 30 dakika inkübasyon yapılmıştır. Takiben örneklerin absorbansı 517 nm'de metanola karşı ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisinin (Şekil 5) hazırlanmasında farklı konsantrasyonlarda (5-150 mg/L) hazırlanmış Troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit, Sigma-Aldrich) standardı kullanılmıştır. Sonuçlar mg TE/100g örnek olarak verilmiştir.

CUPRAC yöntemiyle antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Örneklerin Cu^{2+} iyonu indirgeyici antioksidan kapasitesi (CUPRAC) Apak *et al.* (2006) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 100 µL örnek ekstraktı üzerine sırasıyla; 1 mL 10 mM bakır (II) klorid ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Sigma-Aldrich) çözeltisi, 1 mL 7,5 mM neocuproine (Sigma-Aldrich) çözeltisi, 1 mL 1 M amonyum asetat ($\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$, Merck) tampon çözeltisi (pH: 7) ve 1 mL saf su ilave edilerek vortekslenmiştir. 30 dakikalık inkübasyondan sonra örneklerin absorbansı 450 nm'de ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisinin (Şekil 5) hazırlanmasında farklı konsantrasyonlarda (100-500 mg/L) hazırlanmış Troloks standardı kullanılmıştır. Sonuçlar mg TE/100g örnek olarak verilmiştir.

FRAP yöntemiyle antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Örneklerin Fe^{3+} iyonu indirgeyici antioksidan kapasitesi (FRAP) Benzie and Strain (1996) tarafından bildirilen yöntemle göre FRAP reaktifi [10:1:1 (v/v/v) oranlarda sırasıyla; 300 mM sodyum asetat ($C_2H_3NaO_2 \cdot 3H_2O$, Merck) tamponu (pH: 3,6), 10 mM TPTZ (2, 4, 6-tripirydyl-s-triazine, Sigma-Aldrich) ve 20 mM demir klorür heksahidrat ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$, Sigma-Aldrich) karışımından oluşmakta] kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla 200 μ L örnek ekstraktı üzerine 1800 μ L taze hazırlanmış FRAP reaktifi ilave edilerek vortekslenmiştir. Oda sıcaklığında 4 dakika inkübasyondan sonra örneklerin absorbansı 593 nm'de ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisinin (Şekil 5) hazırlanmasında farklı konsantrasyonlarda (5-75 mg/L) hazırlanmış Troloks standardı kullanılmıştır. Sonuçlar mg TE/100g örnek olarak verilmiştir.



Şekil 5. TPC, TFC, DPPH, CUPRAC ve FRAP antioksidan aktivite analizleri için kullanılan kalibrasyon grafikleri

Klorofil pigment analizi

Peynir örneklerinin klorofil *a* ve klorofil *b* içerikleri küçük bir modifikasyonla Barros *et al.* (2011) tarafından bildirilen spektrofotometrik yöntemle analiz edilmiştir. Bunun için $2 \pm 0,005$ g peynir örneği (ZYT ve CYT hammaddelerinde örnek miktarı 0,1 g alınmıştır) tartılıp üzerine 8 mL aseton (C_3H_6O , Merck)-hekzan (C_6H_{14} , Merck) karışımı (40:60, v/v) ilave edilerek 2 dakika vorteks (WiseMix VM-10, Kore) yapılmıştır. Örnekler, karanlık şartlarda ve oda sıcaklığında 1 saat süreyle 400 rpm'ye ayarlı bir orbital karıştırıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra örnekler 5000 rpm'de 5 dakika süreyle santrifüj edildikten sonra Whatman No:1 filtre kağıdından süzölmüştür. Elde edilen ekstraktların 645 nm ve 663 nm'deki absorban değerleri bir spektrofotometrede (T60 Visible Spectrophotometer, PG instrument, UK) ölçülerek; klorofil *a* (mg/100 mL) miktarı = $[(0,999 \times A_{663}) - (0,0989 \times A_{645})]$ ve klorofil *b* (mg/100 mL) miktarı = $[(-0,328 \times A_{663}) + (1,77 \times A_{645})]$ formülleri kullanılarak hesaplanmıştır. Örneklerde klorofil *a*, klorofil *b* ve toplam klorofil miktarları $\mu\text{g/g}$ olarak verilmiştir.

Beyaz Peynir Örneklerinde Azotlu Madde Fraksiyonlarının Belirlenmesi ve Proteoliz

Suda çözünen azot (WSN) miktarının belirlenmesi

Peynir örneklerinde WSN miktarı Kuchroo and Fox (1982) ve Hayaloğlu vd (2021) tarafından verilen metoda göre belirlenmiştir. Bu amaçla, 20 g peynir örneği üzerine 40 mL saf su (40°C) ilave edildikten sonra Ultra Turrax ile 2 dakika homojenizasyon yapılmıştır. Daha sonra, karışım su banyosunda (40°C) 1 saat bekletilmiş ve ardından 4°C 'de $3000 \times \text{g}$ 'de 30 dakika santrifüj işlemi uygulanmıştır. Santrifüj işleminin ardından donmuş yağ tabakası atılarak, sıvı kısım filtre (Whatman No: 113) edilmiştir. Hazırlanan süzöntünün son hacmi saf su ile 100 mL'ye tamamlandıktan sonra, 10 mL örnek ekstraktında (1:5, w/v oranda seyreltik) standart mikro-Kjeldahl yöntemiyle (IDF 1993) WSN miktarı (%) belirlenmiştir. WSN fraksiyonunun toplam azota (TN) oranlanması sonucunda olgunlaşma indeksi hesaplanmıştır. Kalan filtrat TCA-SN ve PTA-SN analizlerinde kullanılmıştır.

%12'lik triklorasetik asitte çözünen azot (TCA-SN) miktarının belirlenmesi

WSN tayini için hazırlanan filtrat 1:1 (v/v) oranda %24'lük (w/v) triklorasetik asitle (TCA, Sigma-Aldrich) karıştırılarak 2 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Elde edilen karışım filtre (Whatman No: 113) edildikten sonra süzöntünün son hacmi saf su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır (Hayaloğlu vd 2021). Daha sonra 10 mL örnek ekstraktında standart mikro-Kjeldahl yöntemiyle (IDF 1993) TCA-SN miktarı (%) belirlenmiştir. TCA-SN fraksiyonunun TN'ye oranlanması sonucunda olgunlaşma indeksi hesaplanmıştır.

%5'lik fosfotungustik asitte çözünen azot (PTA-SN) miktarının belirlenmesi

WSN tayini için hazırlanan filtrattan 5 mL alınarak üzerine 3,5 mL 3,95 M H₂SO₄ ve 1,5 mL %33,3'lük fosfotungustik asit (PTA, Merck) çözeltisinden ilave edilmiştir. Karışım 4°C'de bir gece (12 saat) bekletildikten sonra Whatman No: 113 numaralı filtre kâğıdından süzölmüştür (Hayaloğlu vd 2021). Daha sonra elde edilen ekstraktın PTA-SN miktarı (%) standart mikro-Kjeldahl yöntemiyle (IDF 1993) belirlenmiştir. PTA-SN fraksiyonun TN'ye oranlanması sonucunda olgunlaşma indeksi hesaplanmıştır.

pH 4,6'da çözünen azot (pH 4,6-SN) miktarının belirlenmesi

20 g peynir örneği üzerine 40 mL saf su (40°C) ilave edildikten sonra Ultra Turrax'da 2 dakika parçalanmıştır. Elde edilen karışımın pH'sı 4,6'ya ayarlandıktan (1 M HCl kullanarak) sonra, örnekler su banyosunda (40°C) 1 saat bekletilmiş ve ardından 4°C'de 3000 × g'de 30 dakika santrifüj işlemi uygulanmıştır. Daha sonra donmuş yağ tabakası atılarak, sıvı kısım filtre (Whatman No: 113) edilmiştir. Hazırlanan süzöntünün son hacmi saf su ile 100 mL'ye tamamlandıktan sonra (Kuchroo and Fox 1982; Hayaloğlu vd 2021), 10 mL örnek ekstraktında (1:5, w/v oranda seyreltik) standart mikro-Kjeldahl yöntemiyle (IDF 1993) pH 4,6-SN miktarı (%) belirlenmiştir. pH 4,6-SN fraksiyonun TN'ye oranlanması sonucunda olgunlaşma indeksi hesaplanmıştır.

Beyaz Peynir Örneklerinde Lipoliz Düzeyinin Belirlenmesi

Peynir örneklerinde lipoliz analizi BDI (Bureau of Dairy Industries) yöntemine göre yapılmıştır (IDF 1991). Bunun için lipoliz şişesine 10 g peynir örneği tartılarak üzerine 10 mL BDI çözeltisi [30 g Triton X-100 (Tekim) ve 70 g sodyum tetra fosfat (Na₄P₂O₇.10H₂O, Carlo Erba Reagent)'ın 1 L'ye saf sudaki solüsyonu] ilave edilmiştir. Daha sonra, örnekler 15-20 dakika sıcak su banyosunda (57±3°C) bekletildikten sonra, 1 dakika santrifüj (Funke Gerber, Almanya) edilmiştir. Takiben, lipoliz şişene 1:1 (v/v) oranında metil alkol-saf su karışımı ilave edilerek 1 dakika daha santrifüj yapılmıştır. Takiben, şişenin üstünde toplanan yağdan bir miktar (m) tartılarak üzerine 5 mL yağ solventi [petrol eteri (Fisher Chemical) + n-propanol (Merck), 4:1, v/v] ve 2-3 damla %1'lik fenolftalein ilave edilmiştir. Daha sonra karışım berrak pembemsi renk oluşuncaya kadar alkolle hazırlanmış 0,02 N potasyum hidroksit (KOH, Merck) ile titre edilmiştir. Tanık deney (V₀, mL) ve örnek analizinde (V, mL) harcanan alkali miktarından Asit Derecesi Değeri (ADV: meq KOH/100 g yağ) = $[(V-V_0) \times 0,02 \times 100] / m$ formülü ile hesaplanmıştır.

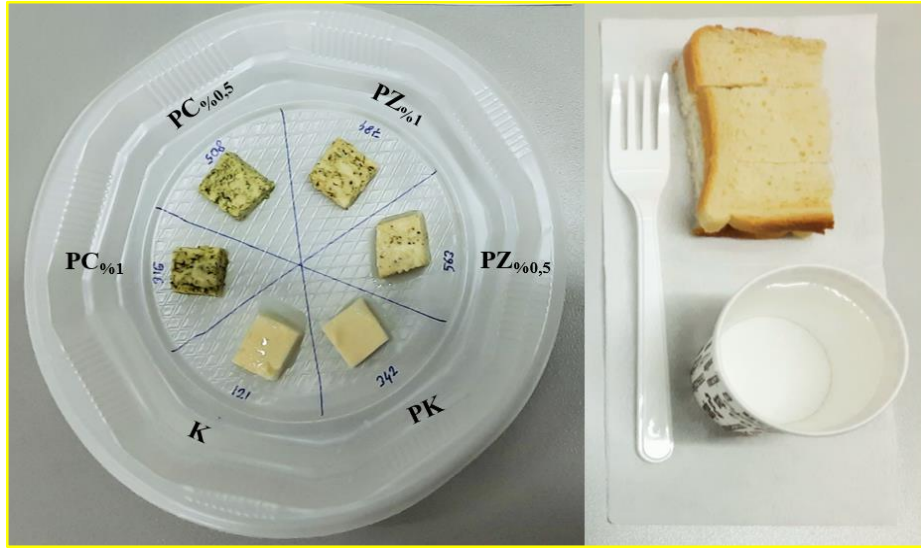
Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Duyusal Analizler

Peynir örneklerinin duyusal değerlendirilmesi, Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları ve lisansüstü öğrencilerinden oluşturulan (tercihen sigara kullanmayan) yarı eğitilmiş 20 kişilik panel grubu tarafından yapılmıştır. Değerlendirme için (Altuğ 1993), peynire özgü kalite parametreleri dikkate alınarak 1-9 puan aralığının derecelendirilmiş Hedonik skala kullanılmıştır (Tablo 8). Analiz öncesi tüm panelistler panel hakkında bilgilendirilmiştir. Peynir örnekleri küpler ($\sim 2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$) halinde kesilerek, 3 basamaklı sayılarla (121, 342, 563, 784, 508, 916) kodlanan plastik tabaklarda 6-8°C sıcaklıkta sunulmuştur (Şekil 6). Örnekler arasındaki geçişlerde panelistlere damaklarını temizlemek için ekmek ve ılık içme suyu ikram edilmiştir. Olgunlaşma süresince mümkün olduğunca aynı panel grubu ile analizler tamamlanmıştır.

Tablo 8. Beyaz Peynirlerin Duyusal Değerlendirilmesinde Kullanılan Hedonik Skala Örneği

<i>Panelist ismi:</i>		<i>Tarih:</i>				
Parametreler	Değerler				Örnekler	
					121	342 563 784 508 916
Renk	Çok iyi (9-8)	İyi (7-6)	Orta (5-4-3)	Bozuk (2-1)		
Tekstür ve görünüş	Çok iyi (9-8)	İyi (7-6)	Orta (5-4-3)	Bozuk (2-1)		
Koku	Çok iyi (9-8)	İyi (7-6)	Orta (5-4-3)	Bozuk (2-1)		
Lezzet	Çok iyi (9-8)	İyi (7-6)	Orta (5-4-3)	İyi değil (2-1)		
İstenmeyen yabancı tat	Yok (9-8)	Çok Az (7-6)	Az (5-4-3)	Çok fazla (2-1)		
Tuzluluk	İdeal (9-8)	Biraz Tuzlu (7-6)	Tuzlu (5-4-3)	Çok tuzlu (2-1)		
Genel kabul edilebilirlik	Çok iyi (9-8)	İyi (7-6)	Orta (5-4-3)	Kabul edilemez (2-1)		

NOT: Belirtmek istediğiniz hususlar



Şekil 6. Duyusal analiz için hazırlanan Beyaz peynir örnekleri

İstatistiksel Analizler

Araştırma; 6 peynir çeşidi [klasik ve probiyotik olmak üzere 2 kontrol örnek, iki farklı oranda (%0,5 ve %1) iki bitki (zeytin yaprağı ve ceviz yaprağı) içeren 4 örnek] $\times$ 5 olgunlaşma süresi (1., 30., 60., 90. ve 120. günler) $\times$ 2 tekrerrür şeklinde faktöriyel düzende Tam Şansa Bağlı Deneme planına göre kurulup yürütülmüştür. Toplam 60 adet örneğin paralelli olarak yapılan analizleri sonucunda elde edilen tüm veriler, Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Versiyon 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) Lisans yazılımı kullanılarak istatistiksel açıdan analiz edilmiştir. Varyans (ANOVA) analizi sonucunda önemli çıkan faktörler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %95 ($P < 0,05$) güven düzeyinde değerlendirilmiştir. İkili grup karşılaştırmalarında t-testi kullanılmıştır. Ayrıca, analiz parametreleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için verilere Bivariate Pearson's Korelasyon Testi uygulanmıştır. Korelasyon katsayıları (+: pozitif, -: negatif); Schober *et al.* (2018) tarafından yapılan "çok zayıf" ($r = 0,00-0,10$), "zayıf" ($r = 0,10-0,39$), "orta" ($r = 0,40-0,69$), "güçlü" ($r = 0,70-0,89$) ve "çok güçlü" ($r = 0,90-1,00$) sınıflandırma dikkate alınarak parametreler arasındaki ilişkinin derecesi belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Süt ve Peyniraltı Suyunda Yapılan Analiz Sonuçları

Beyaz peynir üretiminde kullanılan inek sütünün bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri Tablo 9’da verilmiş olup sütün pH, asitlik, bileşim (kurumadde, yağ, protein, kül) ve özgül ağırlık değerleri istenen/beklenen sınırlar içindedir. Peynir üretimi için uygulanan pastörizasyon işlemi ile sütün mikrobiyolojik kalitesi artırılmış ve gıda güvenliği sağlanmıştır.

Tablo 9. Beyaz Peynir Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Sütün Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Fizikokimyasal	Çiğ süt	Pastörize süt
pH	6,69±0,10	6,55±0,02
Asitlik (%LA)	0,16±0,01	0,17±0,01
Kurumadde (%)	12,65±0,07	12,84±0,46
Kül (%)	0,73±0,04	0,74±0,03
Yağ (%)	4,30±0,12	4,30±0,29
Protein (%)	3,20±0,20	3,21±0,11
Özgül ağırlık	1,026±0,00	1,027±0,00
<i>L*</i>	86,28±0,14	86,61±0,14
<i>a*</i>	-3,19±0,03	-3,23±0,04
<i>b*</i>	6,94±0,14	7,37±0,26
<i>H°</i>	114,69±0,98	113,60±1,04
<i>C*</i>	7,64±0,15	8,04±0,23
Mikrobiyolojik (log kob/mL)	Çiğ süt	Pastörize süt
TAMB	6,16±0,17	4,21±0,12
Maya-Küf	4,18±0,35	<2 log kob/g
Koliform	3,57±0,27	<1 log kob/g
<i>E. coli</i>	2,41±0,08	<1 log kob/g

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır. **TAMB:** Toplam aerobik mezofilik bakteri, **LA:** Laktik asit.

Beyaz peynir üretimleri sırasında ayrılan peyniraltı suyu örneklerinin bazı fizikokimyasal özellikleri Tablo 10’da verilmiştir. Kontrol grup örnek (K) ile probiyotik grup örnekler (PK, PZ_{%0,5}, PZ_{%1}, PC_{%0,5} ve PC_{%1}) arasında pH, asitlik, yağ ve kül bakımından $P<0,01$ düzeyinde; kurumadde ve protein miktarları bakımından $P<0,05$ düzeyinde farklılık tespit edilmiştir. Peyniraltı suyu örneklerinde pH değeri 5,12-5,67, asitlik (LA cinsinden) %0,18-0,24 ile kurumadde, yağ, protein ve kül miktarları sırasıyla %7,62-8,06; %1,05-1,60; %0,93-1,04 ve %0,57-0,62 aralıklarında tespit edilmiştir. Karaca and Güven (2018) de peyniraltı suyu örneklerinde pH değeri ile kurumadde, protein ve yağ miktarlarının sırasıyla; 5,62-5,69, %6,55-6,64, %0,25-0,30 ve %0,90-0,91 aralığında benzer bir değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Probiyotik bakteri (*L. acidophilus* LA-5) ilavesinin; peyniraltı sularında pH değeri ile kurumadde, yağ ve protein miktarlarında düşüşe; titrasyon asitliği ve kül miktarında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, probiyotik ilavesinin peynir üretiminde peyniraltı suyuyla olan protein ve yağ kaybını azalttığı belirlenmiştir. Bu durum, Hayaloğlu (2003)'nın da belirttiği gibi peynir pıhtısındaki asitliğin artışına bağlı olarak sinerezisin artmasından kaynaklanmış olabilir.

Tablo 10. Beyaz Peynir Üretimleri Sırasında Elde Edilen Peyniraltı Sularının Fizikokimyasal Özellikleri

Fizikokimyasal özellikler	Peyniraltı suyu örnekleri					
	K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC%0,5	PC%1
pH**	5,61±0,23 ^a	5,17±0,03 ^b	5,15±0,15 ^b	5,14±0,11 ^b	5,12±0,12 ^b	5,14±0,12 ^b
Asitlik (%LA)**	0,18±0,02 ^a	0,24±0,00 ^b	0,24±0,00 ^b	0,24±0,00 ^b	0,24±0,01 ^b	0,24±0,00 ^b
Kurumadde (%)*	8,06±0,14 ^a	7,76±0,19 ^b	7,61±0,14 ^b	7,71±0,20 ^b	7,62±0,16 ^b	7,69±0,25 ^b
Yağ (%)**	1,60±0,12 ^a	1,18±0,10 ^b	1,15±0,06 ^b	1,20±0,12 ^b	1,05±0,06 ^b	1,10±0,12 ^b
Protein (%)*	1,02±0,02 ^{ab}	0,93±0,02 ^{bc}	0,95±0,08 ^{abc}	1,04±0,04 ^a	0,97±0,12 ^{abc}	0,89±0,01 ^c
Kül (%)**	0,57±0,01 ^a	0,61±0,01 ^b	0,62±0,01 ^b	0,61±0,01 ^b	0,61±0,01 ^b	0,61±0,01 ^b

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır. ^{a-c}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (**: $P<0,01$, *: $P<0,05$).

Zeytin Yaprağı ve Ceviz Yaprağı Tozlarında (ZYT ve CYT) Yapılan Analiz Sonuçları

Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikler

Fonksiyonel Beyaz peynir üretmek amacıyla kullanılan ZYT ve CYT'nin bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. ZYT ve CYT Örneklerinin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Fizikokimyasal özellikler	ZYT	CYT	Mikrobiyolojik (log kob/g)	ZYT	CYT
pH	5,14±0,01 ^{b**}	5,51±0,01 ^{a**}	TAMB	<2	<2
Kurumadde (%)	95,73±0,03 ^{a**}	94,02±0,05 ^{b**}	Maya-Küf	<2	<2
Kül (%)	8,29±0,14 ^{b**}	10,46±0,04 ^{a**}	Koliform	<1	<1
Protein (%)	9,32±0,26 ^{b**}	10,23±0,35 ^{a**}	<i>E. coli</i>	<1	<1
<i>L</i> *	64,80±0,44 ^{a**}	46,19±0,45 ^{b**}			
<i>a</i> *	-3,22±0,10 ^{a**}	-9,37±0,12 ^{b**}			
<i>b</i> *	23,89±0,15 ^{a**}	21,87±0,28 ^{b**}			
<i>H</i> ^o	97,60±0,22 ^{b**}	113,10±0,08 ^{a**}			
<i>C</i> *	24,10±0,17	23,78±0,30			

ZYT: Zeytin yaprağı tozu, **CYT:** Ceviz yaprağı tozu, **TAMB:** Toplam aerobik mezofilik bakteri
^{a-b}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (**: $P<0,01$).

Tablo 11'den de görüldüğü gibi ZYT ve CYT örneklerinin fizikokimyasal özellikleri önemli derecede farklılıklar göstermiştir ($P<0,01$). ZYT ve CYT örneklerinin kurumadde miktarlarının çok yüksek olduğu ($> \%94$), kül (%8,29-10,46) ve protein (%9,32-10,23) içeriklerinin zengin olduğu görülmektedir. Renk özellikleri bakımından ise CYT'nin ZYT'ye

göre daha koyu tonlarda (L^* : 46,19) olduğu ve yeşil renk değerinin (b^* : -9,37) daha yüksek olduğu görülmüştür (Tablo 11 ve Şekil 1). Benzer şekilde, Mkaouar *et al.* (2022), ZYT’de kurumadde, protein, kül, L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla; %97,3, %8,62, %8,46, 57,85, -8,01 ve 27,94 olarak tespit etmişlerdir. Mahran *et al.* (2023) ise CYT’de kurumadde, protein ve kül miktarlarını sırasıyla %93,82, %16,93 ve %11,25 olarak belirlemişlerdir.

Biyoaktif özellikler ve mineral madde kompozisyonu

ZYT ve CYT’nin biyoaktif özellikleri ve mineral madde kompozisyonu Tablo 12’de verilmiştir. Buna göre, ZYT ve CYT örnekleri biyoaktif özellikler ve incelenen mineral madde içerikleri (Na, Zn ve Se hariç) bakımından önemli derecede birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P<0,01$).

Tablo 12. ZYT ve CYT Örneklerinin Biyoaktif Özellikleri ve Mineral Madde Kompozisyonu

Biyoaktif özellikler		ZYT	CYT
TPC (mg GAE/g)		36,01±1,53 ^{b**}	48,30±1,33 ^{a**}
TFC (mg QE/g)		126,53±4,46 ^{b*}	136,38±5,15 ^{a*}
DPPH (mg TE/g)		31,61±0,72 ^{b**}	47,16±2,24 ^{a**}
CUPRAC (mg TE/g)		130,01±5,05 ^{b**}	165,94±4,40 ^{a**}
FRAP (mg TE/g)		43,08±2,09 ^{b**}	48,61±2,06 ^{a**}
Klorofil <i>a</i> (µg/g)		429,62±16,04 ^{b**}	1611,78±86,15 ^{a**}
Klorofil <i>b</i> (µg/g)		267,09±41,94 ^{b**}	569,62±32,83 ^{a**}
Toplam klorofil (µg/g)		696,71±56,71 ^{b**}	2181,40±118,39 ^{a**}
Mineral madde		ZYT	CYT
Makro (mg/kg)	Kalsiyum (Ca)	25087±431 ^{b**}	26697± 3 ^{a**}
	Potasyum (K)	5682±46 ^{b**}	17406±50 ^{a**}
	Magnezyum (Mg)	2376±120 ^{b**}	3626±16 ^{a**}
	Fosfor (P)	861±72 ^{b**}	1872±8 ^{a**}
	Sodyum (Na)	442±26	483±48
Mikro (µg/kg)	Demir (Fe)	340015±11736 ^{a**}	134928±36750 ^{b**}
	Mangan (Mn)	57938±5032 ^{b**}	126862±3658 ^{a**}
	Çinko (Zn)	15916±1264	17621±2502
	Bakır (Cu)	7108±814 ^{a**}	5439±233 ^{b**}
	Selenyum (Se)	TE	TE

ZYT: Zeytin yaprağı tozu, **CYT:** Ceviz yaprağı tozu, **TE:** Tespit edilmedi. ^{a-b}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (**: $P<0,01$, *: $P<0,05$).

Sırasıyla ZYT ve CYT örneklerinde TPC miktarı 36,01-48,30 mg GAE/g, TFC miktarı 126,53-136,38 mg QE/g, DPPH antioksidan aktivite 31,61-47,16 mg TE/g, CUPRAC antioksidan aktivite 130,01-165,94 mg TE/g ve FRAP antioksidan aktivite 43,08-48,61 mg TE/g olarak tespit edilmiştir (Tablo 12). Martín-García *et al.* (2022) da İspanyadan topladıkları 7 çeşit zeytin yaprağı örneğinde benzer olarak TPC miktarını 28,10-49,00 mg GAE/g, DPPH antioksidan aktiviteyi 33,03-46,80 mg TE/g, ABTS antioksidan aktiviteyi 26,92-33,24 mg TE/g

ve FRAP antioksidan aktiviteyi 37,17-51,03 mg TE/g aralığında belirlemişlerdir. Başka bir araştırmada ise Çin'den toplanan 32 farklı çeşit zeytin yaprağı örneğinde TPC ve TFC miktarları ile DPPH ve FRAP antioksidan aktivite değerleri sırasıyla; 15,13-17,49 mg GAE/g, 71,89-176,30 mg RE/g, 171,10-180,12 mg TE/g ve 385,13-1228,29 mg TE/g aralığında tespit edilmiştir (Zhang *et al.* 2022).

Ceviz yaprağı üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde ise; Milek *et al.* (2022)'nin Polonya'dan topladıkları 5 çeşit ceviz yaprağı örneğinde TPC miktarının 25,60-64,78 mg GAE/g, DPPH antioksidan aktivitenin 72,07-262,84 mmol TE/g ve FRAP antioksidan aktivitenin 53,29-128,29 mmol TE/g aralığında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Uysal *et al.* (2016), ceviz yaprağında TPC miktarını 67,82-96,03 mg GAE/g, TFC miktarını 27,17-46,99 mg RE/g ve FRAP antioksidan aktiviteyi 111,48-136,26 μ M TE/g olarak belirlemişlerdir. Başka bir araştırmada ise ceviz yaprağında TPC miktarı 28,63-75,00 mg GAE/g ve TFC miktarı 11,44-54,99 mg QE/g olarak tespit edilmiştir (Yapıcı ve Kıvanç 2023).

Klorofil; yeşil renkli bitkilerde yaygın olarak bulunan lipofilik bir biyoaktif bileşik/pigment olup, fotosentezde önemli role sahiptir (Ahmadi *et al.* 2022). Tablo 12'den de görüleceği gibi; ZYT'nin klorofil *a* miktarı 429,62 μ g/g, klorofil *b* miktarı 267,09 μ g/g ve toplam klorofil miktarı 696,71 μ g/g olarak belirlenmiştir ($P<0,01$). CYT örneğinde ise klorofil *a*, klorofil *b* ve toplam klorofil miktarları sırasıyla; 1611,78 μ g/g, 569,62 μ g/g ve 2181,40 μ g/g olarak tespit edilmiştir ($P<0,01$). Benzer olarak, Bahlour *et al.* (2014) Tunus'dan topladıkları 4 çeşit zeytin yaprağında klorofil *a* miktarını 281,69-854,59 μ g/g ve klorofil *b* miktarını 851,83-1114,23 μ g/g aralığında tespit etmişlerdir. Başka bir araştırmada ise zeytin yaprağında klorofil *a* ve klorofil *b* miktarları sırasıyla; 191,52 μ g/g, 314,21 μ g/g olarak belirlenmiştir (Mkaouar *et al.* 2022). Ceviz yaprağı üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde ise; Akça ve Samsunlu (2012) 3 çeşit ceviz yaprağında klorofil *a* miktarını 5340-6650 μ g/g, klorofil *b* miktarını 2830-3200 μ g/g ve toplam klorofil miktarını 8220-9630 μ g/g aralığına belirlemişlerdir. Cheng *et al.* (2020) tarafından ceviz yaprağında klorofil *a* miktarı 1000 μ g/g, klorofil *b* miktarı 470 μ g/g ve toplam klorofil miktarı 1470 μ g/g olarak belirlenmiştir. Diğer bir araştırmada ise ceviz yaprağında klorofil *a*, klorofil *b* ve toplam klorofil miktarı 80 μ g/g taze ağırlık, 40 μ g/g taze ağırlık ve 120 μ g/g taze ağırlık olarak tespit edilmiştir (Mahmoudian *et al.* 2021). Bitkiler üzerindeki çevresel stresin (kuraklık, tuz, sulama rejmi, güneş radyasyonu vb.) yapraklardaki klorofil içeriğini etkilediği belirtilmektedir (Akça ve Samsunlu 2012; Mahmoudian *et al.* 2021). Dolayısıyla incelenen örneklerde belirlenen ve literatürde bildirilen klorofil miktarlarındaki farklılıklar olası bir durumdur.

İnsan beslenmesinde önemli yeri olan bitkiler ve bitkisel kaynaklı gıdalar, canlı fizyolojisi için gerekli minerallerin önemli birer kaynağını oluşturmaktadır (Gupta and Gupta 2014; Quintaes and Diez-Garcia 2015). Bitkilerin mineral madde içeriğine çeşit, toprak özellikleri, yetiştirme şartları, iklim, gübre kullanımı ve bitkilerin olgunluk durumları gibi pek çok faktör etki etmektedir (Ekholm *et al.* 2007).

Tablo 12’de görüleceği gibi CYT’nin makro mineral maddeler K (17406 mg/kg), P (1872 mg/kg), Mg (3626 mg/kg) ve Mn (126862 mg/kg) bakımından; ZYT’nin ise mikro mineral maddeler Fe (340015 µg/kg) ve Cu (7108 µg/kg) bakımından iyi birer kaynak oldukları belirlenmiştir. Bahloul *et al.* (2014), 4 farklı çeşit zeytin yaprağında Ca miktarını 9250-10390 mg/kg, K miktarını 4470-9140 mg/kg, Mg miktarını 1500-3000 mg/kg ve Na miktarını 340-1510 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Cavalheiro *et al.* (2015) tarafından 5 farklı çeşit Brezilya zeytin yaprağında Ca miktarı 8125-11212 mg/kg, K miktarı 14643-18106 mg/kg, P miktarı 1644-3029 mg/kg, Mg miktarı 1173-1930 mg/kg, Na miktarı 14,5-27,8 mg/kg, Fe miktarı 231-326 mg/kg, Cu miktarı 28,2-45,1 mg/kg, Mn miktarı 17,6-36,1 mg/kg ve Zn miktarı 18,9-24,3 mg/kg aralığında belirlenmiştir. Mkaouar *et al.* (2022), zeytin yaprağında K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn ve Zn miktarlarını sırasıyla; 14110 mg/kg, 10580 mg/kg, 1660 mg/kg, 1410 mg/kg, 730 mg/kg, 40 mg/kg, 30 mg/kg ve 30 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Başka bir araştırmada ise zeytin yaprağında minerallerden Ca (6730-15290 mg/kg), K (7380-13120 mg/kg), Mg (420-1580 mg/kg), Na (35-320 mg/kg), P (1710-3110 mg/kg), Fe (22-31 mg/kg), Cu (5-11 mg/kg), Mn (39-70 mg/kg), Zn (15-62 mg/kg) ve Se (< 375 mg/kg)’nin yanı sıra bazı iz elementlerin de (Al, As, B, Cd, Co, Ni, Cr vb.) miktar tayini yapılmıştır (de Oliveira *et al.* 2023).

Ceviz yaprağı üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde ise; Milek *et al.* (2022)’nin Polonya’da topladıkları 5 farklı çeşit örnekte; Ca miktarı 12315-18465 mg/kg, K miktarı 11147-26401 mg/kg, P miktarı 1659-3674 mg/kg, Mg miktarı 4333-5294 mg/kg, Na miktarı 0,0-20 mg/kg aralığında belirlenirken; Fe, Cu, Mn, Zn ve Se miktarları sırasıyla; 73,58-138,28 mg/kg, 6,71-19,15 mg/kg, 46,02-227,15 mg/kg, 17,47-36,86 mg/kg ve 0,00-1,09 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. İki bitki arasında genel bir değerlendirme yapılacak olursa, CYT’nin biyoaktif bileşikler (TPC, TFC, klorofil vb.) ve makro mineraller (K, P, Mg, Mn ve Ca) bakımından ZYT’ye göre daha zengin olduğu ve antioksidan özelliklerinin daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Teknolojik özellikler

Yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu, yapışkanlık, akabilirlik, partikül yoğunluğu vb. teknolojik özellikler, toz ürünlerin fonksiyonel, ekonomik ve ticari olarak değerlendirilmelerinde

önemli kalite kriterileridir (Çalışkan and Dirim 2018). Peynir örneklerinin üretiminde kullanılan ZYT ve CYT'nin bazı teknolojik özellikleri Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13. ZYT ve CYT Örneklerinin Teknolojik Özellikleri

Teknolojik özellikler	ZYT	CYT
Yığın yoğunluğu (g/cm ³)	0,39±0,01 ^a	0,30±0,00 ^b
Sıkıştırılmış yığın yoğunluğu (g/cm ³)	0,52±0,01 ^a	0,36±0,00 ^b
Akabilirlik (CI, %)	25,96±0,20 ^a	19,08±1,57 ^b
Yapışkanlık (HR)	1,35±0,00 ^a	1,21±0,02 ^b
Partikül yoğunluğu (g/cm ³)	1,02±0,01	1,18±0,18
Gözeneklilik (%)	48,75±0,29 ^b	73,30±0,23 ^a
Su bağlama kapasitesi (g/g)	2,52±0,06 ^b	3,44±0,20 ^a
Yağ bağlama kapasitesi (g/g)	1,96±0,10 ^a	1,62±0,10 ^b
Şişme kapasitesi (mL/g)	4,95±0,01 ^b	9,55±0,13 ^a

CI: Carr index (akabilirlik); < %15: Çok iyi, %15-20: İyi, %20-35: Orta, %35-45: Kötü, > 45: Çok kötü (Jinapong *et al.* 2008; Çalışkan and Dirim 2018).

HR: Hausner ratio (yapışkanlık); < 1,2: Düşük, 1,2-1,4: Orta, > 1,4: Yüksek (Jinapong *et al.* 2008; Çalışkan and Dirim 2018).

^{a-b}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

ZYT ve CYT örnekleri teknolojik özellikler (partikül yoğunluğu hariç) bakımından önemli derecede ($P<0,01$) farklılıklar göstermiştir (Tablo 13). Yığın yoğunluğu; partikül boyutuna ve nem oranına bağlı olup, toz ürünlerinin tekstürel özelliklerini etkilemekte ve depolama, taşıma ve ambalajlama gibi alanlarda ekonomik açıdan önem taşımaktadır (Adebowale and Maliki 2011). Sıkıştırılmış yığın yoğunluğu ise toz partikülleri arasında bulunan havanın toz zerrecikleri ile sıkıştırılması sonucu belirlenen ve ürünün depolama ve stabilitesi açısından önemli bir parametridir (Çalışkan and Dirim 2018). En düşük yığın yoğunluğu CYT örneğinde (0,30-0,36 g/cm³) belirlenirken, en yüksek değerler ZYT örneğinde (0,39-0,52 g/cm³) tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Çalışkan and Dirim (2018) sprey kurutulmuş ıspanak suyu tozunda yığın yoğunluğunu 0,42-0,46 g/cm³, sıkıştırılmış yığın yoğunluğunu 0,59-0,64 g/cm³ aralığında belirlemişlerdir. Toz ürünlerin akabilme ve yapışma davranışlarının üretici ve tüketici tarafından bilinmesi; depolama, paketlenme, ölçme, dozajlama, nakliye, karıştırma vb. gibi amaçlar için önem taşımaktadır. Bir tozun akışkanlığı, serbest akış özelliğinin bir ölçüsüdür (Çalışkan and Dirim 2018). Bitki tozlarının akışkanlık ve yapışkanlık özellikleri Carr indeksi ve Hausner oranı açısından belirlenmiş ve dip notta (Tablo 13) belirtilen sınıflandırmaya (Jinapong *et al.* 2008; Çalışkan and Dirim 2018) göre değerlendirilmiştir. ZYT örneğinin CI değeri %25,96 (orta) ve HR değeri 1,35 (orta) olarak belirlenmiştir. CYT'nin ise CI değeri %19,08 (iyi) ve HR değeri 1,21 (orta) olarak hesaplanmıştır ($P<0,01$). Çalışkan and Dirim (2018) de sprey kurutulmuş ıspanak suyu tozunda benzer olarak CI değerini %19,64-

32,58, HR değerini 1,29-1,49 aralığında belirlemişlerdir. ZYT ve CYT örneklerinin partikül yoğunlukları ($1,02-1,18 \text{ g/cm}^3$) arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Gözeneklilik değeri ise ZYT’de %48,75 olarak, CYT’de %73,30 olarak belirlenmiştir ($P<0,01$). Hidrasyonla ilgili bir özellik olan ve ağırlık artışı olarak ifade edilen su bağlama kapasitesi ve şişme kapasitesi (Escalada *et al.* 2007) toz gıdaları fizyolojik ve teknolojik açıdan etkileyen bir özelliktir (Chel-Guerrero *et al.* 2002). En yüksek su bağlama kapasitesi (3,44 g su/g örnek) ve şişme kapasitesi (9,55 mL/g) CYT örneğinde belirlenirken, en yüksek yağ bağlama kapasitesi ZYT örneğinde (1,96 g yağ/g örnek) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Mkaouar *et al.* (2022), zeytin yaprağında su bağlama kapasitesini 2,97 g/g, su bağlama kapasitesini 2,10 g/g olarak belirlemişlerdir.

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Deneme Beyaz peynir örneklerinin bazı fizikokimyasal özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 14’de, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 15 ve Tablo 16’da toplu olarak verilmiştir.

Tablo 14. Beyaz Peynir Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri				
		pH	Asitlik	Kurumadde	Yağ	KM'de yağ
Örnek (A)	5	12,399**	17,611**	274,054**	13,877**	4,009**
Olgunlaşma (B)	4	44,399**	162,667**	1229,346**	30,725**	5,093**
A × B	20	1,313	2,906**	75,000**	1,004	0,805
Hata	90					
Genel	120					

Varyasyon kaynağı	SD	Protein	Kül	Tuz	KM'de tuz	Kalori
Örnek (A)	5	7,010**	15,983**	6,630**	12,880**	54,749**
Olgunlaşma (B)	4	33,917**	5,027**	1,835	9,250**	-
A × B	20	4,235**	6,660**	1,816*	2,477**	-
Hata	90					
Genel	120					

SD: Serbestlik derecesi, *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Tablo 15. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Özellikler	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC%0,5	PC%1
pH	1	5,28±0,10 ^{a,A}	5,09±0,01 ^{c,A}	5,16±0,01 ^{bc,A}	5,19±0,00 ^{abc,A}	5,20±0,10 ^{ab,A}	5,14±0,02 ^{bc,A}
	30	5,20±0,03 ^{a,A}	5,01±0,03 ^{b,B}	4,97±0,08 ^{b,BC}	4,99±0,07 ^{b,B}	4,99±0,02 ^{b,B}	5,02±0,01 ^{b,B}
	60	5,06±0,05 ^{a,B}	4,97±0,03 ^{ab,C}	5,01±0,01 ^{a,B}	4,91±0,12 ^{b,B}	4,97±0,04 ^{ab,B}	5,01±0,05 ^{a,B}
	90	5,07±0,08 ^{a,B}	4,97±0,03 ^{b,C}	4,93±0,02 ^{b,C}	4,89±0,08 ^{b,B}	4,93±0,02 ^{b,B}	4,98±0,06 ^{b,B}
	120	5,02±0,16 ^{a,B}	4,99±0,01 ^{a,BC}	4,98±0,05 ^{a,BC}	4,91±0,07 ^{a,B}	4,97±0,10 ^{a,B}	4,98±0,08 ^{a,B}
Asitlik (%LA)	1	0,61±0,09 ^{c,D}	0,74±0,02 ^{a,C}	0,70±0,02 ^{ab,C}	0,65±0,01 ^{bc,D}	0,64±0,04 ^{bc,C}	0,66±0,03 ^{bc,C}
	30	0,71±0,05 ^{c,C}	0,83±0,03 ^{ab,B}	0,84±0,06 ^{ab,B}	0,85±0,03 ^{a,C}	0,79±0,02 ^{b,B}	0,88±0,02 ^{a,B}
	60	0,84±0,03 ^{a,B}	0,93±0,01 ^{b,A}	0,93±0,02 ^{b,A}	0,97±0,04 ^{ab,B}	0,97±0,05 ^{ab,A}	1,00±0,08 ^{a,A}
	90	0,86±0,03 ^{c,B}	0,91±0,01 ^{bc,A}	0,99±0,04 ^{ab,A}	1,04±0,02 ^{a,A}	1,05±0,11 ^{a,A}	1,04±0,11 ^{a,A}
	120	0,92±0,04 ^{c,A}	0,92±0,07 ^{c,A}	0,98±0,06 ^{bc,A}	1,08±0,01 ^{a,A}	1,06±0,10 ^{ab,A}	0,98±0,08 ^{bc,AB}
Kurumadde (%)	1	41,01±0,25 ^{a,A}	40,64±0,49 ^{a,A}	37,68±0,18 ^{c,A}	39,23±0,18 ^{b,A}	37,27±0,31 ^{d,A}	36,35±0,17 ^{e,A}
	30	37,00±0,20 ^{b,B}	37,53±0,32 ^{a,B}	35,89±0,11 ^{c,C}	35,31±0,69 ^{d,B}	36,93±0,08 ^{b,B}	35,35±0,36 ^{d,C}
	60	34,87±0,10 ^{c,C}	36,01±0,24 ^{a,D}	34,61±0,10 ^{d,D}	33,54±0,18 ^{e,D}	34,49±0,06 ^{d,C}	35,70±0,14 ^{b,B}
	90	35,09±0,01 ^{e,D}	37,44±0,07 ^{a,B}	36,73±0,03 ^{b,B}	34,83±0,11 ^{f,BC}	35,65±0,05 ^{c,D}	35,48±0,11 ^{d,BC}
	120	33,69±0,05 ^{d,E}	36,68±0,13 ^{a,C}	34,48±0,24 ^{b,D}	34,43±0,06 ^{b,C}	33,91±0,18 ^{c,E}	34,38±0,06 ^{b,D}
Yağ (%)	1	17,00±0,41 ^{a,A}	16,88±0,48 ^{a,A}	15,98±0,03 ^{b,A}	15,75±0,29 ^{bc,A}	15,75±0,65 ^{bc,A}	15,25±0,29 ^{c,A}
	30	15,38±0,48 ^{b,B}	16,25±0,65 ^{a,A}	14,88±0,25 ^{bc,B}	14,25±0,50 ^{c,AB}	15,25±0,65 ^{b,A}	14,75±0,29 ^{bc,A}
	60	14,75±0,29 ^{ab,C}	15,50±0,41 ^{a,B}	14,63±0,48 ^{ab,BC}	13,25±0,29 ^{c,B}	14,25±1,19 ^{bc,A}	14,13±1,31 ^{bc,AB}
	90	14,50±0,41 ^{ab,C}	15,25±0,29 ^{a,B}	14,50±0,91 ^{ab,BC}	13,63±1,60 ^{bc,B}	14,13±1,31 ^{abc,A}	13,00±0,91 ^{c,BC}
	120	13,00±0,41 ^{b,D}	15,38±0,25 ^{a,B}	13,88±0,75 ^{ab,C}	13,38±1,60 ^{b,B}	14,00±2,04 ^{ab,A}	12,63±0,75 ^{b,C}
KM'de yağ (%)	1	41,45±1,02 ^{ab,A}	41,53±1,41 ^{ab,AB}	42,40±0,28 ^{a,A}	40,15±0,87 ^{b,A}	42,26±1,76 ^{a,A}	41,96±0,82 ^{a,A}
	30	41,56±1,24 ^{ab,A}	43,30±1,66 ^{a,A}	41,45±0,78 ^{ab,AB}	40,36±1,09 ^{b,A}	41,29±1,83 ^{b,A}	41,73±1,06 ^{ab,A}
	60	42,30±0,72 ^{ab,A}	43,04±0,96 ^{a,A}	42,26±1,38 ^{ab,AB}	39,50±0,92 ^{b,A}	41,32±3,52 ^{ab,A}	39,56±3,67 ^{b,AB}
	90	41,32±1,16 ^{a,A}	40,73±0,84 ^{a,B}	39,48±2,52 ^{ab,B}	39,11±4,51 ^{ab,A}	39,62±3,66 ^{ab,A}	36,64±2,65 ^{b,B}
	120	38,58±1,18 ^{ab,B}	41,92±0,83 ^{a,AB}	40,25±2,39 ^{ab,AB}	38,85±4,62 ^{ab,A}	41,30±6,10 ^{ab,A}	36,73±2,21 ^{b,B}

Tablo 15. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları (devam)

Özellikler	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC%0,5	PC%1
Protein (%)	1	17,63±0,82 ^{a,A}	16,05±1,09 ^{bc,A}	13,87±0,54 ^{d,AB}	15,20±0,22 ^{ab,A}	14,84±0,63 ^{cd,A}	14,65±1,08 ^{d,A}
	30	13,78±0,70 ^{a,BC}	14,49±0,35 ^{a,B}	13,63±0,69 ^{a,AB}	14,54±0,96 ^{a,B}	14,08±0,56 ^{a,AB}	13,98±0,47 ^{a,ABC}
	60	13,45±0,41 ^{bc,CD}	14,17±0,19 ^{ab,B}	13,44±0,07 ^{c,B}	13,36±0,24 ^{bc,B}	13,64±0,72 ^{ab,B}	13,77±0,09 ^{a,AB}
	90	13,78±0,18 ^{abc,B}	14,57±0,45 ^{a,B}	13,42±0,13 ^{ab,A}	13,60±0,71 ^{bcd,B}	13,33±0,46 ^{cd,B}	13,17±0,29 ^{d,BC}
	120	13,13±0,05 ^{c,D}	14,05±0,25 ^{a,B}	13,56±0,15 ^{b,AB}	13,97±0,04 ^{a,B}	13,28±0,18 ^{c,B}	12,61±0,08 ^{d,C}
Kül (%)	1	5,79±0,15 ^{cd,B}	6,04±0,26 ^{bc,A}	6,16±0,07 ^{ab,AB}	6,38±0,21 ^{a,A}	5,67±0,30 ^{d,AB}	5,96±0,05 ^{bc,C}
	30	5,95±0,23 ^{ab,A}	5,71±0,18 ^{b,B}	6,21±0,57 ^{a,A}	5,86±0,38 ^{ab,BC}	5,83±0,04 ^{ab,A}	5,85±0,15 ^{ab,D}
	60	5,81±0,02 ^{c,B}	5,64±0,04 ^{c,B}	5,75±0,01 ^{d,BC}	5,93±0,04 ^{b,BC}	5,48±0,01 ^{f,B}	6,09±0,03 ^{a,B}
	90	5,76±0,01 ^{d,B}	5,61±0,02 ^{c,B}	5,56±0,02 ^{f,C}	6,13±0,01 ^{b,AB}	5,81±0,01 ^{c,A}	6,56±0,01 ^{a,A}
	120	6,01±0,05 ^{a,A}	5,71±0,20 ^{b,B}	5,94±0,02 ^{a,ABC}	5,73±0,01 ^{b,C}	5,78±0,02 ^{b,A}	6,06±0,02 ^{a,BC}
Tuz (%)	1	4,17±0,34 ^{c,C}	4,29±0,21 ^{c,C}	5,07±0,38 ^{ab,A}	5,39±0,28 ^{a,A}	4,81±0,41 ^{b,A}	5,04±0,54 ^{ab,A}
	30	4,51±0,10 ^{b,B}	4,42±0,23 ^{b,BC}	4,88±0,12 ^{a,A}	5,03±0,26 ^{a,AB}	4,91±0,26 ^{a,A}	5,00±0,43 ^{a,A}
	60	4,58±0,40 ^{a,AB}	4,58±0,15 ^{a,AB}	4,92±0,28 ^{a,A}	4,60±0,70 ^{a,B}	4,61±0,37 ^{a,A}	4,64±0,54 ^{a,A}
	90	4,82±0,05 ^{b,A}	4,81±0,06 ^{b,A}	4,85±0,10 ^{b,A}	4,98±0,34 ^{ab,AB}	4,69±0,27 ^{b,A}	5,27±0,54 ^{a,A}
	120	4,79±0,32 ^{ab,A}	4,74±0,01 ^{b,A}	4,97±0,33 ^{ab,A}	4,56±0,53 ^{b,B}	4,85±0,26 ^{ab,A}	5,44±0,19 ^{a,A}
KM'de tuz (%)	1	10,17±0,85 ^{b,D}	10,55±0,53 ^{b,C}	13,44±1,04 ^{a,AB}	13,74±0,75 ^{a,A}	12,90±1,08 ^{a,A}	13,86±1,49 ^{a,AB}
	30	12,18±0,26 ^{b,C}	11,78±0,63 ^{b,B}	13,60±0,34 ^{a,AB}	14,24±0,78 ^{a,A}	13,30±0,70 ^{a,A}	14,13±1,12 ^{a,AB}
	60	13,12±1,20 ^{a,B}	12,71±0,46 ^{a,A}	14,22±0,79 ^{a,AB}	13,73±2,17 ^{a,A}	13,35±1,05 ^{a,A}	12,98±1,52 ^{a,B}
	90	13,74±0,15 ^{bc,AB}	12,83±0,15 ^{c,A}	13,20±0,26 ^{c,B}	14,29±1,00 ^{ab,A}	13,16±0,78 ^{c,A}	14,85±1,51 ^{a,AB}
	120	14,22±0,95 ^{abc,A}	12,92±0,07 ^{c,A}	14,40±0,86 ^{ab,A}	13,25±1,54 ^{bc,A}	14,31±0,73 ^{ab,A}	15,21±0,53 ^{a,A}

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-f}: Aynı satırda farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-D}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

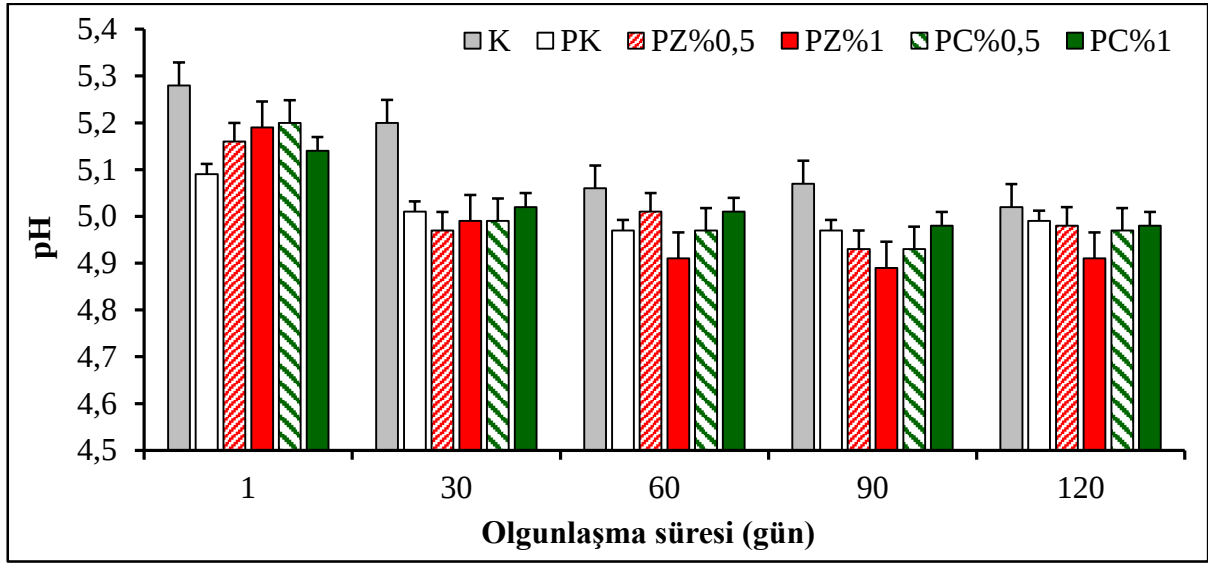
Tablo 16. Beyaz Peynir Örneklerinin Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnekler	n	pH	Asitlik (%LA)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	KM'de yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	Tuz (%)	KM'de tuz (%)
K	10	5,12±0,13 ^a	0,78±0,12 ^c	36,33±2,64 ^b	14,93±1,38 ^b	41,04±1,62 ^{ab}	14,41±1,75 ^a	5,87±0,15 ^c	4,57±0,35 ^c	12,69±1,63 ^c
PK	10	5,00±0,05 ^{bc}	0,86±0,08 ^b	37,66±1,65 ^a	15,85±0,75 ^a	42,11±1,44 ^a	14,58±0,96 ^a	5,74±0,22 ^d	4,57±0,24 ^c	12,16±1,01 ^c
PZ _{%0,5}	10	5,01±0,09 ^{bc}	0,89±0,12 ^{ab}	35,88±1,27 ^c	14,77±0,87 ^b	41,17±1,92 ^{ab}	13,59±0,86 ^b	5,92±0,34 ^{bc}	4,94±0,25 ^{ab}	13,77±0,80 ^{ab}
PZ _{%1}	10	4,98±0,13 ^c	0,92±0,16 ^a	35,47±2,04 ^e	14,05±1,33 ^c	39,59±2,72 ^{bc}	14,29±1,39 ^a	6,00±0,29 ^{ab}	4,91±0,51 ^{ab}	13,85±1,27 ^{ab}
PC _{%0,5}	10	5,01±0,10 ^{bc}	0,90±0,18 ^a	35,65±1,36 ^d	14,68±1,34 ^b	41,16±3,42 ^{ab}	13,83±0,76 ^b	5,71±0,18 ^d	4,77±0,31 ^{bc}	13,40±0,92 ^b
PC _{%1}	10	5,03±0,08 ^b	0,91±0,15 ^a	35,45±0,68 ^e	13,95±1,26 ^c	39,32±3,15 ^c	13,64±1,04 ^b	6,10±0,27 ^a	5,03±0,47 ^a	14,21±1,40 ^a
Bitki çeşidi	n	pH	Asitlik (%LA)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	KM'de yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	Tuz (%)	KM'de tuz (%)
Kontrol	20	5,06±0,12 ^a	0,82±0,11 ^b	36,99±2,27 ^a	15,39±1,19 ^a	41,58±1,61 ^a	14,49±1,40 ^a	5,80±0,20 ^b	4,56±0,30 ^b	12,42±1,36 ^b
ZYT	20	4,99±0,11 ^b	0,90±0,14 ^a	35,67±1,69 ^b	14,41±1,17 ^b	40,38±2,45 ^b	13,94±1,20 ^b	5,96±0,31 ^a	4,92±0,40 ^a	13,81±1,05 ^a
CYT	20	5,02±0,10 ^{ab}	0,91±0,17 ^a	35,55±1,06 ^b	14,31±1,33 ^b	40,24±3,38 ^b	13,74±0,91 ^b	5,91±0,29 ^{ab}	4,90±0,42 ^a	13,81±1,24 ^a
P		*	*	**	**	*	*	*	**	**
Bitki oranı	n	pH	Asitlik (%LA)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	KM'de yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	Tuz (%)	KM'de tuz (%)
Kontrol	20	5,06±0,12 ^a	0,82±0,11 ^b	36,99±2,27 ^a	15,39±1,19 ^a	41,58±1,61 ^a	14,49±1,40 ^a	5,80±0,20 ^b	4,56±0,30 ^b	12,42±1,36 ^b
%0,5	20	5,01±0,10 ^b	0,90±0,15 ^a	35,75±1,30 ^b	14,72±1,12 ^a	41,16±2,74 ^a	13,71±0,81 ^b	5,82±0,29 ^b	4,86±0,29 ^a	13,59±0,87 ^a
%1	20	5,00±0,11 ^b	0,91±0,16 ^a	35,46±1,50 ^b	14,00±1,28 ^b	39,46±2,91 ^b	13,97±1,26 ^{ab}	6,06±0,28 ^a	4,97±0,49 ^a	14,03±1,33 ^a
P		*	*	**	**	**	*	**	**	**
Olgunlaşma süresi (gün)	n	pH	Asitlik (%LA)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	KM'de yağ (%)	Protein (%)	Kül (%)	Tuz (%)	KM'de tuz (%)
1	12	5,18±0,08 ^a	0,67±0,06 ^d	38,70±1,79 ^a	16,10±0,74 ^a	41,63±1,25 ^a	15,53±1,59 ^a	6,00±0,29 ^a	4,79±0,55 ^{ab}	12,44±1,78 ^c
30	12	5,03±0,09 ^b	0,81±0,07 ^c	36,33±0,93 ^b	15,13±0,77 ^b	41,62±1,47 ^a	13,95±0,88 ^b	5,90±0,32 ^{ab}	4,79±0,33 ^{ab}	13,20±1,14 ^b
60	12	4,99±0,07 ^c	0,94±0,07 ^b	34,87±0,84 ^d	14,42±0,99 ^c	41,33±2,42 ^a	13,54±0,75 ^{bc}	5,78±0,20 ^c	4,65±0,41 ^b	13,35±1,27 ^b
90	12	4,96±0,08 ^c	0,98±0,10 ^a	35,87±0,94 ^c	14,17±1,16 ^{cd}	39,48±295 ^b	13,82±0,71 ^{bc}	5,91±0,05 ^{ab}	4,90±0,32 ^a	13,68±1,02 ^{ab}
120	12	4,97±0,09 ^c	0,99±0,10 ^a	34,59±1,00 ^e	13,71±1,37 ^d	39,60±3,54 ^b	13,44±0,53 ^c	5,87±0,16 ^{bc}	4,86±0,35 ^{ab}	14,05±1,12 ^a

^{a-d}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. *: $P<0,01$, **: $P<0,05$.

pH

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen pH değerleri Tablo 15 ve Şekil 7’de verilmiştir. En düşük pH değeri olgunlaşmanın 60. ve 120. günlerinde PZ%1 örneğinde (4,91) belirlenirken, en yüksek pH değeri 1. günde K örneğinde (5,28) tespit edilmiştir (Şekil 7). Yapılan varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin peynir örneklerinin pH değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Ancak, örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 14).



Şekil 7. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince pH değerindeki değişim

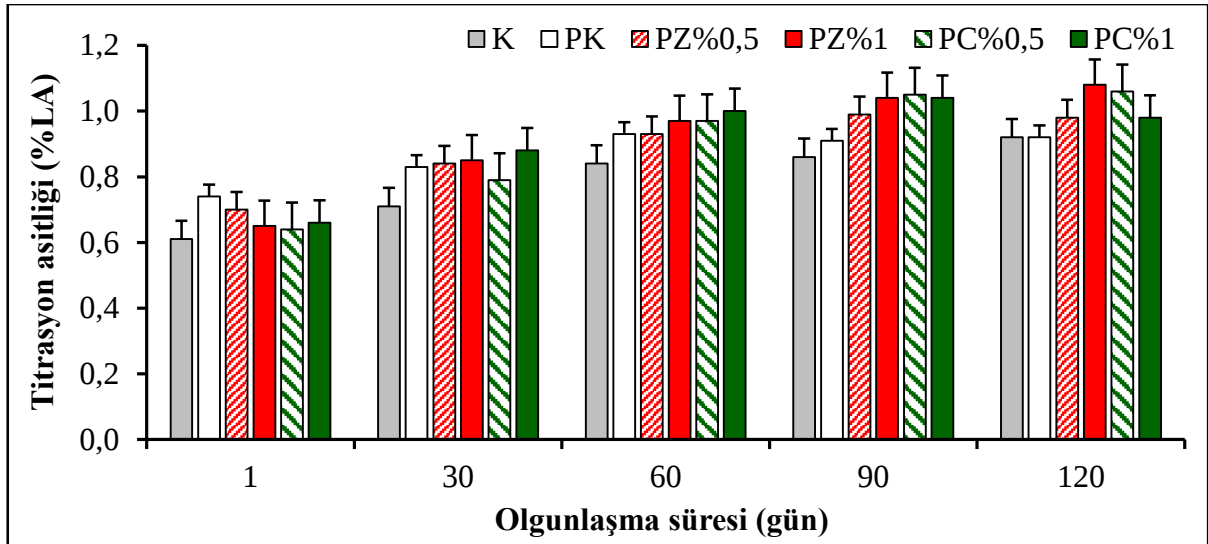
Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Tablo 16), örnek değişkenine bağlı pH değeri 4,98-5,12 aralığında değişim göstermiştir ($P<0,01$). Bitki çeşidi bakımından ise peynire ZYT ve CYT ilavesi, kontrol gruba (5,06) kıyasla pH değerini nispi olarak düşürmüş olup, en düşük değer ZYT içeren grupta (4,99) saptanmıştır ($P<0,05$). Bu sonuç, ZYT’nin pH değerinin (5,14) CYT’den (5,51) daha düşük olmasından kaynaklanmış olabilir (Tablo 11). Bu sonuçlara benzer olarak; El-Sayed (2020) ıspanak tozu (%0,5-2,0), El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu (%1-3), Mousavi *et al.* (2023) mantar (*Ganoderma lucidum*) ekstraktı (%0,5-2,0) ilavesinin peynirde pH değerini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Bitki miktarındaki artışın pH üzerinde bir etkisi olmamış, kontrol gruba (5,06) kıyasla pH değerinde $P<0,05$ düzeyinde bir fark çıkmıştır. Olgunlaşma süresince ise pH değeri (5,18’den 4,96’ya) azalmış ($P<0,01$), 60. günden sonra istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Tablo 16).

Bu araştırmada peynirlerde tespit edilen pH değerlerine benzer olarak; pH değerini Hayaloğlu *et al.* (2005) Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 6,04-4,84; Başyigit Kılıç *et al.* (2009) *L. fermentum* ve *L. plantarum* ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince

(120 gün) 5,51-4,31; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli (%8) Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 5,63-4,78; Çelik *et al.* (2022) tere otu (*Lepidium sativum* L.) ilaveli (%0,6-2,4) Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 5,58-5,08; Eid *et al.* (2022) havlıcan (zencefilgiller familyasından) tozu ilaveli (%0,25-1,0) yumuşak Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (60 gün) 6,54-3,98 aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; peynirlerde olgunlaşma süresince pH değerlerini; Aktypis *et al.* (2018) safran (*Crocus sativus* L.) ilaveli (50, 75 ve 100 mg/L) taze koyun peynirinde 30 günde 4,36-4,13; Tarakçı and Deveci (2019) bazı baharatlar (çörek otu, nane, kekik, kırmızıbiber ve isot biberi) ilavesiyle (%3) ürettikleri Beyaz peynirlerde 90 günde 4,90-4,60; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 30 günde 6,36-5,97; Ertürkmen vd (2022) Beyaz peynirde 90 günde 4,94-4,51 aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Titrasyon asitliği

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen titrasyon asitliği değerleri Tablo 15 ve Şekil 8’de verilmiştir. En düşük asitlik 1. günde K örneğinde (%0,61) belirlenirken, en yüksek değer 120. günde PZ%1 örneğinde (%1,08) saptanmıştır (Şekil 8). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksyonunun peynir örneklerinin asitlik değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 14).



Şekil 8. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince asitlik değerindeki değişim

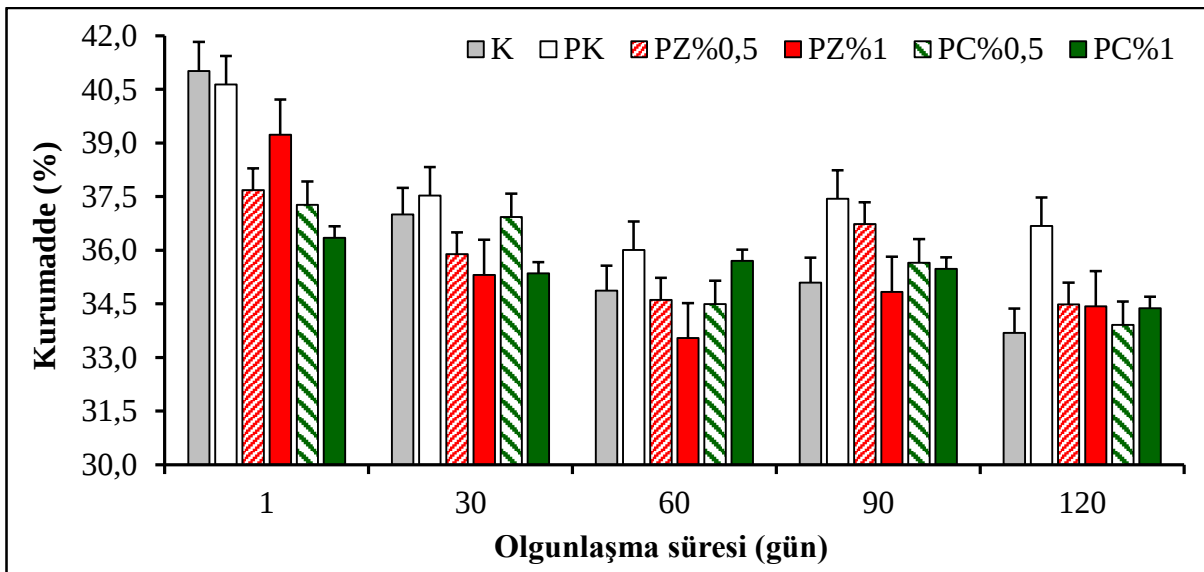
Titrasyon asitliği üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 16’da verilmiştir. Örneklerde asitlik %0,78-0,92 aralığında değişmiştir ($P<0,01$). Bitki çeşidi ve oranları peynirlerin asitlikleri arasında fark oluşturmamış, kontrol gruba (%0,82) kıyasla bitki ilavesinin asitlik değerini nispi olarak artırdığı görülmüştür ($P<0,05$). Benzer

olarak; El-Sayed (2020) ıspanak tozu, El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu, Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilavesinin peynirde asitliği artırdığını tespit etmişlerdir. Nitekim olgunlaşma süresince de asitlik (%0,67-0,99) artmış ($P<0,01$), 90. günden sonra istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($P<0,05$). İncelenen örneklerde asitlik değerlerindeki değişim, peynirde kalıntı laktozun (%1-2) laktik aside dönüşmesi ve lipoliz ile proteolize bağlı olarak serbest yağ asitleri ve aminoasitlerin oluşmasından kaynaklanmış olabilir (Suna and Yilmaz-Ersan 2022; Tekin ve Hayaloğlu 2023).

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; asitlik değerini Hayaloğlu *et al.* (2005) Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %0,51-2,07; Başyigit Kılıç *et al.* (2009) probiyotik ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (120 gün) %0,74-1,78; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %0,67-1,09; Kamel *et al.* (2023) havuç tozu ilavesiyle (%0,2-0,6) ürettikleri probiyotik (*B. longum*) yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (28 gün) %0,45-1,15 aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; peynirlerde olgunlaşma süresince asitlik değerini Çelik *et al.* (2022) tere otu ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %1,02-2,24; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg (*Chlorella vulgaris* ve *Arthrospira platensis*) ilavesiyle (%1) ürettikleri probiyotik (*L. acidophilus*) Beyaz peynirlerde 90 günde %0,20-0,36 aralığında belirlemişlerdir.

Kurumadde oranı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen kurumadde miktarları Tablo 15 ve Şekil 9’da verilmiştir. En düşük kurumadde miktarı olgunlaşmanın 60. gününde PZ_{%1} örneğinde (%33,54) belirlenirken, en yüksek kurumadde miktarı 1. günde K örneğinde (%41,01) tespit edilmiştir.



Şekil 9. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince kurumadde miktarındaki değişim

Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksyonları peynir örneklerinin kurumadde miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 14).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Tablo 16), en düşük kurumadde miktarı (%35,45-35,47) %1 bitki içeren örneklerde bulunurken, en yüksek kurumadde miktarı (%37,66) PK örneğinde saptanmıştır ($P<0,01$). Peynirlerin kurumadde miktarları üzerinde bitki çeşidi ve bitki oranları istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamış ($P>0,05$), kontrol gruba (%36,99) kıyasla bitki ilavesinin kurumadde miktarını yaklaşık %1-1,5 düşürdüğü belirlenmiştir ($P<0,01$). Bu sonuç, toz formda ilave edilen zeytin yaprağı (2,52 g su/g örnek) ve ceviz yaprağının (3,44 g yağ/g örnek) su bağlama özelliklerinden dolayı peynir kitlesinde su oranını artırmış olmasından kaynaklanmış olabilir (Tablo 13). Bu araştırma bulgularına benzer olarak; Mousavi *et al.* (2023), mantar ekstraktı, Kamel *et al.* (2023) havuç tozu ilavesinin peynirde kurumadde miktarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

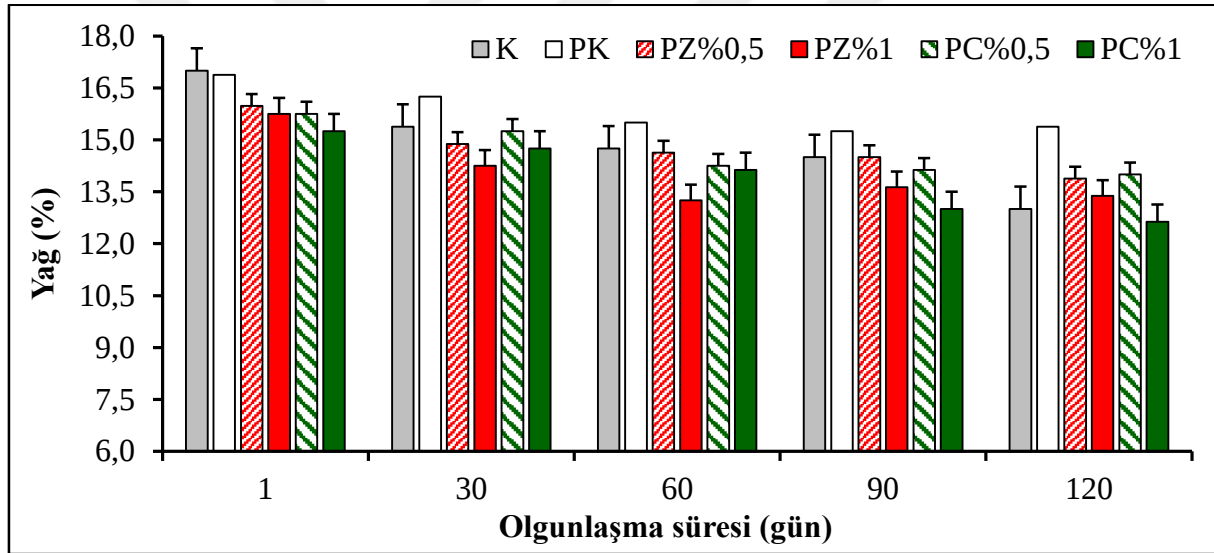
Olgunlaşma süresince kurumadde miktarında (%38,70'den %34,59'a) genel olarak azalma görülmüştür ($P<0,01$). Yapılan bazı araştırmalarda da salamura Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince kurumadde miktarının azaldığı rapor edilmiştir (Başyigit Kılıç *et al.* 2009; Yerlikaya and Karagözlü 2014; Erkaya and Şengül 2015; Barać *et al.* 2021; Ertürkmen vd 2022). Bu sonuç, genellikle peynir ve tuzlu salamura arasındaki ozmotik dengeden kaynaklanmakta, salamurada artan tuz konsantrasyonu peynirde su içeriğini düşürmektedir (Erkaya and Şengül 2015; Türkmen and Güler 2022; Tekin and Hayaloğlu 2023). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine (2015) göre, bu araştırmadaki peynir örnekleri (ortalama %78) yağsız peynir kitlesindeki nem (YPKN) oranı bakımından yumuşak tip peynir ($\%70 \geq \text{PYKN}$) sınıfına girmektedir.

Tespit edilen sonuçlara benzer olarak; kurumadde miktarını Başyigit Kılıç *et al.* (2009) probiyotik ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (120 gün) %31,85-45,05; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %38,39-46,64; Ertürkmen vd (2022) Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince (90 gün) %33,37-40,83; Kamel *et al.* (2023) havuç tozu ilaveli probiyotik yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (28 gün) %29,39-48,34 aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; olgunlaşma süresince kurumadde miktarını Sağun vd (2005) sirno ilaveli salamura otlı peynirde 90 günde %43,33-44,49; Aktypis *et al.* (2018) safran ilaveli taze koyun peynirinde 30 günde %31,35-34,66; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %43,55-51,13; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 30 günde %30,35-33,22; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 90 günde %30,98-31,87;

Çelik *et al.* (2022) tere otu ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %41,33-46,24 aralığında tespit etmişlerdir.

Yağ ve KM'de yağ oranları

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen yağ miktarları ve KM'de yağ oranları sırasıyla; Tablo 15, Şekil 10 ve Şekil 11'de verilmiştir. Tablo ve şekillerden de görüleceği gibi en düşük yağ miktarı olgunlaşmanın 120. gününde PC%1 örneğinde (%12,63), en yüksek değer ise taze (1. gün) K örneğinde (%17,00) saptanmıştır (Şekil 10). Peynirlerin KM'de yağ oranları %36,64-43,30 aralığında değişmiştir (Şekil 11). Varyans analizi sonucunda (Tablo 14); örnek ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin peynir örneklerinin yağ miktarı ve KM'de yağ oranları üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunurken, yağ miktarı ve KM'de yağ oranları üzerine örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

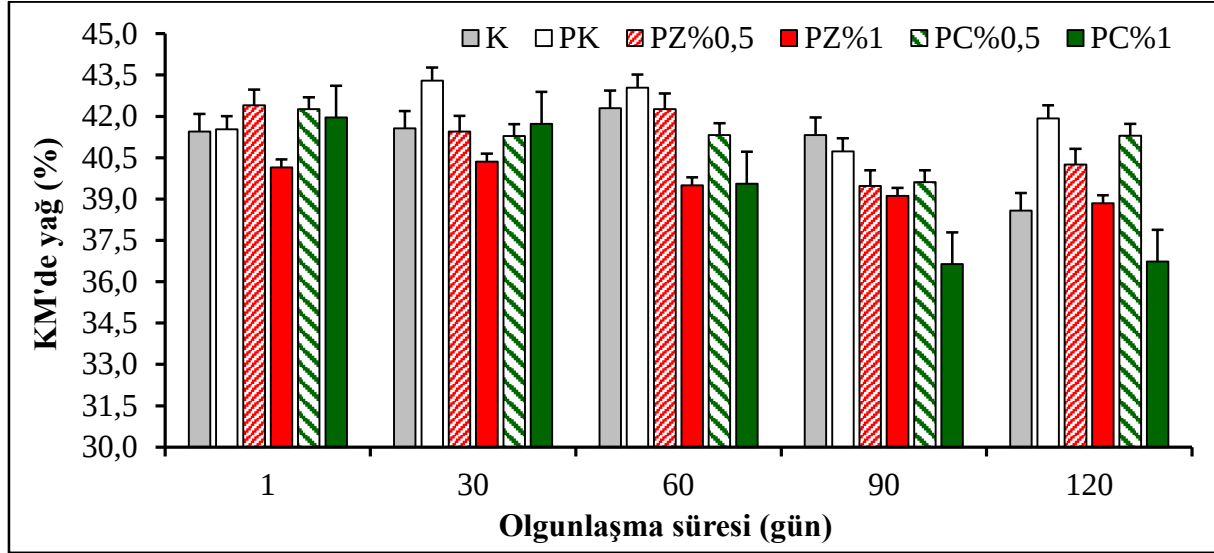


Şekil 10. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince yağ miktarındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 16)'na göre örneklerin yağ miktarı %13,95-15,85 aralığında değişim göstermiş ($P<0,01$), bitki çeşidinin yağ miktarına etkisi istatistiksel olarak farklı bulunmamış, kontrol gruba (%15,39) kıyasla bitki ilavesinin yağ miktarını düşürdüğü belirlenmiştir ($P<0,01$). Bitki oranının ise kontrol ile %0,5 bitki içeren peynir örneklerine etkisi farklı bulunmamış, %1 bitki ilavesinin yağ miktarını (%14,00) düşürdüğü tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bu sonuç, %1 bitki ilavesinin kurumadde üzerindeki düşürücü etkisinin yağ oranını da nispi olarak etkilemesinden kaynaklanmış olabilir. Kamel *et al.* (2023) de havuç tozu ilavesinin peynirde yağ miktarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Olgunlaşma süresince ise yağ miktarı (%16,10-13,71) azalmıştır ($P<0,01$). Yapılan bazı araştırmalarda da olgunlaşma süresince yağ miktarının azaldığı bildirilmiştir (Başyigit

Kılıç *et al.* 2009; Erkaya and Şengül 2015; Suna and Yılmaz-Ersan 2022). Bu durum, olgunlaşma süresince kurumadde miktarındaki azalmanın, yağ miktarını nispi olarak düşürmesinden kaynaklanmıştır. Nitekim, yapılan korelasyon analizi sonucunda kurumadde ile yağ miktarı arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü ($r= 0,872$) bir pozitif ilişki belirlenmiştir (Tablo 24).



Şekil 11. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince KM'de yağ oranındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Tablo 16), en düşük KM'de yağ oranı PC%1 örneğinde (%39,32), en yüksek oran PK örneğinde (%42,11) belirlenmiştir ($P<0,01$). Peynirlerde bitki çeşitlerinin KM'de yağ oranlarına etkisi birbirinden farklı bulunmamış ($P>0,05$), kontrol gruba (%41,58) kıyasla bitki ilavesinin KM'de yağ oranını düşürdüğü belirlenmiştir ($P<0,05$). Bitki oranı ise kontrol grup ile %0,5 bitki içeren peynir örnekleri arasında KM'de yağ oranı bakımından istatistiksel olarak fark oluşturmamış ($P>0,05$), %1 bitki ilavesinin KM'de yağ oranını (%39,46) düşürdüğü tespit edilmiştir ($P<0,01$). Olgunlaşma süresi değişkeni incelendiğinde; 60. güne kadar peynir örneklerinin KM'de yağ oranları farklı bulunmamış ($P<0,05$), diğer günlerde ise azalma olmuştur ($P<0,01$). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (2015)'ne göre, deneme peynir örnekleri, KM'de yağ oranları (%39,32-42,11) bakımından yarım yağlı peynir ($\%25 \leq \text{süt yağı} < \%45$) sınıfına girmiştir.

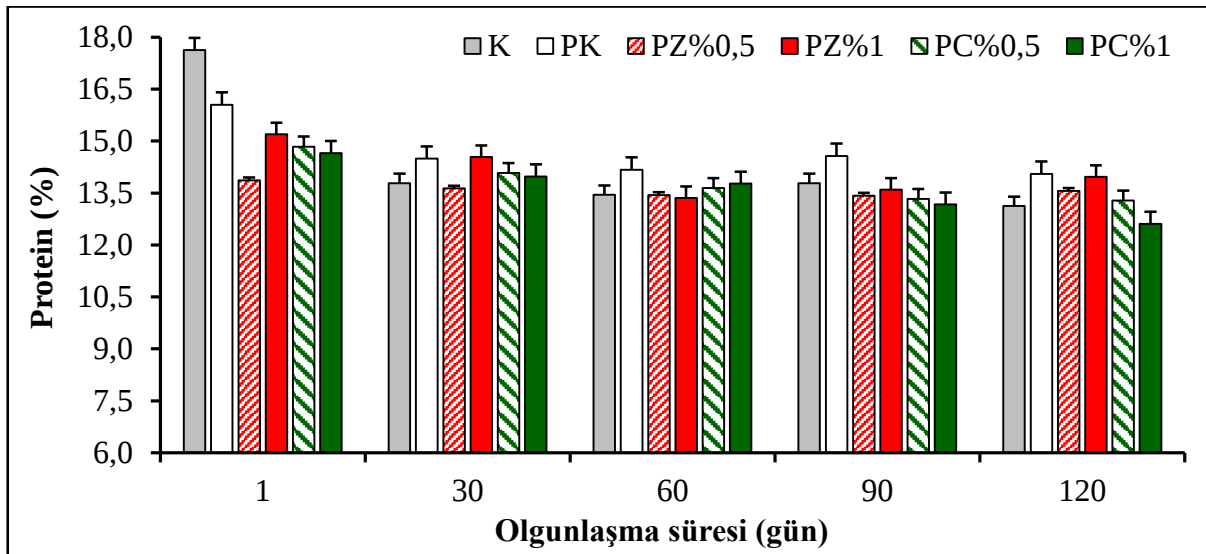
Bu araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) yağ miktarını %18,75-25,50; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (30 gün) yağ miktarını %11,50-15,00, KM'de yağ oranını %35,66-47,13; Çelik *et al.* (2022) tere otu ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) yağ miktarını %13,25-18,25, KM'de yağ oranını %30,24-41,02; Eid *et al.* (2022) havlıcan tozu ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde

olgunlaşma süresince (60 gün) yağ miktarını %15,85-19,83, KM'de yağ oranını %40,52-42,09 aralığında tespit etmişlerdir.

Bu araştırmada tespit edilen sonuçların aksine; olgunlaşma süresince yağ miktarını Başyigit Kılıç *et al.* (2009) probiyotik Beyaz peynirlerde 120 günde %15,50-24,90; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %21,00-26,00; Erkaya and Şengül (2015) probiyotik (*L. acidophilus* ve *B. bifidum*) Beyaz peynirlerde 120 günde %18,58-25,88; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilaveli (%1-3) UF-yumuşak peynirlerde 30 günde %10,0-13,50; Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 90 günde %6,93-10,18; Kamel *et al.* (2023) havuç tozu ilaveli probiyotik yumuşak peynirlerde 28 günde %17,33-31,33 aralığında belirlemişlerdir. Olgunlaşma süresince KM'de yağ oranını ise Kılıç *et al.* (2009) probiyotik Beyaz peynirlerde 120 günde %46,87-58,03; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %49,75-56,00; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirlerde 60 günde %27,40-33,90 aralığında belirlemişlerdir.

Protein oranı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen protein miktarları Tablo 15 ve Şekil 12'de verilmiştir. En düşük protein miktarı olgunlaşmanın 120. gününde PC_{%1} örneğinde (%12,61), en yüksek protein miktarı 1. günde K örneğinde (%17,63) tespit edilmiştir (Şekil 12). Varyans analizi sonucunda (Tablo 14), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin protein miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$).



Şekil 12. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince protein miktarındaki değişim

Protein miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 16'da

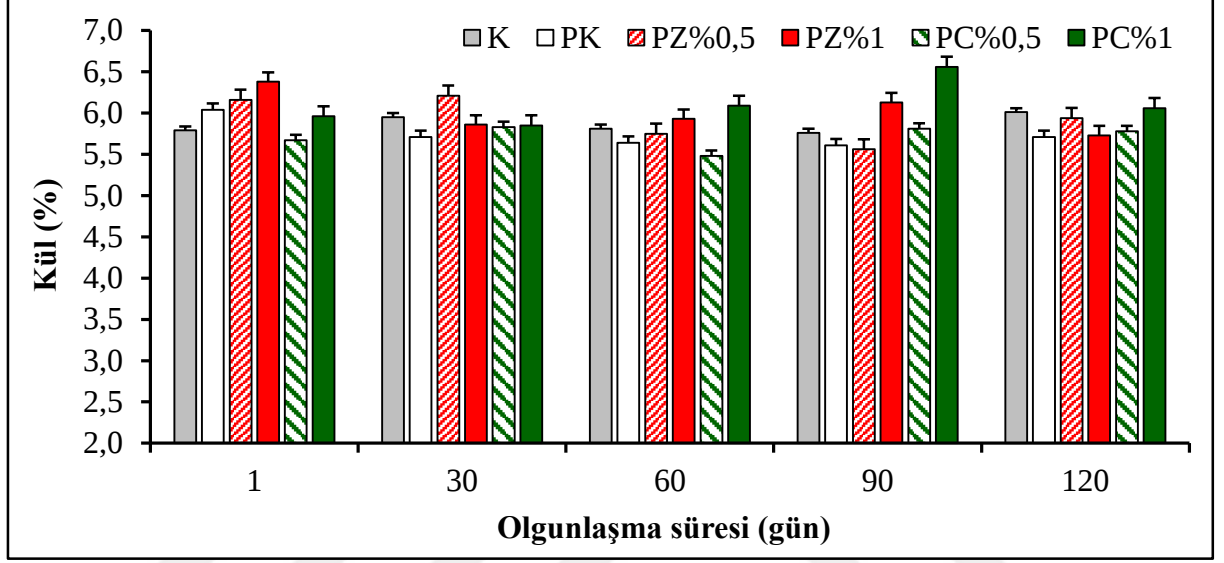
verilmiştir. Buna göre, örnek değişkenine bağlı protein miktarı %13,59-14,58 aralığında değişim göstermiştir ($P<0,01$). Peynirlerde bitki çeşitleri arasında protein miktarı bakımından fark bulunmazken, kontrol gruba (%14,49) göre bitki ilavesi ile protein miktarının azaldığı (%13,97-13,71) belirlenmiştir ($P<0,05$). ZYT (%9,32) ve CYT (%10,23) önemli miktarda protein içermelerine (Tablo 11) rağmen peynirde protein miktarı düşük bulunmuştur. Bu sonuç, toz formda ilave edilen bu bitkilerin kurumadde üzerindeki düşürücü etkilerinden (su bağlama özelliklerine bağlı olarak) kaynaklanmış olabilir. Peynirlerde bitki oranı arttıkça protein miktarı artmış (%13,71-13,97) olup, kontrol gruba kıyasla bir düşüş ($< \%1$) görülmüştür ($P<0,05$). Bu araştırma sonuçlarına benzer olarak; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari; Tarakçı and Deveci (2019) çeşitli baharatlar (çörek otu, nane, kekik, kırmızıbiber ve isot biberi); El-Sayed (2020) ıspanak tozu; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilavesinin peynirde protein miktarını artırdığını rapor etmişlerdir.

Olgunlaşma süresince protein miktarında (%15,53'den %13,44'e) genel olarak azalma görülmüştür ($P<0,01$). Yapılan bazı araştırmalarda da olgunlaşma süresince protein miktarının azaldığı belirtilmiştir (Erkaya and Şengül 2015; Suna and Yilmaz-Ersan 2022; Çelik *et al.* 2022). Bu sonuç, olgunlaşma süresince salamura ve peynir arasındaki madde geçişine bağlı olarak kurumaddeki azalmanın, protein miktarını nispi olarak düşürmesinden kaynaklanmıştır. Benzer şekilde, Gürkan (2019) olgunlaşma süresince kazein parçalanması sonucu oluşan bileşiklerin salamuraya geçtiğini tespit etmiştir. Nitekim, yapılan korelasyon analizi sonucunda, kurumadde ile protein miktarı arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü ($r= 0,868$) bir pozitif ilişki belirlenmiştir (Tablo 24).

Bu araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; protein miktarını Hayaloğlu *et al.* (2005) Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %12,78-17,29; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %11,55-22,33; Erkaya and Şengül (2015) probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (120 gün) %10,90-16,52; Aktypis *et al.* (2018) safran ilaveli taze koyun peynirinde olgunlaşma süresince (30 gün) %12,10-14,67 aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; olgunlaşma süresince protein miktarını Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde 90 günde %17,32-19,37; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %16,43-22,57; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 30 günde %9,29-10,78; Çelik *et al.* (2022) tere otu ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %14,22-21,14; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 90 günde %11,60-13,13 aralığında tespit etmişlerdir.

Kül oranı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen kül miktarları Tablo 15 ve Şekil 13’de verilmiştir. En düşük kül miktarı 60. günde PC_{0,5} örneğinde (%5,48), en yüksek miktar 90. günde PC₁ örneğinde (%6,56) tespit edilmiştir (Şekil 13). Varyans analizi sonucunda (Tablo 14), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonun peynir örneklerinin kül miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$).



Şekil 13. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince kül miktarındaki değişim

Kül miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 16’da verilmiştir. Tablodan, örnek değişkenine bağlı kül miktarı %5,71-6,10 aralığında değişim göstermiştir ($P<0,01$). Bitki ilavesi ile kontrol gruba (5,80) göre peynirde kül miktarı artmış ve en yüksek miktar ZYT içeren grupta (%5,96) saptanmıştır ($P<0,05$). Bu durum, ZYT (%8,29) ve CYT (%10,46) örneklerinde kül miktarının yüksekliğinden kaynaklanmış olabilir (Tablo 11). Ayrıca, ZYT ve CYT ilaveli peynirlerde tuz miktarının, kontrol gruba kıyasla yüksek olması da kül miktarını artırmış olabilir. Nitekim, yapılan korelasyon analizi sonucunda tuz ile kül miktarı arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) orta derecede ($r= 0,505$) pozitif korelasyon tespit edilmiştir (Tablo 24). Benzer olarak; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu, El-Sayed (2020) ıspanak tozu ve El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilavesi ile peynirde kül miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Bitki oranı bakımından; kontrol grup ile %0,5 bitki içeren peynir örneklerinde kül miktarı arasında fark bulunmamış, %1 bitki ilavesinin kül miktarını (%6,06) artırdığı tespit edilmiştir ($P<0,01$). Olgunlaşma süresince ise kül miktarında (%6,01’den %5,78’e) genel olarak düşüş görülmüştür ($P<0,01$). Bu durum, olgunlaşma süresince kurumadde miktarındaki azalmadan kaynaklanmış olabilir. Ancak, yapılan

korelasyon analizi sonucunda kurumadde ile tuz miktarı arasında ilişki tespit edilmemiştir (Tablo 24).

Araştırmada tespit ettiğimiz sonuçlara benzer olarak; kül miktarını Sağun vd. (2005) sirmo ilaveli salamura otlı peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) %5,80-9,07; Kara ve Köse (2020) Van otlı peynirinde %5,32-12,51; Koyuncu and Tunçtürk (2020) Siirt otlı peynirinde %3,86-8,06; Oğur ve Duruk (2021) Bitlis otlı peynirinde %4,03-9,81 aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; kül miktarını Al-Obaidi (2019) zerdeçal tozu ilaveli (%0,1-0,3) yumuşak peynirde %4,06-4,15, El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde %2,39-2,93; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu (%0,5) ilaveli yumuşak peynirlerde %1,73-3,02; Vukić *et al.* (2021) adaçayı ve kombucha ilaveli peynirde %1,27-1,71; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (30 gün) %3,01-3,92; Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %6,59-7,36 aralığında belirlemişlerdir.

Tuz ve KM’de tuz oranları

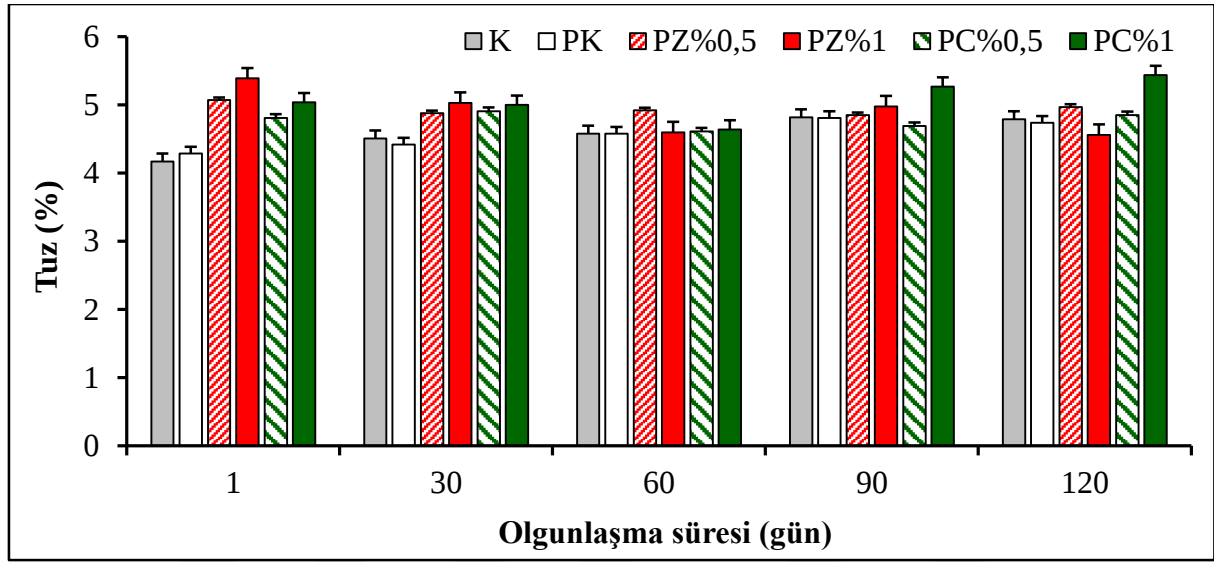
Peynirde tuz; su aktivitesini, mikroorganizma gelişimini, enzim aktivitesini, protein hidrasyonunu, tekstürü ve peynir olgunlaşması esnasındaki biyokimyasal reaksiyonları etkileyerek lezzet gelişimini etkilemektedir. Düşük tuz seviyesi peynirde proteoliz düzeyini artırırken, yüksek tuz seviyesi biyokimyasal reaksiyonları sınırlandırmaktadır (Guinee and Fox 2017; Türkmen and Güler 2022).

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen tuz miktarları ve KM’de tuz oranları srasıyla; Tablo 15, Şekil 14 ve Şekil 15’de verilmiştir. Tablo ve şekillerden de görüleceği gibi en düşük tuz miktarı (%4,17) ve KM’de tuz miktarı (%10,17) 1. günde K örneğinde bulunurken en yüksek değerler (tuz: %5,44, KM’de tuz: %15,21) 120. günde PC_{%1} örneğinde saptanmıştır.

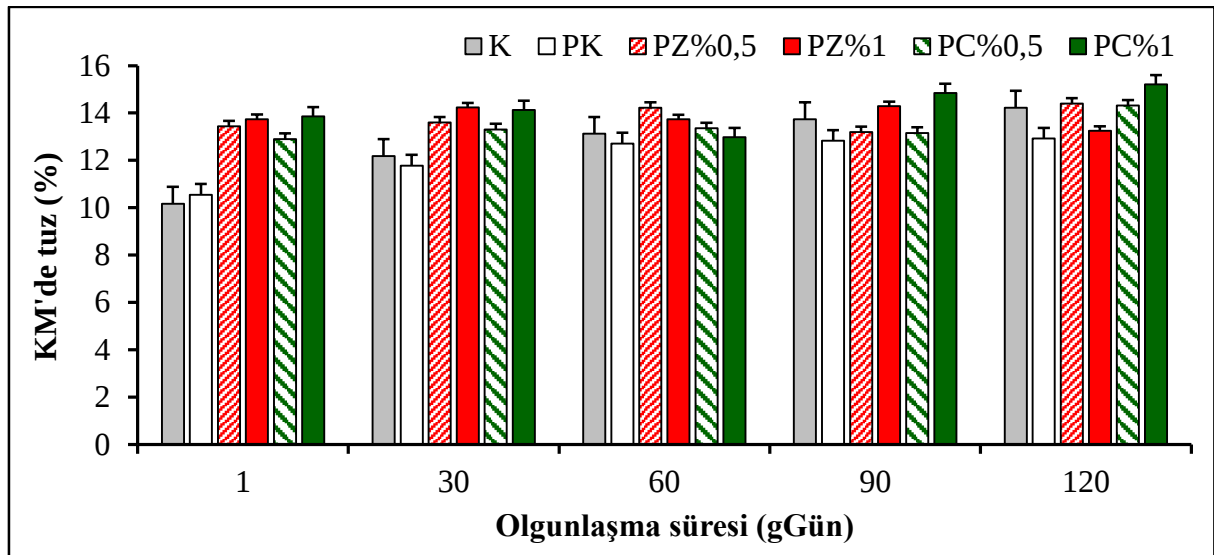
Varyans analizi sonucunda, örnek ($P<0,01$) değişkeni ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun ($P<0,05$) peynir örneklerinin tuz miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 14). Olgunlaşma süresinin ise tuz miktarı üzerine olan etkisi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Peynirlerin KM’de tuz oranları üzerine ise örnek, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.

Tuz miktarı ve KM’de tuz oranı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 16’da verilmiştir. Örnek değişkenine bağlı tuz miktarı %4,57-5,03 aralığında

değişmiştir ($P<0,01$). Üretimde kullanılan bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında tuz miktarı bakımından fark bulunmamış ($P>0,05$), kontrol gruba (%4,56) kıyasla bitki ilavesinin tuz miktarını artırdığı (%4,86-4,97) belirlenmiştir ($P<0,01$). Bu sonuç, toz formda ilave edilen bitkilerin su tutma özelliklerine bağlı olarak peynir salamurası bağlamasından kaynaklı olabilir. Benzer şekilde; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari, Eid *et al.* (2022) havlıcan tozu, Kamel *et al.* (2023) havuç tozu ilavesinin peynirde tuz miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. Olgunlaşma süresince ise tuz miktarı %4,65-4,86 aralığında değişim göstermiştir ($P>0,05$).



Şekil 14. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tuz miktarındaki değişim



Şekil 15. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince KM'tuz oranındaki değişim

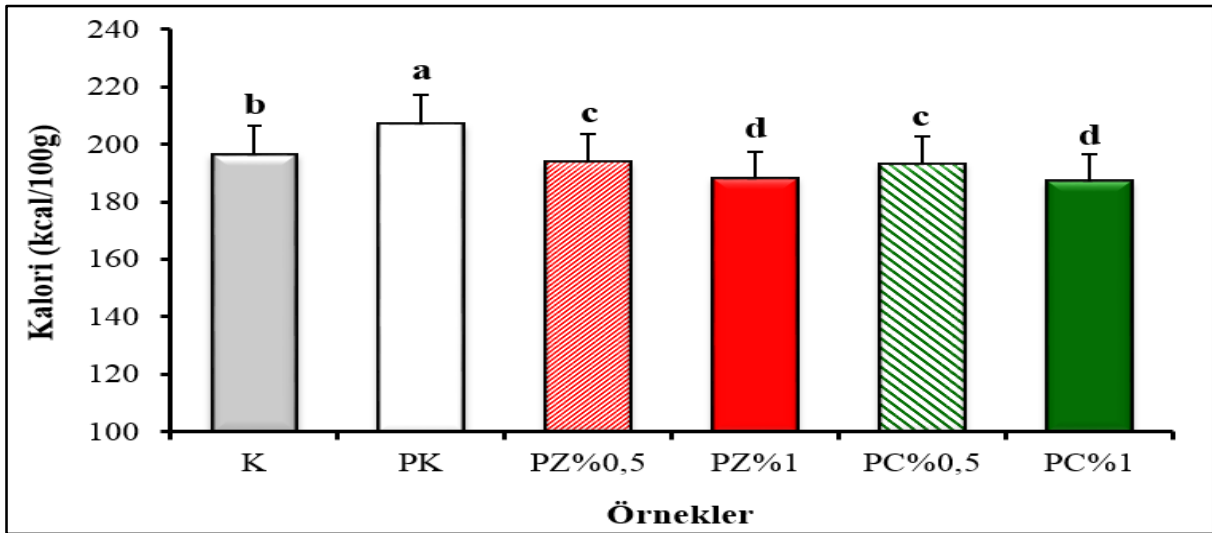
Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Tablo 16); örnek değişkenine bağlı KM'de tuz oranı en düşük K (%12,16) ve PK (%12,69) örneklerinde belirlenirken, en yüksek PC%₁ örneğinde (%14,21) tespit edilmiştir ($P < 0,01$). Peynirlerde bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında KM'de tuz bakımından fark bulunmazken, kontrol gruba (%12,42) kıyasla bitki ilavesinin KM'de tuz oranını artırdığı (%13,59-14,03) belirlenmiştir ($P<0,01$). Benzer şekilde;

Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilavesinin peynirde KM’de tuz oranını artırdığını tespit etmişlerdir. Olgunlaşma süresince ise KM’de tuz oranı (%12,44-14,05) bakımından 30. ve 60. günlerde fark çıkmamış ($P>0,05$), diğer günlerde artmıştır ($P<0,01$).

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; Sağun vd (2005) sirno ilaveli salamura otlu peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) tuz miktarını %4,35-7,72; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90) tuz miktarını %3,52-5,86, KM’de tuz oranını %7,74-14,29; Eid *et al.* (2022) havlıcan tozu ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (60 gün) tuz miktarını %4,11-5,48; Çelik *et al.* (2022) tere otu ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) tuz miktarını %3,25-6,23, KM’tuz oranı %7,44-13,95 aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; olgunlaşma süresince tuz miktarını Başyigit Kılıç *et al.* (2009) probiyotik Beyaz peynirlerde 120 günde %2,75-3,74; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %2,05-3,13; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 90 günde %5,94-6,29; Kamel *et al.* (2023) havuç tozu ilaveli probiyotik yumuşak peynirlerde 28 günde %3,60-4,53 aralığında belirlemişlerdir.

Kalori değeri

Peynir örneklerinde olgunlaşma süresince tespit edilen protein ve yağ miktarları ile tahmini olarak belirlenen karbonhidrat miktarları üzerinden hesaplanan kalori değerleri (kcal/100g) Şekil 16’da gösterilmiştir.



Şekil 16. Beyaz peynir örneklerinin kalori değeri

Yapılan varyans analizi sonucuna göre (Tablo 14), örnek değişkeninin kalori değeri üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre; en düşük kalori değeri (188,13-187,15 kcal/100g) %1 bitki içeren peynir örneklerinde (PZ%₁ ve PC%₁) belirlenirken, en yüksek değer probiyotik kontrol

(PK) örneğinde (206,93 kcal/100g) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Peynirlerde bitki çeşitleri arasında kalori bakımından fark bulunmazken, kontrol gruba (196,49-206,93 kcal/100g) kıyasla artan miktarda bitki ilavesinin kalori değerini düşürdüğü belirlenmiştir. Bu sonuç, toz formda ilave edilen bitkilerin, kurumadde üzerindeki düşürücü etkisinden dolayı peynirde protein ve yağ miktarlarındaki azalmalardan kaynaklanmış olabilir. Bu çalışmada belirlenen sonuçlara benzer olarak, Stefanou *et al.* (2022) inek ve keçi sütünden ürettikleri taze peynirlerde ortalama kalori değerini 145-387 kcal/100g aralığında belirlemişlerdir. Aksine, Oğur ve Duruk (2021) Bitlis otlu peynirinde kalori değeri (227,35-364,19 kcal/100g) daha yüksek belirlemişlerdir.

Peynir; bileşiminde yüksek miktarlarda protein ve yağ içermesi nedeniyle belirli bir kalori değerine sahiptir. Bu araştırma sonuçlarına göre (Şekil 16), üretilen Beyaz peynir örneklerinin 100g tüketimi ile insanlar için alınması önerilen günlük enerji ihtiyacının (2500 kcal) (Demirci 2014) yaklaşık %7-8'inin karşılandığı belirlenmiştir.

Renk değerleri

Renk, tüketici tercihini ilk etkileyen duydur. Gıdaların rengi; tazelik, olgunluk (taze meyve ve sebzelerde), çekicilik, pazarlama ve gıda güvenliği ile yakından ilişkili olduğundan tüketici kabulünde önemli bir faktördür. Bu nedenle de gıda endüstrisinde doğal renklendiriciler ve biyoaktif bileşikler gibi doğal maddelerin katılmasına yönelik bir trend göze çarpmaktadır. Antosiyaninler, karotenoidler, flavonoidler, betalain, leutin ve klorofil gibi doğal pigmentler gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Nabi *et al.* 2023). Bu nedenlerle ilgili olarak bu çalışmada da Beyaz peynir örneklerinin renk özellikleri (L^* , a^* , b^* , H° ve C^*) üzerine klorofilce zengin ZYT ve CYT (Tablo 12) ilavesinin etkileri olgunlaşma süresince belirlenmiştir. Deneme Beyaz peynir örneklerinin renk özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 17’de, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 18 ve Tablo 19’da toplu olarak verilmiştir. Örneklerin renk özellikleri ve klorofil içerikleri arasındaki korelasyon katsayıları da Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 17. Beyaz Peynir Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri					
		L^*	a^*	b^*	H°	C^*	ΔE
Örnek (A)	5	551,238**	359,135**	78,485**	331,959**	102,707**	1,906
Olgunlaşma (B)	4	16,266**	20,120**	20,280**	47,116**	21,523**	-
A × B	20	1,972*	5,001**	3,371**	9,600**	3,741**	-
Hata	90						
Genel	120						

SD: Serbestlik derecesi, Renk parametreleri üzerindeki simgeler dışında; *: $P<0,05$, **: $P<0,01$ ifade etmektedir.

Tablo 18. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Özellikler	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ %0,5	PZ %1	PC %0,5	PC %1
L^*	1	86,63±0,87 ^{a,A}	86,34±0,39 ^{a,A}	79,95±0,38 ^{b,A}	76,90±1,10 ^{c,A}	73,64±2,13 ^{d,A}	65,26±2,74 ^{e,A}
	30	85,12±0,25 ^{a,B}	86,58±1,47 ^{a,A}	78,82±0,71 ^{b,B}	73,34±1,07 ^{c,B}	73,97±1,35 ^{c,A}	63,11±2,36 ^{d,A}
	60	85,13±0,15 ^{a,B}	85,74±0,60 ^{a,A}	78,99±0,49 ^{b,B}	75,99±1,37 ^{b,A}	69,93±0,85 ^{c,BC}	64,29±2,74 ^{d,A}
	90	82,61±0,53 ^{b,D}	84,05±1,52 ^{a,B}	78,88±0,67 ^{c,B}	72,87±1,27 ^{d,B}	68,12±0,58 ^{e,C}	60,08±1,03 ^{f,A}
	120	83,81±0,48 ^{b,C}	85,75±0,34 ^{a,A}	78,69±0,51 ^{c,B}	73,05±0,79 ^{d,B}	72,30±2,76 ^{d,AB}	63,45±1,55 ^{e,A}
a^*	1	-3,04±0,35 ^{a,A}	-3,29±0,42 ^{a,A}	-3,07±0,09 ^{a,A}	-3,24±0,19 ^{a,B}	-5,99±0,33 ^{b,BC}	-6,06±0,29 ^{b,BC}
	30	-3,66±0,13 ^{b,B}	-3,22±0,08 ^{a,A}	-3,45±0,06 ^{ab,B}	-3,36±0,07 ^{ab,B}	-5,45±0,54 ^{c,AB}	-6,73±0,29 ^{d,C}
	60	-3,87±0,09 ^{b,C}	-3,29±0,51 ^{a,A}	-3,61±0,11 ^{ab,B}	-3,69±0,13 ^{ab,C}	-6,36±0,43 ^{c,C}	-6,50±0,26 ^{c,BC}
	90	-3,95±0,19 ^{c,C}	-3,36±0,31 ^{b,A}	-3,09±0,27 ^{ab,A}	-2,96±0,13 ^{a,A}	-4,85±0,48 ^{d,A}	-5,82±0,08 ^{e,AB}
	120	-3,61±0,07 ^{b,B}	-3,04±0,05 ^{a,A}	-3,14±0,18 ^{ab,A}	-2,90±0,10 ^{a,A}	-5,04±0,14 ^{c,A}	-5,25±0,88 ^{c,A}
b^*	1	13,58±1,58 ^{cd,B}	13,86±1,72 ^{cd,B}	12,70±0,48 ^{d,C}	14,60±0,31 ^{bc,C}	15,93±0,62 ^{ab,C}	16,38±0,31 ^{a,C}
	30	14,45±0,38 ^{c,A}	14,63±1,42 ^{c,AB}	14,70±0,57 ^{c,B}	16,11±0,65 ^{b,B}	16,42±0,59 ^{b,BC}	19,67±0,61 ^{a,A}
	60	14,64±0,37 ^{de,A}	13,69±1,39 ^{e,B}	15,15±0,11 ^{d,AB}	16,59±0,61 ^{c,AB}	17,90±0,79 ^{b,AB}	19,07±1,09 ^{a,AB}
	90	14,10±0,65 ^{c,AB}	14,62±0,35 ^{c,AB}	14,66±0,13 ^{c,B}	16,77±0,24 ^{b,AB}	18,29±1,80 ^{a,A}	18,07±0,39 ^{a,B}
	120	14,70±0,30 ^{e,A}	16,14±0,15 ^{cd,A}	15,54±0,45 ^{de,A}	17,18±0,26 ^{ab,A}	16,59±0,48 ^{bc,BC}	17,69±1,56 ^{a,BC}
H°	1	102,58±0,40 ^{c,D}	103,28±0,21 ^{bc,A}	103,50±0,37 ^{b,A}	102,43±0,87 ^{c,A}	110,60±1,13 ^{a,A}	110,08±0,50 ^{a,A}
	30	104,13±0,36 ^{b,BC}	102,35±0,54 ^{d,B}	103,05±0,54 ^{c,A}	101,73±0,46 ^{d,A}	108,25±1,10 ^{a,BC}	108,83±1,18 ^{a,BC}
	60	104,73±0,68 ^{b,B}	103,33±0,69 ^{c,A}	103,33±0,29 ^{c,A}	102,45±0,62 ^{c,A}	109,45±0,93 ^{a,AB}	108,73±0,33 ^{a,BC}
	90	105,70±1,41 ^{b,A}	102,33±0,29 ^{c,B}	101,83±0,99 ^{c,B}	99,70±0,36 ^{d,B}	104,48±1,08 ^{b,D}	107,85±0,39 ^{a,B}
	120	103,70±0,50 ^{b,C}	100,58±0,22 ^{c,C}	101,38±0,82 ^{c,B}	99,50±0,27 ^{d,B}	106,86±0,87 ^{a,C}	106,35±1,33 ^{a,C}
C^*	1	13,91±1,62 ^{bc,B}	14,23±1,77 ^{bc,B}	13,06±0,49 ^{c,C}	14,95±0,28 ^{b,C}	17,00±0,54 ^{a,B}	17,24±0,18 ^{a,C}
	30	14,90±0,39 ^{d,A}	14,97±0,41 ^{d,AB}	15,08±0,56 ^{d,B}	16,45±0,64 ^{c,B}	17,30±0,72 ^{b,B}	20,79±0,53 ^{a,A}
	60	15,13±0,34 ^{de,A}	14,07±1,47 ^{e,B}	15,82±0,54 ^{d,A}	16,99±0,60 ^{c,AB}	18,63±0,44 ^{b,A}	20,14±1,12 ^{a,AB}
	90	15,14±0,61 ^{c,A}	14,99±0,35 ^{c,AB}	14,98±0,13 ^{c,B}	17,02±0,24 ^{b,AB}	17,03±0,56 ^{b,B}	18,67±0,54 ^{a,BC}
	120	15,13±0,28 ^{d,A}	16,42±0,14 ^{bc,A}	15,85±0,43 ^{cd,A}	17,42±0,27 ^{b,A}	17,34±0,43 ^{b,B}	18,45±1,74 ^{a,C}
ΔE	-	3,23±1,63	2,49±1,52	3,19±0,40	4,66±0,94	2,23±0,95	4,20±2,08

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-f}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-D}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

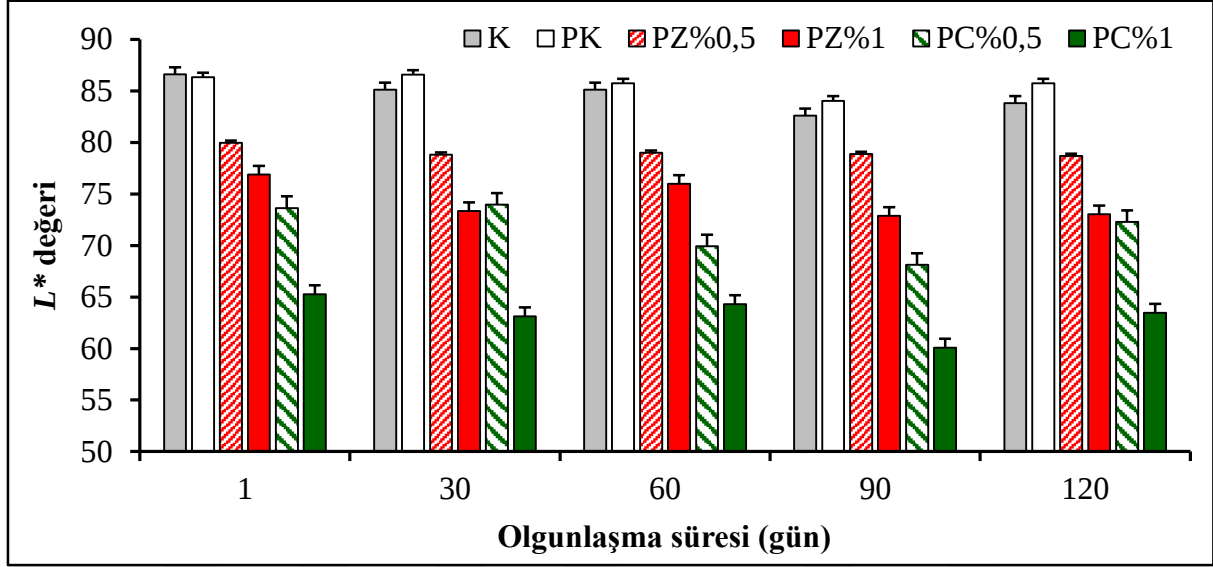
Tablo 19. Beyaz Peynir Örneklerinin Renk Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnekler	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>H</i> °	<i>C</i> *
K	10	84,66±1,47 ^b	-3,63±0,37 ^b	14,29±0,84 ^d	104,17±1,27 ^b	14,84±0,87 ^d
PK	10	85,69±1,28 ^a	-3,24±0,31 ^a	14,58±1,27 ^d	102,37±1,09 ^c	14,94±1,27 ^d
PZ%0,5	10	79,07±0,69 ^c	-3,27±0,26 ^a	14,55±1,07 ^d	102,62±1,05 ^c	14,96±1,12 ^d
PZ%1	10	74,43±1,99 ^d	-3,23±0,32 ^a	16,25±1,00 ^c	101,16±1,43 ^d	16,57±0,97 ^c
PC%0,5	10	71,59±2,77 ^e	-5,54±0,69 ^c	17,03±1,28 ^b	107,93±2,37 ^a	17,47±0,78 ^b
PC%1	10	63,24±3,32 ^f	-6,07±0,67 ^d	18,18±1,43 ^a	108,37±1,48 ^a	19,06±1,57 ^a
Bitki çeşidi	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>H</i> °	<i>C</i> *
Kontrol	20	85,17±1,45 ^a	-3,43±0,39 ^a	14,44±1,07 ^c	103,27±1,48 ^b	14,89±1,08 ^c
ZYT	20	76,74±2,77 ^b	-3,25±0,29 ^a	15,40±1,34 ^b	101,89±1,44 ^c	15,76±1,32 ^b
CYT	20	67,41±5,19 ^c	-5,80±0,72 ^b	17,60±1,46 ^a	108,15±1,96 ^a	18,26±1,46 ^a
<i>P</i>		**	**	**	**	**
Bitki oranı	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>H</i> °	<i>C</i> *
Kontrol	20	85,17±1,45 ^a	-3,43±0,39 ^a	14,44±1,07 ^c	103,27±1,48 ^b	14,89±1,08 ^c
%0,5	20	75,33±4,28 ^b	-4,41±1,26 ^b	15,79±1,71 ^b	105,27±3,24 ^a	16,21±1,59 ^b
%1	20	68,83±6,28 ^c	-4,65±1,53 ^b	17,21±1,56 ^a	104,76±3,92 ^a	17,81±1,80 ^a
<i>P</i>		**	**	**	*	**
Olgunlaşma süresi (gün)	n	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>H</i> °	<i>C</i> *
1	12	78,12±7,70 ^a	-4,12±1,41 ^b	14,51±1,61 ^b	105,41±3,63 ^a	15,06±1,83 ^c
30	12	76,82±8,18 ^b	-4,31±1,37 ^c	15,99±1,91 ^a	104,72±2,94 ^b	16,58±2,18 ^{ab}
60	12	76,68±8,19 ^b	-4,55±1,39 ^d	16,17±2,06 ^a	105,33±2,86 ^a	16,80±2,35 ^a
90	12	74,43±8,67 ^c	-4,00±1,08 ^b	16,08±1,88 ^a	103,65±2,85 ^c	16,31±1,47 ^b
120	12	76,17±7,82 ^b	-3,83±1,03 ^a	16,31±1,20 ^a	103,06±2,95 ^d	16,77±1,31 ^{ab}

^{a-f}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Renk parametreleri üzerindeki simgeler dışında; *: $P<0,05$, **: $P<0,01$ ifade etmektedir.

L değeri*

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen L^* değerleri Tablo 18 ve Şekil 17’de verilmiştir. En düşük L^* değeri (100: beyaz, 0: siyah) 90. günde PC%1 örneğinde (60,08), en yüksek L^* değeri 1. günde K örneğinde (86,63) tespit edilmiştir (Şekil 17). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ($P<0,01$) ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksyonunun L^* değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,05$) bulunmuştur (Tablo17).



Şekil 17. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince L^* değerindeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Tablo 19), örnek değişkenine bağlı en düşük L^* değeri PC%1 örneğinde (63,24) belirlenmiş, en yüksek L^* değeri ise PK örneğinde (85,69) saptanmıştır ($P<0,01$). Bitki ilavesi kontrol gruba (85,17) kıyasla L^* değerini düşürmüş, en düşük L^* değeri CYT içeren grupta (67,41) saptanmıştır ($P<0,01$). Bitki oranındaki artışla L^* değeri (68,83-85,17) de azalmıştır ($P<0,01$). Bu araştırma sonuçlarıyla paralel olarak Mazinani *et al.* (2016) tarafından *S. platensis* ve nane; El-Sayed (2020) tarafından ıspanak tozu oranı artışıyla L^* değerinin azaldığı rapor edilmiştir. Ancak, Golmakani *et al.* (2019), *S. platensis* ilavesinin kontrol gruba göre L^* değerini düşürdüğünü, konsantrasyonlar arasında istatistiksel olarak fark olmadığını tespit etmişlerdir.

Olgunlaşma süresince L^* değeri (78,12-76,17) genel olarak azalmış, 30., 60. ve 120. günler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamış ($P>0,05$), diğer günlerde farklı bulunmuştur ($P<0,01$). Bu sonuç, peynirlerin olgunlaşması süresince meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlarla çeşitli bileşiklerin oluşması veya bitki katkılı peynirlerde klorofil pigmentlerinin boyar özelliklerinden kaynaklanmış olabilir. Mazinani *et al.* (2016) de olgunlaşma süresince peynirlerde parlaklığın azaldığını tespit etmişlerdir. L^* değeri ile klorofil *a* ($r= -0,882$), klorofil *b* ($r= -0,889$), toplam klorofil ($r= -0,888$), a^* değeri ($r= -0,795$) ve b^*

değeri ($r = -0,858$) arasındaki önemli ($P < 0,01$) güçlü negatif korelasyonlar da bunu desteklemektedir (Tablo 20).

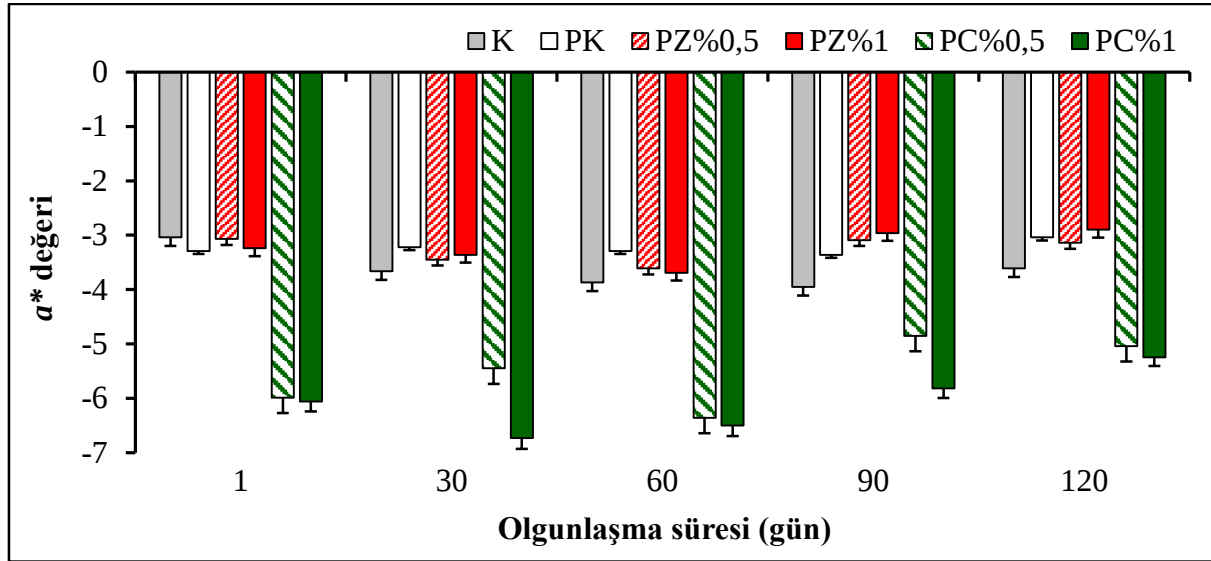
Araştırma sonuçları; Golmakani *et al.* (2019) tarafından *S. platensis* ilaveli probiyotik UF-Feta peynirlerde, Tarakçı and Deveci (2019) tarafından baharat ilaveli Beyaz peynirlerde, Suna (2020) tarafından mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tespit edilen değerlerle benzerlik gösterirken; Mazinani *et al.* (2016) tarafından *S. platensis* ve nane ilaveli probiyotik UF-Feta peynirlerde, El-Sayed (2020) tarafından ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde ve Vukić *et al.* (2021) tarafından adaçayı ve kombucha ilaveli peynirlerde olgunlaşma süresince tespit edilen L^* değerlerinden farklı bulunmuştur.

a* değeri

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen a^* değerleri Tablo 18 ve Şekil 18’de verilmiştir. En düşük a^* değeri (+: kırmızı, -: yeşil) 120. günde $PZ_{\%1}$ örneğinde (-2,90), en yüksek değer 30. günde $PC_{\%1}$ örneğinde (-6,73) tespit edilmiştir (Şekil 18). Varyans analizi sonucunda (Tablo 17), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin a^* değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 19)’na göre a^* değeri -3,23 ile -6,07 aralığında değişim göstermiş ($P < 0,01$) PK, $PZ_{\%0,5}$ ve $PZ_{\%1}$ örnekleri arasında fark çıkmamıştır ($P > 0,05$). Bitki çeşidi bakımından ise kontrol grup (-3,43) ile ZYT içeren peynir grubu (-3,25) arasında a^* değeri bakımından fark çıkmamış olup, CYT ilavesi a^* değerini (-5,80) önemli derecede artırmıştır ($P < 0,01$). Bu sonuç, CYT (2181,40 $\mu\text{g/g}$)’nin ZYT (696,71 $\mu\text{g/g}$)’ye kıyasla yüksek miktarda klorofil içermesine (Tablo 12) bağlı olarak yeşil renk değerinin (-9,37) daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir (Tablo 11). Ayrıca, CYT’nin toz ürün özelliklerine bağlı olarak, yoğunluğunun daha az ve hacimce fazla yer kaplaması da renk özelliklerini etkilemiş olabilir (Tablo 12). Bu nedenle, peynirlere aynı seviyelerde bitki ilave edilmesine rağmen, CYT içeren gruplarda bitki yoğunluğu daha fazla algılanmış ve bu durum duyuşal renk özelliklerine yansımıştır. Bitki oranları arasında da a^* değeri bakımından fark bulunmazken, kontrol gruba (-3,43) kıyasla bitki ilavesi yeşil renk değerini (-4,41 ile -4,65) önemli derecede artırmıştır ($P < 0,01$). Benzer olarak; Mazinani *et al.* (2016) *S. platensis* ve nane, Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis*, El-Sayed (2020) ıspanak seviyesindeki artışla birlikte a^* değerinin arttığını bildirmişlerdir.

Olgunlaşma süresince a^* değeri 60. güne kadar artarken (-4,55), diğer günlerde (-3,83) azalmıştır ($P<0,01$). Benzer olarak, olgunlaşma süresince Mazinani *et al.* (2016) a^* değerinin arttığını tespit ederken; Golmakani *et al.* (2019) a^* değerinin azaldığını belirlemişlerdir.

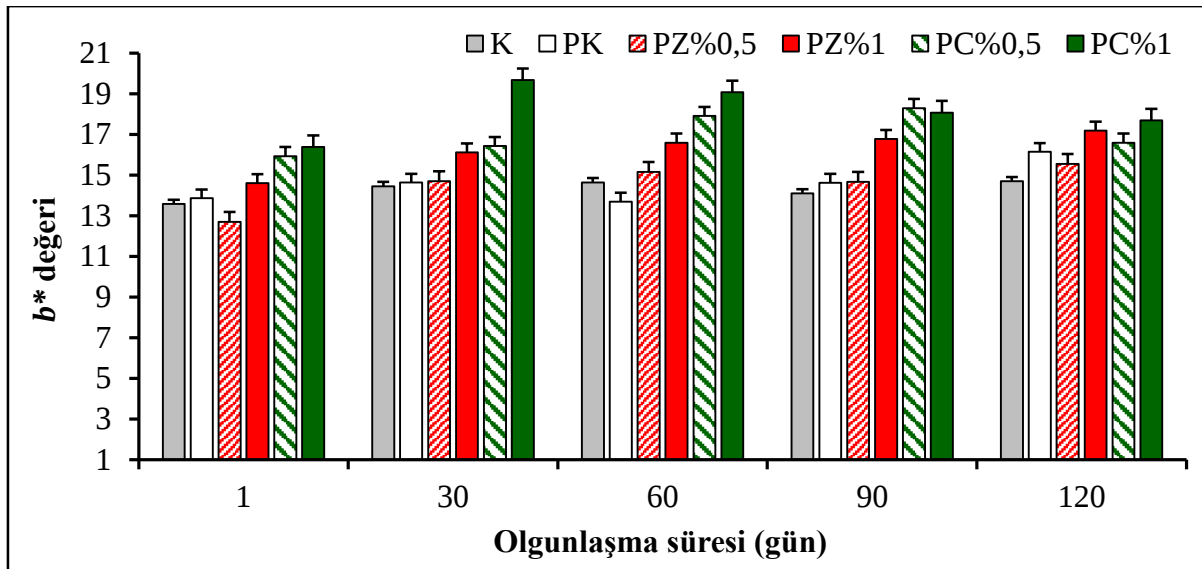


Şekil 18. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince a^* değerindeki değişim

Araştırma sonuçları; Mazinani *et al.* (2016) tarafından *S. platensis* ve nane ilaveli probiyotik UF-Feta peynirlerde, Suna (2020) tarafından mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde, Golmakani *et al.* (2019) tarafından *S. platensis* ilaveli probiyotik UF-Feta peynirlerde olgunlaşma süresince tespit edilen değerlerle benzerlik gösterirken; Tarakçı and Deveci (2019) tarafından baharat ilaveli Beyaz peynirlerde, El-Sayed (2020) tarafından ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde ve Vukić *et al.* (2021) tarafından adaçayı ve kombucha ilaveli peynirlerde olgunlaşma süresince tespit edilen a^* değerlerinden farklı bulunmuştur. Korelasyon analiz sonuçları; a^* değeri ile klorofil a ($r= 0,801$), klorofil b ($r= 0,796$), toplam klorofil ($r= 0,804$), b^* değeri ($r= 0,724$), H^o değeri ($r= 0,938$) ve C^* ($r= 0,797$) değeri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü bir pozitif ilişkinin olduğunu göstermiştir (Tablo 20).

b^* değeri

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen b^* değerleri Tablo 18 ve Şekil 19'da verilmiştir. En düşük b^* değeri (+: sarı, -: mavi) 1. günde PZ%0,5 örneğinde (12,70), en yüksek b^* değeri 30. günde PC%1 örneğinde (19,67) tespit edilmiştir (Şekil 19). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi etkileşiminin peynir örneklerinin b^* değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 17).



Şekil 19. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince b^* değerindeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 19)'na göre b^* değeri 14,29-18,18 aralığında değişim göstermiş ($P<0,01$) K, PK ve PZ%0,5 örnekleri arasında fark çıkmamıştır. Bitki ilavesi kontrol gruba (14,44) kıyasla b^* değerini artırmış ve en yüksek değer CYT içeren grupta (17,60) saptanmıştır ($P<0,01$). Bitki oranındaki artışla birlikte b^* değeri (14,44-17,21) artmıştır ($P<0,01$). Benzer olarak, Mazinani *et al.* (2016) *S. platensis* ve nane ilavesinin peynirde b^* değerini artırdığını tespit ederken; Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis*, El-Sayed (2020) ıspanak seviyesindeki artışla birlikte b^* değerinin azalttığını rapor etmişlerdir.

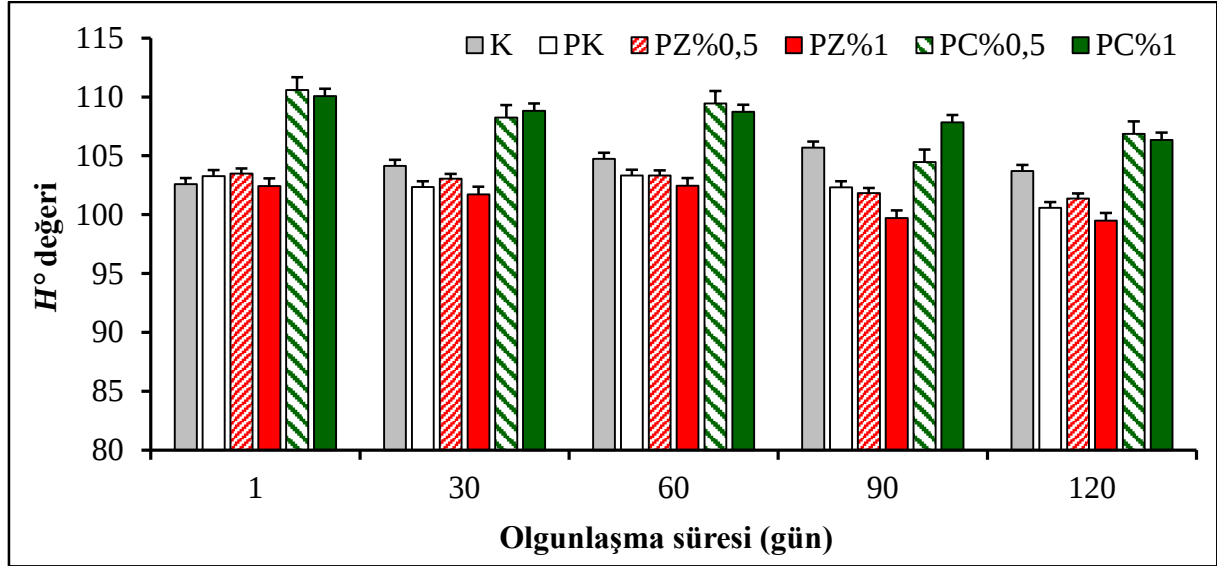
Olgunlaşma süresince ise b^* değeri 14,51-16,31 aralığında değişim göstermiş ($P<0,01$), 30. günden sonra b^* değeri istatistiksel olarak farksız bulunmuştur ($P>0,05$). Korelasyon analizi sonucunda; b^* değeri ile klorofil *a* ($r= 0,681$), klorofil *b* ($r= 0,698$), toplam klorofil ($r= 0,690$) ve C^* değeri ($r= 0,797$) arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 20).

Araştırma sonuçları; Tarakçı and Deveci (2019) tarafından baharat ilaveli Beyaz peynirlerde, El-Sayed (2020) tarafından ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde belirlenen değerlerle benzerlik gösterirken; Mazinani *et al.* (2016) tarafından *S. platensis* ve nane ilaveli probiyotik UF-Feta peynirlerde, Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis* ilaveli probiyotik UF-Feta peynirlerde, Suna (2020) tarafından mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde ve Vukić *et al.* (2021) adaçayı ve kombucha ilaveli peynirlerde olgunlaşma süresince tespit edilen b^* değerlerinden farklı bulunmuştur.

H° değeri

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen H° değerleri Tablo 18 ve Şekil 20'de verilmiştir. En düşük H° değeri (renk ton açısı; 90° : sarı, 180° : yeşil) 120.

günde PZ%₁ örneğinde (99,50), en yüksek değer 1. günde PC%_{0,5} örneğinde (110,60) tespit edilmiştir (Şekil 20). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin H° değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 17).



Şekil 20. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince H° değerindeki değişim

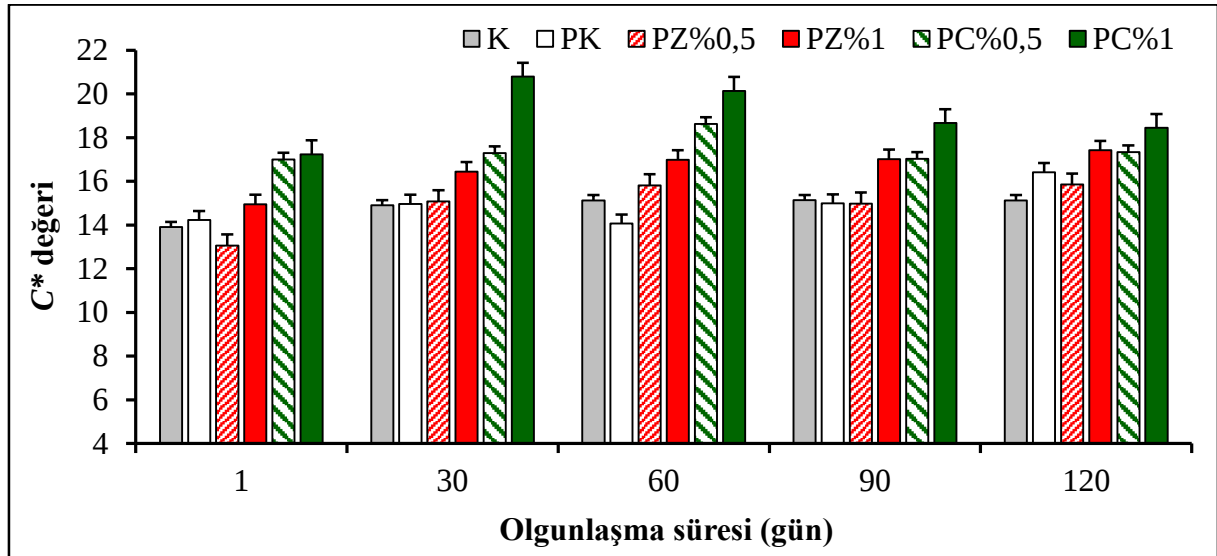
Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 19)'na göre, örnek değişkenine bağlı H° değeri 101,16-108,37 aralığında değişim göstermiştir ($P<0,01$). ZYT ilavesi kontrol gruba (103,27) kıyasla H° değerini (101,89) düşürürken, CYT ilavesi H° değerini (108,15) artırmıştır ($P<0,01$). Bitki oranları arasında ise H° değeri bakımından fark bulunmazken, kontrol gruba (103,27) kıyasla bitki ilavesi H° değerini (104,76-105,27) artırmıştır ($P<0,05$). Olgunlaşma süresince ise H° değeri (105,41'den 103,06'e) genel olarak azalmıştır ($P<0,01$).

Tüm peynir örneklerinin H° değerleri, 90° ile 180° arasında olması nedeniyle sarı-yeşil bölgedeki bir rengi temsil etmektedir. Renk açısı 90° 'den uzaklaştıkça renk yeşil tonlarında koyulaşmaktadır. Yapılan korelasyon analiz sonucunda; H° değeri ile klorofil a ($r= 0,706$) ve toplam klorofil ($r= 0,705$) arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif ilişki tespit edilmiştir. Buna karşın; H° değeri ile klorofil b ($r= 0,690$) ve C^* değeri ($r= 0,554$) arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) orta derecede pozitif ilişki tespit edilmiştir (Tablo 20).

C* değeri

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen C^* değerleri Tablo 18 ve Şekil 21'de verilmiştir. Rengin yoğunluğunu ifade eden C^* değeri en düşük 1. günde PZ%_{0,5} örneğinde (13,06), en yüksek 30. günde PC%₁ örneğinde (20,79) tespit edilmiştir (Şekil 21). Varyans analizi sonucunda (Tablo 17), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek

× olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin C^* değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 21. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince C^* değerindeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 19)'na göre, C^* değeri 14,84-19,06 aralığında değişim göstermiş ($P<0,01$), K, PK ve PZ%0,5 örnekleri arasında fark çıkmamıştır ($P>0,05$). Bitki ilavesi kontrol gruba (14,89) kıyasla C^* değerini artırmış ve en yüksek değerler CYT içeren grupta (18,26) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bu durum; L^* , a^* ve b^* değerlerinde olduğu gibi CYT'nin klorofil içeriği ve toz ürün özelliklerinden kaynaklı yeşil renk değerinin daha yüksek olması ve bitki yoğunluğunun daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Bitki oranındaki artışla birlikte de C^* değeri (14,89-17,81) artmıştır ($p<0,01$). Olgunlaşma süresince ise C^* değeri 15,06-16,80 aralığında değişim göstermiş ve 1. güne kıyasla C^* değeri diğer günlerde artmıştır ($P<0,01$).

Renk farkı (ΔE)

Deneme Beyaz peynirlerde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonu (120. gün) arasında meydana gelen renk değişimlerini belirlemek amacıyla ΔE hesaplanmış ve değerler Tablo 18'de verilmiştir. ΔE değerleri 2,23-4,66 aralığında değişim göstermiş olup, örnekler arasındaki renk farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Yani, renk özellikleri üzerine olgunlaşma süresinin etkisi bütün örneklerde aynı olmuştur. Vukić *et al.* (2021) ise adaçayı ve kombucha ilaveli peynirlerde ΔE değerinin 1,82-4,08 aralığında değişim gösterdiğini ve örnekler arasındaki farkın önemli ($P<0,05$) olduğunu tespit etmişlerdir.

Tablo 20. Beyaz Peynir Örneklerinin Renk Özellikleri ve Klorofil İçerikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları

	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>H</i> ^o	<i>C</i> *	Klorofil <i>a</i>	Klorofil <i>b</i>
<i>a</i> *	-0,765**						
<i>b</i> *	-0,858**	0,724**					
<i>H</i> ^o	-0,571**	0,938**	0,446*				
<i>C</i> *	-0,859**	0,797**	0,973**	0,554**			
Klorofil <i>a</i>	-0,882**	0,801**	0,681**	0,706**	0,726**		
Klorofil <i>b</i>	-0,889**	0,796**	0,698**	0,690**	0,736**	0,973**	
Toplam klorofil	-0,888**	0,804**	0,690**	0,705**	0,734**	0,998**	0,986**

Korelasyon: "çok zayıf" (0,00-0,10), "zayıf" (0,10-0,39), "orta" (0,40-0,69), "güçlü" (0,70-0,89) ve "çok güçlü" (0,90-1,0), *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Deneme Beyaz peynir örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 21'de, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 22 ve Tablo 23'de toplu olarak verilmiştir. Örneklerin mikrobiyolojik ve bazı fizikokimyasal özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları ise Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 21. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri		
		TAMB	Laktobasil	Laktokok
Örnek (A)	5	30,591**	204,533**	43,007**
Olgunlaşma (B)	4	1997,287**	1966,230**	1900,882**
A × B	20	6,484**	31,346**	32,954**
Hata	90			
Genel	120			
Varyasyon kaynağı	SD	<i>L. acidophilus</i> LA-5	Canlılık oranı (2.ay)	Canlılık oranı (4.ay)
Örnek (A)	4	10,465**	343,357**	108,662**
Olgunlaşma (B)	4	1130,854**	-	-
A × B	16	5,389**	-	-
Hata	75			
Genel				

SD: Serbestlik derecesi, **: $P < 0,01$.

Tablo 22. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarına Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Mikrobiyolojik (log kob/g)	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC %0,5	PC %1
TAMB	1	9,48±0,24 ^{a,A}	9,34±0,18 ^{a,A}	9,43±0,14 ^{a,A}	9,53±0,20 ^{a,A}	9,38±0,23 ^{a,A}	9,38±0,35 ^{a,A}
	30	7,92±0,10 ^{b,B}	8,52±0,05 ^{a,B}	8,48±0,06 ^{a,B}	8,41±0,14 ^{a,B}	8,06±0,14 ^{b,B}	8,39±0,16 ^{a,B}
	60	7,56±0,05 ^{c,C}	8,00±0,07 ^{b,C}	8,18±0,04 ^{a,C}	8,14±0,07 ^{a,C}	7,56±0,05 ^{c,C}	8,20±0,15 ^{a,B}
	90	6,15±0,04 ^{d,D}	6,71±0,12 ^{c,D}	6,71±0,04 ^{c,D}	6,83±0,13 ^{b,D}	6,60±0,06 ^{c,D}	7,13±0,04 ^{a,C}
	120	6,04±0,05 ^{c,D}	6,30±0,03 ^{ab,E}	6,34±0,01 ^{ab,E}	6,14±0,20 ^{bc,E}	6,36±0,06 ^{a,E}	6,30±0,24 ^{ab,D}
Laktobasil	1	9,39±0,47 ^{a,A}	9,46±0,31 ^{a,A}	9,23±0,55 ^{a,A}	9,56±0,23 ^{a,A}	9,56±0,28 ^{a,A}	9,29±0,57 ^{a,A}
	30	5,84±0,07 ^{b,B}	7,95±0,20 ^{a,B}	8,08±0,17 ^{a,B}	8,01±0,09 ^{a,B}	7,92±0,43 ^{a,B}	8,11±0,12 ^{a,B}
	60	3,44±0,03 ^{d,C}	7,56±0,08 ^{b,C}	6,91±0,11 ^{c,C}	7,02±0,14 ^{c,C}	7,60±0,04 ^{b,B}	7,87±0,06 ^{a,B}
	90	3,96±0,02 ^{e,D}	5,26±0,08 ^{c,D}	5,95±0,08 ^{a,D}	4,99±0,01 ^{d,D}	5,59±0,13 ^{b,C}	5,67±0,29 ^{b,C}
	120	2,39±0,10 ^{d,E}	3,14±0,07 ^{c,E}	3,15±0,17 ^{c,E}	4,13±0,18 ^{b,E}	4,51±0,04 ^{a,D}	4,72±0,42 ^{a,D}
Laktokok	1	9,47±0,38 ^{a,A}	9,35±0,29 ^{a,A}	9,40±0,30 ^{a,A}	9,48±0,28 ^{a,A}	9,41±0,35 ^{a,A}	9,34±0,37 ^{a,A}
	30	5,54±0,07 ^{d,D}	7,84±0,10 ^{a,B}	7,80±0,07 ^{ab,B}	7,87±0,09 ^{a,B}	7,68±0,07 ^{b,B}	7,47±0,13 ^{c,B}
	60	6,46±0,11 ^{e,B}	7,36±0,06 ^{c,C}	7,43±0,03 ^{bc,C}	7,51±0,04 ^{b,C}	6,58±0,07 ^{d,C}	7,71±0,05 ^{a,B}
	90	5,93±0,07 ^{b,C}	6,20±0,06 ^{a,D}	6,19±0,03 ^{a,D}	5,44±0,07 ^{d,D}	5,73±0,03 ^{c,D}	6,14±0,04 ^{a,C}
	120	5,72±0,01 ^{a,CD}	5,80±0,16 ^{a,E}	5,40±0,37 ^{b,E}	5,33±0,17 ^{b,D}	4,85±0,03 ^{c,E}	4,81±0,01 ^{c,D}
<i>L. acidophilus</i> LA-5	1	< 2	8,49±0,34 ^{a,A}	8,48±0,34 ^{a,A}	8,50±0,35 ^{a,A}	8,40±0,44 ^{a,A}	8,53±0,24 ^{a,A}
	30	< 2	7,43±0,34 ^{b,B}	7,60±0,14 ^{ab,B}	7,64±0,24 ^{ab,B}	7,63±0,40 ^{ab,B}	8,03±0,11 ^{a,B}
	60	< 2	6,57±0,06 ^{c,C}	6,10±0,12 ^{d,C}	6,02±0,21 ^{d,C}	6,88±0,14 ^{b,C}	7,37±0,08 ^{a,C}
	90	< 2	5,25±0,05 ^{a,D}	4,83±0,21 ^{ab,D}	4,44±0,28 ^{b,D}	4,70±0,39 ^{b,D}	4,60±0,41 ^{b,D}
	120	< 2	3,60±0,26 ^{ab,E}	3,43±0,18 ^{ab,E}	3,62±0,24 ^{ab,E}	4,15±0,17 ^{a,E}	3,98±0,09 ^{a,E}
Maya ve küf	1-120	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Koliform bakteri	1-120	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<i>E. coli</i>	1-120	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-e}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-E}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

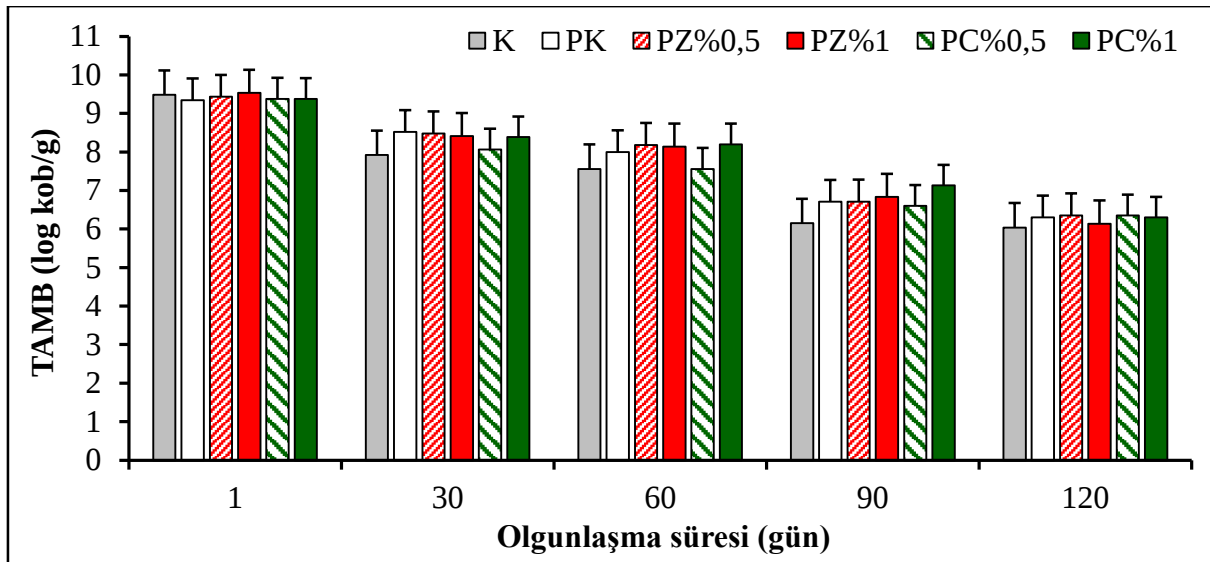
Tablo 23. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçlarına Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnekler	n	TAMB (log kob/g)	Laktobasil (log kob/g)	Laktokok (log kob/g)	<i>L. acidophilus</i> LA-5 (log kob/g)
K	10	7,42±1,30 ^d	5,00±2,53 ^c	6,62±1,50 ^d	<1
PK	10	7,77±1,16 ^b	6,67±2,28 ^b	7,31±1,30 ^a	6,27±1,76 ^b
PZ _{%0,5}	10	7,83±1,18 ^{ab}	6,66±2,14 ^b	7,24±1,43 ^a	6,08±1,88 ^c
PZ _{%1}	10	7,81±1,24 ^{ab}	6,74±2,03 ^b	7,13±1,62 ^b	6,04±1,91 ^c
PC _{%0,5}	10	7,59±1,13 ^c	7,03±1,84 ^{ba}	6,85±1,63 ^c	6,35±1,72 ^{ab}
PC _{%1}	10	7,88±1,11 ^a	7,13±1,75 ^a	7,09±1,58 ^b	6,50±1,91 ^a
Bitki çeşidi	n	TAMB (log kob/g)	Laktobasil (log kob/g)	Laktokok (log kob/g)	<i>L. acidophilus</i> LA-5 (log kob/g)
Kontrol	20	7,60±1,23 ^a	5,84±2,52 ^b	6,97±1,43 ^a	6,27±1,74 ^a
ZYT	20	7,82±1,19 ^a	6,70±2,06 ^{ab}	7,18±1,51 ^a	6,06±1,87 ^a
CYT	20	7,73±1,11 ^a	7,08±1,78 ^a	6,97±1,59 ^a	6,43±1,80 ^a
P		ns	*	ns	ns
Bitki oranı	n	TAMB (log kob/g)	Laktobasil (log kob/g)	Laktokok (log kob/g)	<i>L. acidophilus</i> LA-5 (log kob/g)
Kontrol	20	7,60±1,23 ^a	5,84±2,52 ^b	6,97±1,43 ^a	6,27±1,74 ^a
%0,5	20	7,71±1,14 ^a	6,85±1,98 ^a	7,05±1,53 ^a	6,22±1,79 ^a
%1	20	7,84±1,16 ^a	6,94±1,88 ^a	7,11±1,58 ^a	6,27±1,90 ^a
P		ns	*	ns	ns
Olgunlaşma süresi (gün)	n	TAMB (log kob/g)	Laktobasil (log kob/g)	Laktokok (log kob/g)	<i>L. acidophilus</i> LA-5 (log kob/g)
1	12	9,42±0,22 ^a	9,41±0,40 ^a	9,41±0,30 ^a	8,48±0,31 ^a
30	12	8,30±0,25 ^b	7,65±0,85 ^b	7,37±0,85 ^b	7,62±0,32 ^b
60	12	7,94±0,29 ^c	6,73±1,54 ^c	7,17±0,49 ^c	6,58±0,48 ^c
90	12	6,69±0,31 ^d	5,24±0,67 ^d	5,94±0,29 ^d	4,84±0,40 ^d
120	12	6,24±0,16 ^e	3,67±0,87 ^e	5,32±0,42 ^e	3,73±0,32 ^e

^{a-e}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. **ns**: no significant/önemli değil, *****: $P < 0,05$.

TAMB sayısı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TAMB sayısı Tablo 22 ve Şekil 22’de verilmiştir. En düşük TAMB sayısı 120. günde K örneğinde (6,04 log kob/g) belirlenirken, en yüksek değer 1. günde PZ_{%1} örneğinde (9,53 log kob/g) tespit edilmiştir (Şekil 22). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun TAMB sayısı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur (Tablo 21).



Şekil 22. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TAMB sayısındaki değişim

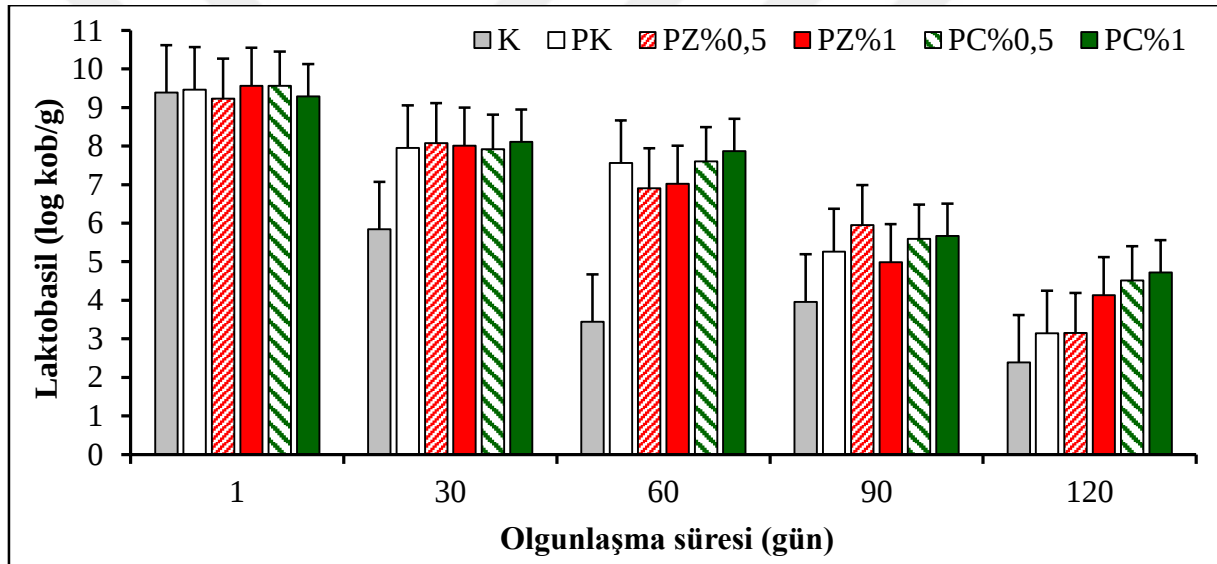
TAMB sayısı üzerine örnek değişkeni ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 23’de verilmiştir. En düşük TAMB sayısı K örneğinde (7,42 log kob/g), en yüksek TAMB sayısı PC%₁ (7,88 log kob/g) örneğinde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bitki ilavesi TAMB sayısını artırmasına karşın, örnekler arasındaki fark önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. Olgunlaşma süresince TAMB sayısı (9,42-6,24 log kob/g) azalmıştır ($P<0,01$). Benzer azalış, Uzkuç and Karağül Yüceer (2023) tarafından olgunlaşma süresince keçi peynirinde de tespit edilmiştir. Bu sonuç, olgunlaşma süresince peynirde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar ile peynir bileşimindeki farklılıklardan veya peynir mikrobiyotasındaki değişimlerden kaynaklanmış olabilir. Nitekim, korelasyon analizi sonuçları (Tablo 24) da TAMB sayısı ile asitlik değeri ($r = -0,786$, $P<0,01$) arasında güçlü bir negatif ilişki olduğunu doğrularken; TAMB sayısı ile pH ($r = 0,666$), kurumadde ($r = 0,636$), protein ($r = 0,574$) ve yağ ($r = 0,697$) arasında önemli ($P<0,01$) orta derecede pozitif ilişkiler olduğunu göstermiştir. Mikrobiyolojik olarak da TAMB sayısı ile laktobasil ($r = 0,929$), laktokok ($r = 0,948$) ve *L. acidophilus* LA-5 ($r = 0,960$) sayıları arasında önemli ($P<0,01$) güçlü pozitif ilişkiler belirlenmiştir.

Deneme peynirlerde belirlenen TAMB sonuçları; Agboola and Radovanovic-Tesic (2002) tarafından olgunlaşma süresince (90 gün) otlu peynirlerde 6,00-7,14 log kob/g olarak; Özsoy (2012) tarafından Ezine peynirinde olgunlaşma süresince (180 gün) 7,36-9,11 log kob/g olarak; Halıcı Demir (2021) tarafından inek, koyun ve keçi sütlerinden üretilen Edirne Beyaz peynirinde olgunlaşma süresince (180 gün) 7,36-9,11 log kob/g olarak; Suna and Yılmaz-Ersan (2022) tarafından mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 4,48-8,37 log kob/g olarak; Ertürkmen vd (2022) tarafından Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 7,01-9,94 log kob/g olarak; Kamel *et al.* (2023) tarafından havuç tozu ilaveli

probiyotik yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (28 gün) 7,35-9,44 log kob/g olarak; Uzkuç and Karagül Yüceer (2023) tarafından çiğ ve pastörize sütlerden üretilen ve 90 gün süreyle olgunlaştırılan keçi peynirlerinde sırasıyla 7,66-10,88 log kob/g ve 4,24-10,34 log kob/g olarak tespit edilen sayılarla uyumludur.

Laktobasil sayısı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen laktobasil sayısı Tablo 22 ve Şekil 23’de verilmiştir. En düşük laktobasil sayısı 120. günde K örneğinde (2,39 log kob/g), en yüksek laktobasil sayısı (9,56 log kob/g) 1. günde PZ%₁ ve PC%_{0,5} örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 23). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin laktobasil sayısı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 21).



Şekil 23. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince laktobasil sayısındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 23)’na göre; örnek değişkenine bağlı en düşük laktobasil sayısı K örneğinde (5,00 log kob/g), en yüksek laktobasil sayısı PC%₁ (7,13 log kob/g) örneğinde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bitki ilavesi kontrol gruba (5,84 log kob/g) kıyasla laktobasil sayısını artırmış olup, en yüksek laktobasil sayısı CYT içeren grupta (7,08 log kob/g) saptanmıştır ($P<0,05$). Bitki oranları arasında ise laktobasil sayısı bakımından fark bulunmazken, bitki ilavesi kontrol gruba (5,84 log kob/g) kıyasla laktobasil sayısını (6,85-6,94 log kob/g) artırmıştır ($P<0,05$). Olgunlaşma süresince ise laktobasil sayısı (9,41-3,67 log kob/g) önemli derecede azalmıştır ($P<0,01$). Benzer şekilde, Uzkuç and Karagül Yüceer (2023) olgunlaşma süresince keçi peynirinde laktobasil sayısının azaldığını tespit etmişlerdir. Bu sonuç, olgunlaşma süresince peynir biyokimyası ve mikrobiyotasında meydana gelen değişimlerden kaynaklanmış olabilir. Nitekim, korelasyon analizi sonuçlarına göre; laktobasil

sayısı ile asitlik miktarı ($r = -0,637$, $P < 0,01$) arasında negatif ilişki belirlenirken, laktobasil sayısı ile pH ($r = 0,498$), kurumadde ($r = 0,614$), protein ($r = 0,552$) ve yağ ($r = 0,624$) arasında önemli düzeyde ($P < 0,01$) orta derecede pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 24).

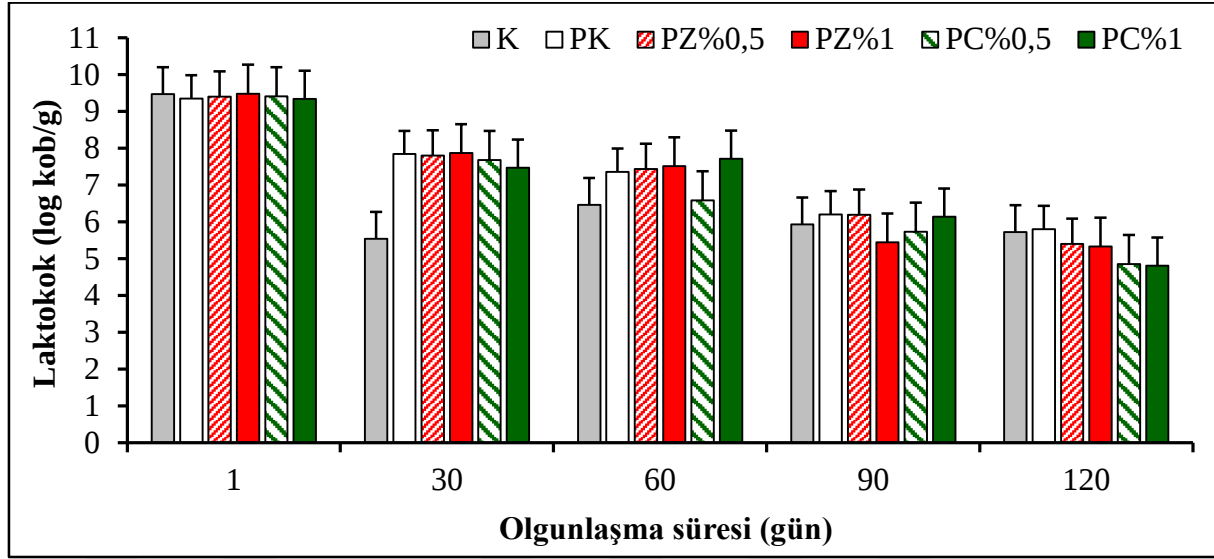
Deneme peynirlerde belirlenen laktobasil sonuçları; Agboola and Radovanovic-Tesic (2002) tarafında olgunlaşma süresince (90 gün) otlu peynirlerde 6,10-7,00 log kob/g olarak; Özsoy (2012) tarafından Ezine peynirinde olgunlaşma süresince (180 gün) 6,05-8,07 log kob/g olarak; Halıcı Demir (2021) tarafından inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettiği Edirne Beyaz peynirinde olgunlaşma süresince (180 gün) 6,21-9,51 log kob/g olarak; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) tarafından mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 4,00-7,92 log kob/g olarak; Ertürkmen vd (2022) tarafından Beyaz peynirde olgunlaşma süresince 6,08-8,79 log kob/g olarak; Kamel *et al.* (2023) tarafından havuç tozu ilaveli probiyotik yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (28 gün) 6,47-8,47 log kob/g olarak; Uzkuç and Karağül Yüceer (2023) tarafından çiğ ve pastörize sütlerden üretilen ve 90 gün süreyle olgunlaştırılan keçi peynirlerinde sırasıyla 8,35-9,85 log kob/g ve 4,20-10,66 log kob/g olarak tespit edilen sayılarla uyumludur.

Laktokok sayısı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen laktokok sayısı Tablo 22 ve Şekil 24’de verilmiştir. En düşük laktokok sayısı 120. günde PC_{%1} örneğinde (4,81 log kob/g) belirlenirken, en yüksek değer olgunlaşmanın 1. gününde PZ_{%1} örneğinde (9,48 log kob/g) tespit edilmiştir (Şekil 24). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin laktokok sayısı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur (Tablo 21).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 23)’na göre, örnek değişkenine bağlı laktokok sayısı 6,62-7,31 log kob/g aralığında değişim göstermiştir ($P < 0,01$). Bitki çeşidi ve bitki oranları bakımından peynir örnekleri arasında laktokok sayısı farksız bulunmuştur ($P > 0,05$). Olgunlaşma süresince ise laktokok sayısı (9,41-5,32 log kob/g) önemli derecede azalmıştır ($P < 0,01$). Benzer şekilde, Uzkuç and Karağül Yüceer (2023) olgunlaşma süresince keçi peynirinde laktokok sayısının azaldığını tespit etmişlerdir. Bu sonuç, olgunlaşma süresince peynir biyokimyası ve mikrobiyotasında meydana gelen değişimlerden kaynaklanmış olabilir. Nitekim, korelasyon analizi sonuçlarına göre; laktokok sayısı ile asitlik miktarı ($r = -0,782$, $P < 0,01$) arasında önemli düzeyde güçlü bir negatif ilişki belirlenirken; laktokok sayısı ile pH ($r = 0,635$), kurumadde ($r = 0,672$), protein ($r = 0,652$), yağ ($r = 0,710$), TAMB sayısı ($r = 0,948$) ve laktobasil sayısı ($r = 0,897$) arasında önemli düzeyde ($P < 0,01$) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 24). Deneme Beyaz peynir örneklerinden laktokokların M-17 agar’da

oluşturduğu koloniler (D) ile metilen mavisi ile basit boyama sonrası mikroskop altındaki görünüşü (C) Şekil 27’de gösterilmiştir.

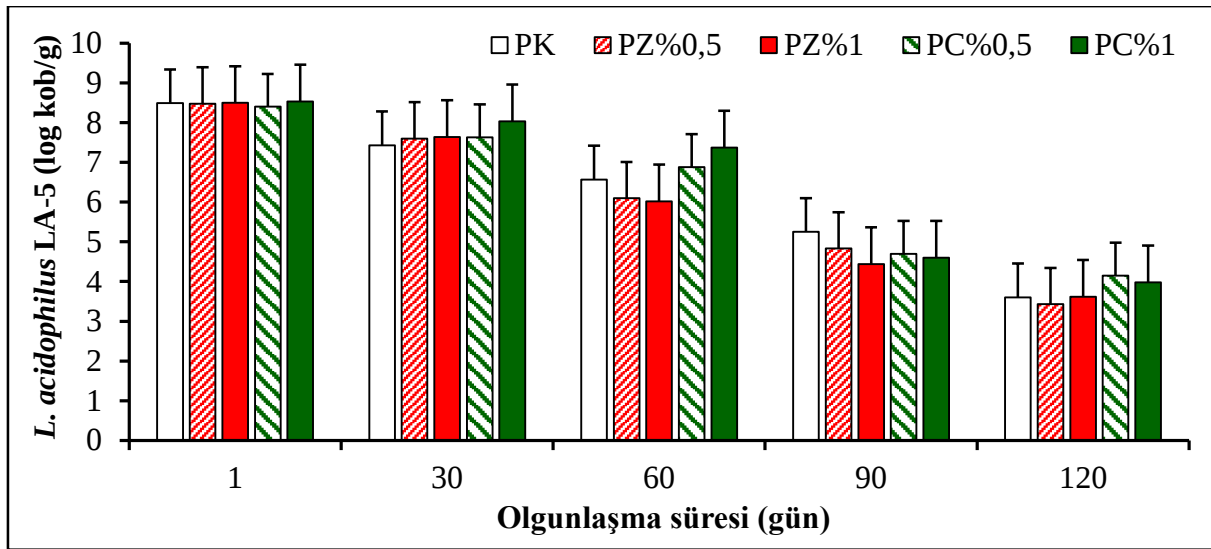


Şekil 24. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince laktokok sayısındaki değişim

Deneme peynirlerde belirlenen laktokok sonuçları; Agboola and Radovanovic-Tesic (2002) tarafından olgunlaşma süresince (90 gün) otlu peynirlerde 6,74-7,86 log kob/g olarak; Halıcı Demir (2021) tarafından inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettiği Edirne Beyaz peynirinde olgunlaşma süresince (180 gün) 6,87-9,22 log kob/g olarak; Ertürkmen vd (2022) tarafından Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 7,42-9,41 olarak; Utkuç and Karağül Yüceer (2023) tarafından çiğ ve pastörize sütlerden üretilen ve 90 gün süreyle olgunlaştırılan keçi peynirlerinde sırasıyla 7,70-10,06 log kob/g ve 5,00-10,92 log kob/g olarak tespit edilen sayılarla uyumludur.

***L. acidophilus* LA-5 sayısı**

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen *L. acidophilus* LA-5 sayısı Tablo 22 ve Şekil 25’de verilmiştir. En düşük *L. acidophilus* LA-5 sayısı 120. günde PZ%0,5 örneğinde (3,43 log kob/g), en yüksek sayı da 1. günde PC%1 (8,53 log kob/g) örneğinde tespit edilmiştir (Şekil 25). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi etkileşiminin probiyotik peynir örneklerinin *L. acidophilus* LA-5 sayısı üzerine olan etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) olduğu saptanmıştır (Tablo 21).



Şekil 25. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince *L. acidophilus* LA-5 sayısındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre (Tablo 23); en düşük *L. acidophilus* LA-5 sayısı ZYT içeren örneklerde (6,04-6,08 log kob/g) belirlenirken, en yüksek *L. acidophilus* LA-5 sayısı %1 CYT içeren örnekte (6,50 log kob/g) saptanmıştır ($P<0,01$). Bitki çeşidi ve bitki oranları bakımından ise peynir örneklerinin *L. acidophilus* LA-5 sayısı istatistiksel olarak birbirlerinden farksız çıkmıştır ($P>0,05$). Olgunlaşma süresince ise *L. acidophilus* LA-5 sayısı (8,48-3,73 log kob/g) önemli derecede azalmıştır ($P<0,01$). Bu araştırma sonuçlarına benzer şekilde, önceki bazı araştırmalarda da olgunlaşma süresince *L. acidophilus* sayısının azaldığı belirtilmiştir (Özer *et al.* 2009; Sadeghi *et al.* 2012; Erkaya and Şengül 2015; Mazinani *et al.* 2016). Probiyotik peynirlerde *L. acidophilus* LA-5 sayısı 60. günden sonra 10^6 kob/g'ın altına düşmüştür. Böylece deneme Beyaz peynirlerin probiyotik raf ömrünün bu araştırma şartlarında 2 ay olduğu söylenebilir. Bu düşüş, deneme Beyaz salamura peynirlerde nispeten düşük pH ve yüksek tuz oranının probiyotik suşların toleransları (asit, tuz vb.) üzerine etki etmesinden kaynaklanmış olabilir (Özer *et al.* 2009). Nitekim, korelasyon analizi de; *L. acidophilus* LA-5 sayısının asitlik derecesi ($r = -0,825$, $P<0,01$) ile güçlü bir negatif ilişkisi ve pH ($r = 0,715$, $P<0,01$) ile güçlü bir pozitif ilişkisinin olduğunu göstermiştir. Ayrıca, *L. acidophilus* LA-5 sayısı ile kurumadde ($r = 0,558$), protein ($r = 0,534$), yağ ($r = 0,665$) arasında önemli ($P<0,01$) orta derecede pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Tablo 24).

Deneme peynirlerde belirlenen *L. acidophilus* sonuçları; Özer *et al.* (2009) tarafından olgunlaşma süresince (90 gün) kontrol probiyotik Beyaz peynirde 6,69-8,97 log kob/g, mikroenkapsüle formda bakteri içeren probiyotik peynirde 8,74-10,41 log kob/g olarak; Sadeghi *et al.* (2012) tarafından kimyon uçucu yağı ilavesiyle üretilen probiyotik İran Beyaz salamura peynirlerde olgunlaşma süresince (75 gün) 6,88-8,87 log kob/g olarak; Mirzaei *et al.* (2012) tarafından olgunlaşma süresince (182 gün) kontrol probiyotik İran Beyaz peynirinde 5,10-12,08 log kob/g, mikroenkapsüle formda bakteri içeren probiyotik peynirde ise 10,08-

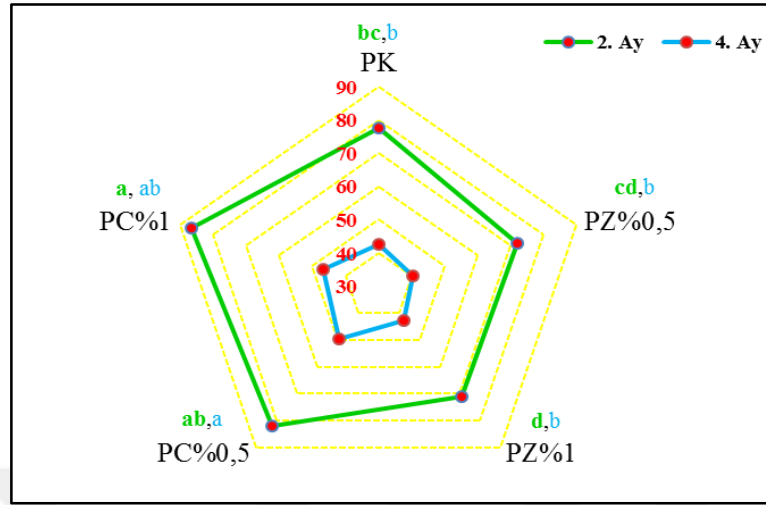
13,04 log kob/g olarak; Erkaya and Şengül (2015) tarafından probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (120 gün) 6,57-8,52 log kob/g olarak; Mazinani *et al.* (2016) tarafından *S. platensis* ve nane ilaveli probiyotik UF-Feta peynirlerde olgunlaşma süresince (45 gün) 6,95-9,0 log kob/g olarak; Suna and Yılmaz-Ersan (2022) tarafından mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 6,48-7,91 log kob/g olarak tespit edilen sayılarla uyumludur. Probiyotik bakteri ilaveli Beyaz peynir örneklerinde *L. acidophilus* LA-5'in MRS-bile agarda oluşturduğu koloniler (A) ile metilen mavisi ile basit boyama sonrası mikroskop altındaki görünüşü (B) Şekil 27'de gösterilmiştir.

Canlılık oranı

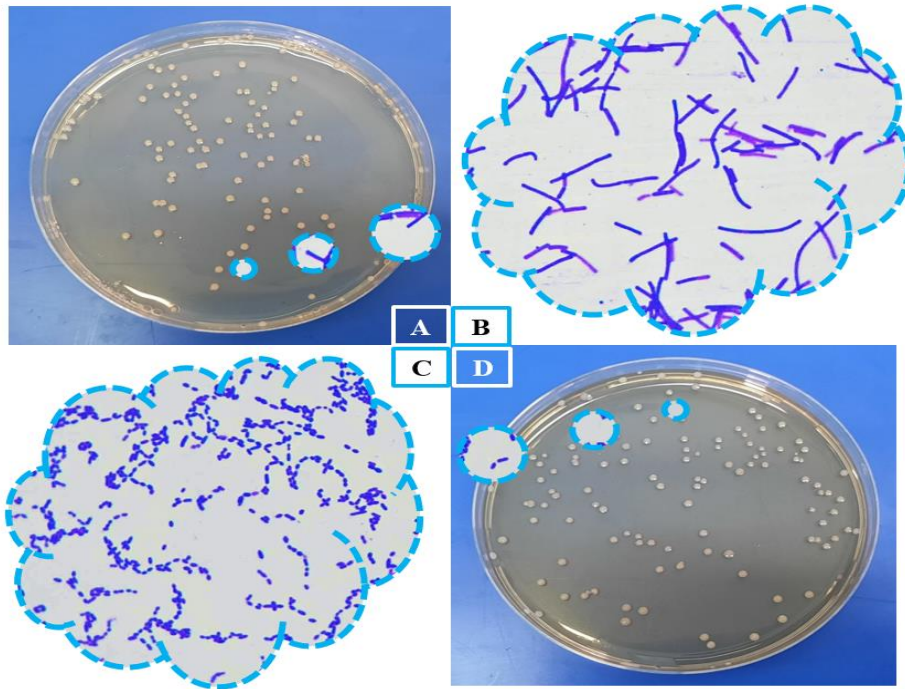
Probiyotik bakteri ilaveli Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın 60. ve 120. günlerinde belirlenen *L. acidophilus* LA-5'in canlılık oranları ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Şekil 26'da gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi olgunlaşmanın 2. ayında en düşük canlılık oranı PZ_{%1} örneğinde (%70,97) belirlenirken, en yüksek canlılık oranı PC_{%1} örneğinde (%86,52) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Olgunlaşmanın 4. ayında ise canlılık oranı %40,58-49,51 aralığında değişmiş ve 2. aya kıyasla canlılık oranında yaklaşık iki kat azalma olmuştur ($P<0,01$) (Şekil 26).

Varyans analizi sonuçları (Tablo 21)'na göre örnek değişkeni *L. acidophilus* LA-5'in canlılık oranı üzerine istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) derecede etkili bulunmuştur. Olgunlaşmanın 2. ayında canlılık oranı bütün örneklerde istatistiksel olarak farklı bulunurken ($P<0,01$), 4. ayda PK, PZ_{%0,5} ve PZ_{%1} örnekleri arasında fark bulunmamıştır. Tüm bu sonuçlardan; ZYT ve CYT ilavesinin *L. acidophilus* LA-5 sayısı üzerine olumsuz bir etki oluşturmadığı anlaşılmıştır. Bununla birlikte, CYT ilavesinin 60 günlük raf ömrü süresince canlılık oranını artırdığı tespit edilmiştir. Bu durum, CYT'nin önemli miktarda karbon, azot ve mineral kaynağı (Rather *et al.* 2012; Verma *et al.* 2013; Bou Abdallah *et al.* 2016) içermesi nedeniyle bakterilerin gelişimi üzerinde gelişmeyi destekleyici etkisinden kaynaklanmış olabilir. ZYT ilavesinin ise probiyotik kontrol örneğe (PK) kıyasla canlılık oranını biraz düşürdüğü belirlenmiştir. *L. acidophilus* LA-5'in canlılığı üzerine Mazinani *et al.* (2016) *S. platensis* ve Mehdizadeh *et al.* (2019) yabancı pırasa ilavesinin olumlu etkiler sağladığını tespit etmişlerdir. Ancak, Sadeghi *et al.* (2012) İran Beyaz peynirinde artan miktarda (7,5-30 µL/100 mL) kimyon uçucu yağı ilavesinin *L. acidophilus* LA-5'in sayısını 0,40-1,58 log kob/g aralığında düşürdüğünü belirlemişlerdir. Probiyotik bakterilerin canlılığı üzerine, peynirin bileşim ve biyokimyasal özellikleri (pH, redoks potansiyeli, mikrobiyal rekabetler, oksijen, tuz vb. ilave katkılar) ile üretimde uygulanan teknolojik işlemler [ısıtıl işlem, inokülasyon türleri, fermentasyon, tuzlama, ambalajlama, olgunlaşma ve/veya saklama koşulları, büyüme/gelişme

destekleyicileri (vitamin, prebiyotik, şeker kaynakları, protein olmayan azot vb.) kullanımı ve mikrokapsülleme gibi yeni uygulamalar] etki etmektedir (Karimi *et al.* 2011; Suna and Yilmaz-Ersan 2022).



Şekil 26. Beyaz peynir örneklerinde *L. acidophilus* LA-5'in canlılık oranları



Şekil 27. *L. acidophilus* LA-5'in MRS-bile agar'da (A) ve laktokokların M-17 agar'da oluşturduğu koloniler (D) ile mikroskop altındaki görünüşleri (B, C)

Peynir örneklerinde mikrobiyolojik kaliteyi belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda, olgunlaşma süresince (120 gün) tüm peynir örneklerinde koliform grubu bakteri ($< 1 \log \text{ kob/g}$), maya ve küf ($< 2 \log \text{ kob/g}$) ile *E. coli* ($< 1 \log \text{ kob/g}$) sayıları tespit edilebilir sınırın altında kalmıştır (Tablo 22). Sonuçlar, peynirlerin üretimi ve muhafazası sırasında herhangi bir kontaminasyonun olmadığını ve indikatör mikroorganizmalar bakımından peynirlerin gıda güvenliği riski taşımadığını göstermiştir

Tablo 24. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikrobiyolojik Özellikleri ve Fizikokimyasal Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları

	TAMB	Laktobasil	Laktokok	<i>L. acidophilus</i>	pH	Asitlik	Kurumadde	Kül	Protein	Yağ
Laktobasil	0,929**									
Laktokok	0,948**	0,897**								
<i>L. acidophilus</i>	0,960**	0,979**	0,938**							
pH	0,660**	0,498**	0,635**	0,715**						
Asitlik	-0,786**	-0,637**	-0,782**	-0,825**	-0,903**					
Kurumadde	0,636**	0,614**	0,672**	0,558**	0,665**	-0,722**				
Kül	0,209	0,127	0,156	0,139	0,160	-0,099	0,081			
Protein	0,574**	0,552**	0,652**	0,534**	0,637**	-0,659**	0,868**	0,010		
Yağ	0,697**	0,624**	0,710**	0,665**	0,663**	-0,775**	0,872**	-0,190	0,732**	
Tuz	-0,098	-0,049	-0,086	-0,029	-0,119	0,105	-0,290	0,505**	-0,352	-0,414*

Korelasyon: "çok zayıf" (0,00-0,10), "zayıf" (0,10-0,39), "orta" (0,40-0,69), "güçlü" (0,70-0,89) ve "çok güçlü" (0,90-1,0), *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Beyaz Peynir Örneklerinde Tekstür Profil Analiz (TPA) Sonuçları

Gıdaların tekstürü; fiziksel ve kimyasal özelliklerinin etkileşimiyle ortaya çıkan bir duyu kalite kriteridir (Eren Vapur *et al.* 2022). Tekstrüel özellikler; gıdanın mekanik, yapı ve yüzey özelliklerinden görme, dokunma ve işitme yoluyla enstrümental tekniklerle belirlenmektedir (Suna 2020). Enstrümental TPA, insan ağzının hareketlerini taklit ederek tekrarlanabilir nicel sonuçlar sunmaktadır (Eren Vapur *et al.* 2022). Fonksiyonel Deneme Beyaz peynir örneklerinin tekstürel özelliklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 25’de, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Tablo 26 ve Tablo 27’de toplu olarak verilmiştir. Örneklerin tekstürel özellikleri ile bazı fizikokimyasal ve olgunlaşma özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları da Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 25. Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri			
		Sertlik	Dış yapışkanlık	İç yapışkanlık	Elastikiyet
Örnek (A)	5	15,528**	13,135**	58,960**	4,024**
Olgunlaşma (B)	4	131,103**	24,708	2,000**	11,958**
A × B	20	2,124**	7,107**	4,329**	4,289**
Hata	90				
Genel	120				
Varyasyon kaynağı	SD	Çiğnenebilirlik	Sakızımsılık	Esneklik	
Örnek (A)	5	101,645**	30,004**	30,521**	
Olgunlaşma (B)	4	227,789**	48,653**	19,354**	
A × B	20	11,686**	7,239**	2,793**	
Hata	90				
Genel	120				

SD: Serbestlik derecesi, **: $P < 0,01$.

Tablo 26. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tekstürel özellikler	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ% _{0,5}	PZ% ₁	PC% _{0,5}	PC% ₁
Sertlik (g)	1	823,75±98,27 ^{a,A}	995,63±75,89 ^{a,A}	962,75±11,59 ^{a,A}	885,00±178,47 ^{a,A}	1078,25±59,49 ^{a,A}	1122,50±397,75 ^{a,A}
	30	640,00±43,20 ^{c,B}	877,50±63,51 ^{ab,B}	906,67±81,07 ^{a,A}	726,67±143,78 ^{bc,A}	740,00±137,30 ^{bc,B}	745,15±40,41 ^{ab,B}
	60	358,75±74,99 ^{b,C}	608,33±45,52 ^{a,C}	619,00±46,31 ^{a,B}	535,25±72,28 ^{a,B}	517,50±130,54 ^{a,C}	550,00±79,48 ^{a,C}
	90	271,25±51,70 ^{d,CD}	435,83±18,30 ^{c,D}	571,25±47,32 ^{a,B}	496,75±53,28 ^{b,B}	587,50±21,79 ^{a,C}	420,00±28,58 ^{c,C}
	120	178,75±7,50 ^{d,D}	364,63±6,91 ^{c,D}	402,75±28,81 ^{a,C}	546,25±7,50 ^{a,B}	527,00±49,73 ^{a,C}	450,75±51,85 ^{b,C}
Dış yapışkanlık (mJ)	1	0,57±0,12 ^{c,C}	0,73±0,12 ^{bc,C}	0,53±0,12 ^{c,B}	0,37±0,09 ^{c,C}	1,40±0,58 ^{a,AB}	1,08±0,36 ^{ab,C}
	30	1,52±0,17 ^{a,B}	1,73±0,21 ^{a,A}	1,08±0,38 ^{b,A}	0,95±0,33 ^{b,B}	1,63±0,31 ^{a,A}	1,31±0,25 ^{a,B}
	60	1,50±0,32 ^{b,B}	1,55±0,18 ^{b,AB}	1,43±0,26 ^{b,A}	0,96±0,14 ^{c,B}	1,05±0,31 ^{c,B}	2,00±0,23 ^{a,A}
	90	1,73±0,26 ^{a,B}	1,34±0,17 ^{bc,B}	1,50±0,24 ^{ab,A}	1,44±0,25 ^{abc,A}	1,40±0,18 ^{abc,AB}	1,14±0,16 ^{c,C}
	120	2,51±0,42 ^{a,A}	0,85±0,21 ^{c,C}	1,08±0,52 ^{bc,A}	1,00±0,24 ^{bc,B}	1,41±0,23 ^{b,AB}	1,33±0,17 ^{bc,BC}
İç yapışkanlık	1	0,31±0,06 ^{a,B}	0,31±0,06 ^{a,A}	0,23±0,06 ^{a,A}	0,25±0,07 ^{a,A}	0,25±0,05 ^{a,A}	0,24±0,06 ^{a,AB}
	30	0,32±0,03 ^{a,B}	0,22±0,02 ^{bc,BC}	0,20±0,04 ^{c,A}	0,22±0,06 ^{bc,A}	0,17±0,03 ^{c,C}	0,23±0,02 ^{ab,A}
	60	0,37±0,04 ^{a,B}	0,27±0,03 ^{b,AB}	0,23±0,02 ^{bc,A}	0,23±0,04 ^{bc,A}	0,19±0,02 ^{c,BC}	0,20±0,03 ^{c,B}
	90	0,44±0,03 ^{a,A}	0,21±0,01 ^{bc,C}	0,22±0,02 ^{bc,A}	0,20±0,01 ^{bc,A}	0,20±0,04 ^{c,ABC}	0,24±0,01 ^{b,AB}
	120	0,44±0,01 ^{a,A}	0,21±0,01 ^{bc,C}	0,20±0,02 ^{c,A}	0,21±0,02 ^{bc,A}	0,23±0,01 ^{bc,AB}	0,24±0,05 ^{b,AB}
Elastikiyet (mm)	1	7,18±1,43 ^{a,A}	7,57±0,21 ^{a,AB}	7,12±0,51 ^{a,A}	6,08±1,19 ^{a,A}	6,30±1,28 ^{a,AB}	7,52±1,14 ^{a,A}
	30	6,77±0,25 ^{a,A}	6,47±0,43 ^{ab,B}	5,23±1,55 ^{c,B}	5,46±0,44 ^{bc,A}	6,97±0,40 ^{a,A}	4,37±0,72 ^{c,B}
	60	5,41±0,43 ^{b,B}	7,68±0,92 ^{a,A}	5,20±0,52 ^{b,B}	5,53±0,97 ^{b,A}	4,92±1,78 ^{b,B}	5,16±0,88 ^{b,B}
	90	5,59±0,32 ^{bc,B}	7,34±1,03 ^{a,AB}	5,67±0,29 ^{bc,B}	4,85±0,90 ^{c,A}	6,45±0,47 ^{ab,AB}	4,87±0,26 ^{c,B}
	120	6,38±0,24 ^{ab,AB}	3,64±0,73 ^{d,C}	5,66±0,46 ^{abc,B}	6,51±1,98 ^{a,A}	4,93±0,55 ^{bcd,B}	4,44±0,72 ^{cd,B}

Tablo 26. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları (devam)

Tekstürel özellikler	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ% _{0,5}	PZ% ₁	PC% _{0,5}	PC% ₁
Çiğnenebilirlik (mj)	1	20,80±1,07 ^{bc,A}	33,37±3,31 ^{a,A}	23,50±1,76 ^{b,A}	18,20±0,81 ^{c,A}	10,93±2,86 ^{d,B}	20,07±3,35 ^{bc,A}
	30	12,80±3,53 ^{b,B}	27,38±1,70 ^{a,B}	12,35±2,37 ^{b,B}	11,90±1,73 ^{b,B}	13,70±2,22 ^{b,A}	9,05±1,64 ^{b,B}
	60	6,88±1,34 ^{bc,C}	15,10±2,68 ^{a,C}	4,55±1,10 ^{c,D}	5,80±0,81 ^{bc,C}	7,78±0,58 ^{b,C}	5,58±1,65 ^{bc,C}
	90	12,33±3,55 ^{ab,B}	13,38±1,60 ^{a,C}	7,45±1,10 ^{c,C}	10,41±1,56 ^{b,B}	6,26±0,41 ^{c,C}	4,75±0,70 ^{c,C}
	120	5,18±1,12 ^{c,C}	12,98±2,11 ^{a,C}	7,51±0,68 ^{b,C}	11,61±0,42 ^{a,B}	5,48±0,46 ^{c,C}	4,64±0,68 ^{c,C}
Sakızımsılık (g)	1	257,50± 72,04 ^{b,A}	453,13±42,72 ^{a,A}	215,50±41,57 ^{ab,A}	168,75±45,73 ^{c,A}	148,50±31,65 ^{c,BC}	223,19±68,99 ^{ab,A}
	30	191,75±48,69 ^{bc,B}	343,75±16,15 ^{a,B}	155,33±5,44 ^{c,B}	200,00±4,40 ^{b,A}	220,67±8,99 ^{b,A}	197,20±35,44 ^{b,A}
	60	129,75±20,74 ^{cd,C}	200,75±30,59 ^{a,C}	91,00±12,08 ^{d,C}	192,75±60,42 ^{ab,A}	173,67±49,64 ^{abc,B}	138,50±12,69 ^{bcd,B}
	90	123,88±7,79 ^{bc,C}	162,25±36,40 ^{ab,C}	137,75±21,00 ^{bc,B}	210,00±70,74 ^{a,A}	106,25±22,17 ^{bc,CD}	98,25±7,63 ^{c,B}
	120	76,50±10,34 ^{b,C}	169,75±19,10 ^{a,C}	115,00±42,15 ^{b,BC}	169,25±67,56 ^{a,A}	94,05±16,44 ^{b,D}	107,50±12,48 ^{b,B}
Esneklik	1	0,12±0,01 ^{a,A}	0,13±0,03 ^{a,A}	0,08±0,02 ^{b,A}	0,08±0,03 ^{b,A}	0,10±0,02 ^{ab,A}	0,08±0,02 ^{b,A}
	30	0,12±0,01 ^{a,A}	0,07±0,02 ^{bc,B}	0,06±0,02 ^{c,B}	0,08±0,01 ^{b,A}	0,07±0,01 ^{bc,B}	0,07±0,01 ^{b,A}
	60	0,10±0,02 ^{a,A}	0,08±0,01 ^{b,B}	0,07±0,01 ^{b,AB}	0,08±0,01 ^{b,AB}	0,06±0,01 ^{b,B}	0,07±0,01 ^{b,AB}
	90	0,11±0,02 ^{a,A}	0,06±0,01 ^{b,B}	0,07±0,02 ^{b,AB}	0,06±0,01 ^{b,BC}	0,05±0,01 ^{b,B}	0,06±0,00 ^{b,B}
	120	0,11±0,01 ^{a,A}	0,06±0,01 ^{c,B}	0,05±0,01 ^{c,B}	0,05±0,01 ^{c,C}	0,06±0,01 ^{c,B}	0,08±0,01 ^{b,AB}

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-d}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-D}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

Tablo 27. Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnekler	n	Sertlik (g)	Dış yapışkanlık (mJ)	İç yapışkanlık	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mJ)	Sakızımsılık (g)	Esneklik
K	10	454,50±253,17 ^b	1,56±0,68 ^a	0,38±0,07 ^a	6,27±0,93 ^{ab}	11,60±6,02 ^b	155,88±73,61 ^c	0,11±0,02 ^a
PK	10	656,38±255,15 ^a	1,24±0,43 ^{bc}	0,24±0,05 ^b	6,54±0,68 ^a	20,44±8,83 ^a	265,93±120,42 ^a	0,08±0,03 ^b
PZ _{%0,5}	10	692,48±220,96 ^a	1,12±0,46 ^c	0,21±0,03 ^c	5,78±1,02 ^{bc}	11,07±7,01 ^b	142,92±50,29 ^c	0,06±0,02 ^d
PZ _{%1}	10	637,98±179,64 ^a	0,94±0,40 ^d	0,22±0,04 ^{bc}	5,69±1,22 ^{bc}	11,58±4,20 ^b	188,15±52,05 ^b	0,07±0,02 ^{cd}
PC _{%0,5}	10	690,05±230,26 ^a	1,38±0,37 ^b	0,20±0,04 ^c	5,91±1,27 ^{bc}	8,83±3,48 ^c	148,63±53,94 ^c	0,07±0,02 ^{cd}
PC _{%1}	10	675,05±318,91 ^a	1,42±0,41 ^{ab}	0,24±0,04 ^b	5,43±1,31 ^c	9,10±6,27 ^c	159,34±65,87 ^c	0,07±0,01 ^{bc}
Bitki çeşidi	n	Sertlik (g)	Dış yapışkanlık (mJ)	İç yapışkanlık	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mJ)	Sakızımsılık (g)	Esneklik
Kontrol	20	555,44±270,91 ^a	1,40±0,59 ^a	0,31±0,09 ^a	6,40±1,35 ^a	16,02±8,70 ^a	210,90±113,18 ^a	0,09±0,03 ^a
ZYT	20	665,23±200,67 ^a	1,03±0,44 ^b	0,22±0,04 ^b	5,73±1,11 ^b	11,33±5,71 ^b	165,53±55,47 ^b	0,06±0,02 ^b
CYT	20	682,55±274,66 ^a	1,40±0,38 ^a	0,22±0,04 ^b	5,67±1,30 ^b	8,96±5,01 ^b	153,98±59,67 ^b	0,07±0,02 ^b
P		ns	**	**	*	**	**	**
Bitki oranı	n	Sertlik (g)	Dış Yapışkanlık (mJ)	İç Yapışkanlık	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mJ)	Sakızımsılık (g)	Esneklik
Kontrol	20	555,44±270,91 ^b	1,40±0,59 ^a	0,31±0,09 ^a	6,40±1,35 ^a	16,02±8,70 ^a	210,90±113,18 ^a	0,09±0,03 ^a
%0,5	20	691,27±222,75 ^a	1,25±0,43 ^a	0,21±0,04 ^b	5,84±1,14 ^b	9,95±5,58 ^b	145,77±51,56 ^b	0,06±0,02 ^b
%1	20	656,52±256,17 ^{ab}	1,18±0,47 ^a	0,23±0,04 ^b	5,56±1,26 ^b	10,34±5,41 ^b	173,74±60,38 ^b	0,07±0,02 ^b
P		*	ns	**	*	**	**	**
Olgunlaşma süresi (gün)	n	Sertlik (g)	Dış yapışkanlık (mJ)	İç yapışkanlık	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (mJ)	Sakızımsılık (g)	Esneklik
1	12	977,98±195,95 ^a	0,78±0,45 ^a	0,26±0,06 ^a	6,97±1,10 ^a	21,14±7,17 ^a	244,43±112,20 ^a	0,10±0,03 ^a
30	12	787,14±126,64 ^b	1,41±0,39 ^a	0,23±0,06 ^b	6,01±1,02 ^b	14,77±6,19 ^b	223,46±64,23 ^a	0,08±0,02 ^b
60	12	531,47±112,50 ^c	1,42±0,41 ^a	0,25±0,07 ^{ab}	5,65±1,31 ^{bc}	7,61±3,82 ^d	154,40±50,58 ^b	0,07±0,02 ^{bc}
90	12	463,76±114,01 ^d	1,42±0,26 ^a	0,25±0,09 ^{ab}	5,79±1,05 ^{bc}	9,10±3,60 ^c	139,73±49,50 ^{bc}	0,07±0,02 ^c
120	12	411,69±114,01 ^d	1,36±0,63 ^a	0,25±0,09 ^{ab}	5,26±1,35 ^c	7,90±3,46 ^d	122,01±47,65 ^c	0,07±0,02 ^c

^{a-d}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. **ns**: no significant/önemli değil, *****: $P<0,05$, ******: $P<0,01$.

Tablo 28. Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özellikleri ile Fizikokimyasal ve Olgunlaşma Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları

	pH	Kurumadde	Protein	Yağ	Tuz	Sertlik	Dış yapışkanlık	İç yapışkanlık	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik	Sakızımsılık
Kurumadde	0,665**										
Protein	0,637**	0,868**									
Yağ	0,663**	0,872**	0,732**								
Tuz	-0,119	-0,290	-0,352	-0,414*							
Sertlik	0,527**	0,614**	0,517**	0,665**	-0,032						
Dış yapışkanlık	-0,306	-0,471**	-0,469**	-0,371*	-0,109	-0,465**					
İç yapışkanlık	0,405*	0,034	0,102	0,052	-0,247	-0,297	0,330				
Elastikiyet	0,415*	0,538**	0,475**	0,543**	-0,363*	0,455*	-0,063	0,196			
Çiğnenebilirlik	0,495**	0,793**	0,672**	0,816**	-0,333	0,659**	-0,426*	0,076	0,615**		
Sakızımsılık	0,275	0,666**	0,578**	0,681**	-0,485**	0,594**	-0,348	-0,039	0,471**	0,885**	
Esneklik	0,721**	0,461*	0,447*	0,434*	-0,386*	0,196	0,056	0,789**	0,413*	0,403*	0,363*

Korelasyon: “çok zayıf” (0,00-0,10), “zayıf” (0,10-0,39), “orta” (0,40-0,69), “güçlü” (0,70-0,89) ve “çok güçlü” (0,90-1,0), *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

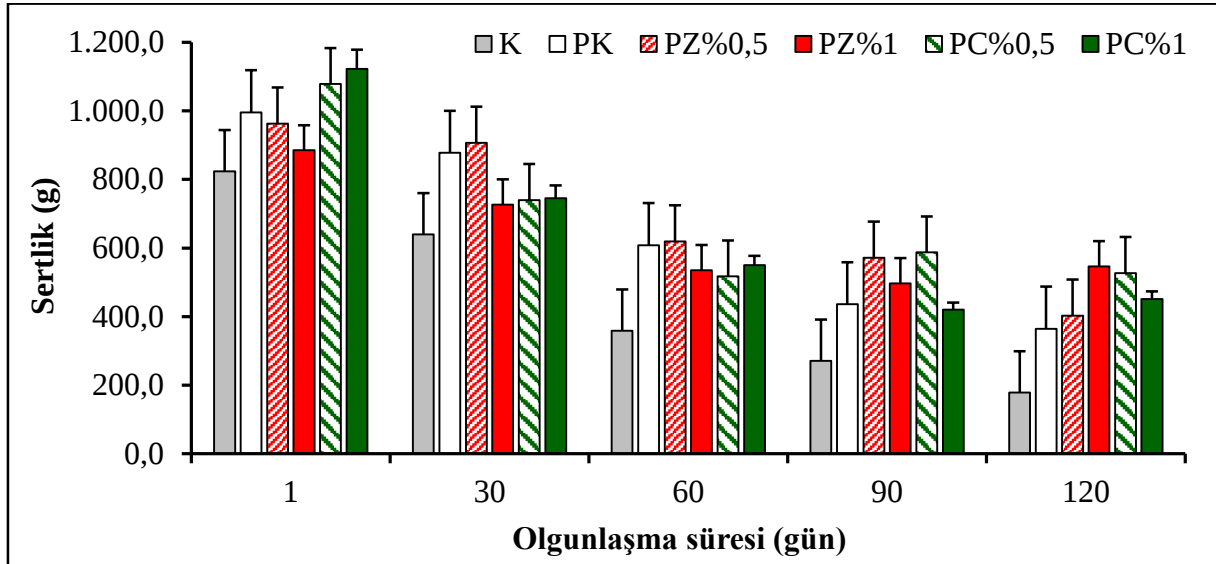
Tablo 28. Beyaz Peynir Örneklerinin Tekstürel Özellikleri ile Fizikokimyasal ve Olgunlaşma Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları (devam).

	WSN (%TN)	TCA-SN (%TN)	PTA-SN (%TN)	pH4,6-SN (%TN)	Lipoliz	Sertlik	Dış yapışkanlık	İç yapışkanlık	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik	Sakızımsılık
TCA-SN (%TN)	0,709**										
PTA-SN (%TN)	0,602**	0,972**									
pH4,6-SN (%TN)	0,863**	0,936**	0,875**								
Lipoliz	0,325	0,554**	0,579**	0,387*							
Sertlik	-0,850**	-0,640**	-0,522**	-0,819**	-0,026						
Dış yapışkanlık	0,668**	0,262	0,157	0,465**	0,091	-0,465**					
İç yapışkanlık	0,174	-0,320	-0,487**	-0,124	-0,513**	-0,297	0,330				
Elastikiyet	-0,544**	-0,543**	-0,532**	-0,553**	-0,452*	0,455*	-0,063	0,196			
Çiğnenebilirlik	-0,771**	-0,686**	-0,623**	-0,753**	-0,470**	0,659**	-0,426*	0,076	0,615**		
Sakızımsılık	-0,661**	-0,528**	-0,486**	-0,614**	-0,268	0,594**	-0,348	-0,039	0,471**	0,885**	
Esneklik	-0,289	-0,657**	-0,777**	-0,559**	-0,480**	0,196	0,056	0,789**	0,413*	0,403*	0,363*

Korelasyon: “çok zayıf” (0,00-0,10), "zayıf" (0,10-0,39), "orta" (0,40-0,69), "güçlü" (0,70-0,89) ve "çok güçlü" (0,90-1,0), *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Sertlik

Sertlik, enstrümental olarak peyniri sıkıştırmak ya da yapıyı bozmak için gerekli maksimum kuvvetin miktarını ifade etmektedir (Everard *et al.* 2006; Tarakçı and Deveci 2019). Duyusal bakımdan ise peynirin dişler arasında sıkıştırılması için gerekli kuvvet olarak değerlendirilmektedir. Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen sertlik değerleri Tablo 26 ve Şekil 28’de verilmiştir. Buna göre; en düşük sertlik değeri 120. günde K örneğinde (178,75 g) belirlenirken, en yüksek sertlik değeri taze (1. gün) PC%1 örneğinde (1122,50 g) tespit edilmiştir (Şekil 28). Varyans analizi sonucunda (Tablo 25), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin sertlik değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 28. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince sertlik değerindeki değişim

Sertlik değeri üzerine örnek değişkeni, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 27’de verilmiştir. Buna göre; örnek değişkenine bağlı sertlik değeri 454,50-692,48 g aralığında değişmiş, K örneği dışındaki örneklerin (PK, PZ%0,5, PZ%1, PC%0,5 ve PC%1) istatistiksel olarak farksız olduğu tespit edilmiştir. Bitki çeşidinin sertlik değerine etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. Bitki ilavesi ise kontrol gruba (555,44 g) kıyasla sertlik değerini biraz artırmış, en yüksek değer %0,5 bitki içeren grupta (691,27 g) saptanmıştır ($P<0,01$). Sertlik değerleri El Hatmi *et al.* (2020) tarafından pembe sarımsak tozu, Shehata *et al.* (2022) tarafından buğday kepeği ilavesiyle üretilen peynirlerde belirlenen artışlara benzer bulunmuştur. Tarakçı and Deveci (2019) baharat, Golmakani *et al.* (2019) *Spirulina*, El-Sayed and Ibrahim (2021) ise kırmızıturp tozu ilavesinin peynirde sertlik değerini düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Olgunlaşma süresince sertlik değeri (977,98-411,69 g) azalmış ($P<0,01$), 90. ve 120. günlerde bulunan değerler arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu araştırmada bulunan sonuçlara benzer şekilde önceki bazı araştırmalarda da olgunlaşma süresince sertlik değerinin azaldığı rapor edilmiştir (El-Sayed and Ibrahim 2021; Oluk 2023). Bu sonuç, Türkmen and Güler (2022) ile Oluk (2023)'ün da belirttikleri gibi olgunlaşma süresince proteolize bağlı olarak suda çözünen azot miktarının artması, zayıflamış protein matrisinin hidrofobik etkileşimleri, nem içeriğinin artması ve kazein matriksindeki kalsiyum fosfatın çözünmesinden kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, peynirde yağ ve tuz miktarı ile salamurada CaCl_2 kullanımının sertliği etkilediği belirtilmektedir (Türkmen and Güler 2022; Oluk 2023). Nitekim, yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre de sertlik değeri ile pH değeri ($r=0,527$), kurumadde ($r=0,614$), protein ($r=0,517$) ve yağ ($r=0,665$) arasında önemli ($P<0,01$) orta derecede pozitif ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, sertlik değeri ile olgunlaşma derecesini ifade eden WSN ($r=-0,850$) ve pH 4,6-SN ($r=-0,819$) arasında önemli ($P<0,01$) güçlü negatif korelasyon tespit edilmiştir. Sertlik değeri ile TCA-SN ($r=-0,640$) ve PTA-SN ($r=-0,522$) arasında da önemli ($P<0,01$) orta derecede negatif korelasyonlar olduğu tespit edilmiştir. Tekstürel parametreler bakımından ise sertlik değeri ile elastikiyet ($r=0,455$, $P<0,05$), çiğnenebilirlik ($r=0,659$, $P<0,01$) ve sakızimsılık ($r=0,594$, $P<0,01$) parametreleri arasında önemli düzeyde orta derecede pozitif korelasyonlar bulunmuştur (Tablo 28).

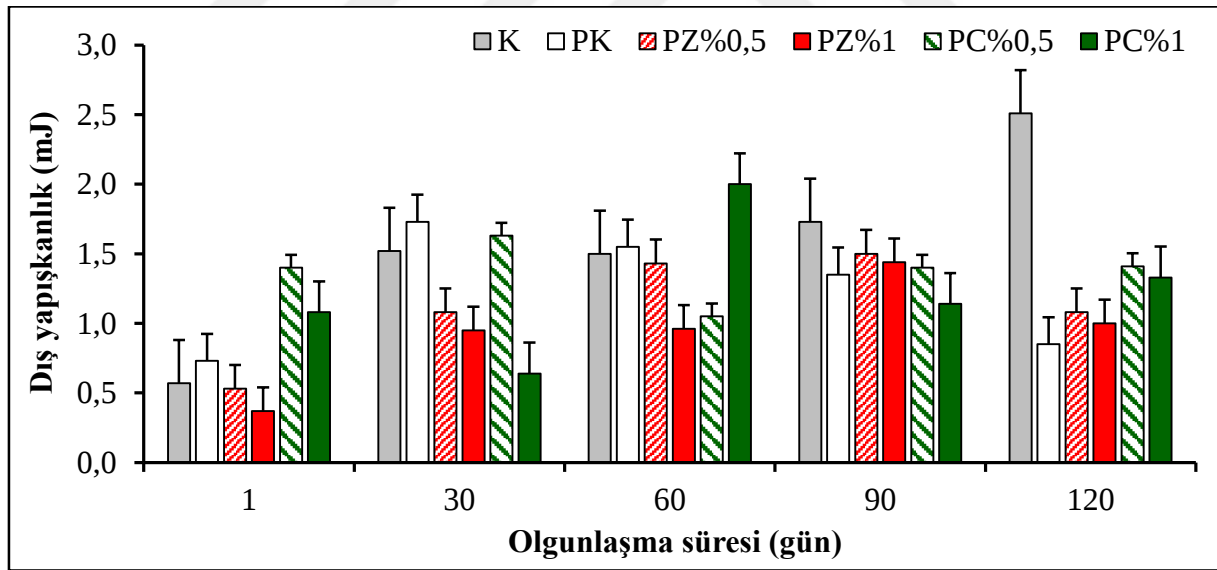
Akan and Kınık (2018), Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) sertlik değerini 731,25-1242,50 g; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) sertlik değerini 1,86-6,77 kg; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilaveli yumuşak peynirlerde sertlik değerini 1,41-12,08 N; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (30 gün) sertlik değerini 7,20-16,00 N; Suna (2020) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) sertlik değerini 674,50-2706,87 g; Türkmen and Güler (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) sertlik değerini 5,90-31,84 N; Eren Vapur *et al.* (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) sertlik değerini 1,24-10,95 N; Shehata *et al.* (2022) buğday kepeği ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde sertlik değerini 1761-2648 g; Oluk (2023) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (180 gün) sertlik değerini 15,35-35,54 N aralığında tespit etmişlerdir.

Peynir üretim teknolojisindeki (baskılama, tuzlama, ambalajlama işlemleri ve depolama şartları vb.) farklılıklar ve analiz şartlarındaki değişiklikler (kullanılan cihaz, prob, uygulanan metot, peynir kesit alanı vb.) göz önünde bulundurulduğunda, bu araştırmada tespit edilen sonuçlar; Akan and Kınık (2018), Suna (2020), El Hatmi *et al.* (2020), El-Sayed and Ibrahim

(2021) ve Eren Vapur *et al.* (2022) tarafından bildirilen ve dönüştürülmüş değerler (1 N= 100 g hesabıyla) ile benzerlik gösterirken; Tarakçı and Deveci (2019), Türkmen and Güler (2022), Shehata *et al.* (2022) ve Oluk (2023) tarafından peynirlerde bulunan sertlik değerlerinden düşük bulunmuştur

Dış yapışkanlık

Dış yapışkanlık, tekstür analizör probundan peyniri uzaklaştırmak için gerekli olan kuvveti ifade etmektedir (Everard *et al.* 2006; Eren Vapur *et al.* 2022). Duyusal bakımdan ise peynirin çiğnenmesi sırasında dil ve damak üzerindeki yapışkanlığı olarak değerlendirilmektedir. Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen dış yapışkanlık değerleri Tablo 26 ve Şekil 29’da verilmiştir. Buna göre; en düşük dış yapışkanlık değeri 1. günde PZ%₁ örneğinde (0,37 mJ) belirlenirken, en yüksek değer 120. günde K örneğinde (2,51 mJ) tespit edilmiştir (Şekil 29). Varyans analizi sonucunda; örnek değişkeni ile örnek × olgunlaşma süresi interaksyonunun peynir örneklerinin dış yapışkanlık değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak, peynirlerin dış yapışkanlık değeri üzerine olgunlaşma süresinin etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 25).



Şekil 29. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince dış yapışkanlık değerindeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 27)’na göre; örnek değişkenine bağlı en düşük dış yapışkanlık değeri PZ%₁ örneğinde (0,94 mJ) belirlenirken, en yüksek dış yapışkanlık değeri K örneğinde (1,56 mJ) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bitki çeşidi bakımından ise kontrol grup (1,40 mJ) ile CYT ilaveli grup (1,40 mJ) arasında fark çıkmamış olup, ZYT ilavesiyle dış yapışkanlık (1,03 mJ) azalmıştır ($P<0,01$). Bitki oranındaki artışla birlikte dış yapışkanlık değeri azalmış, örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur

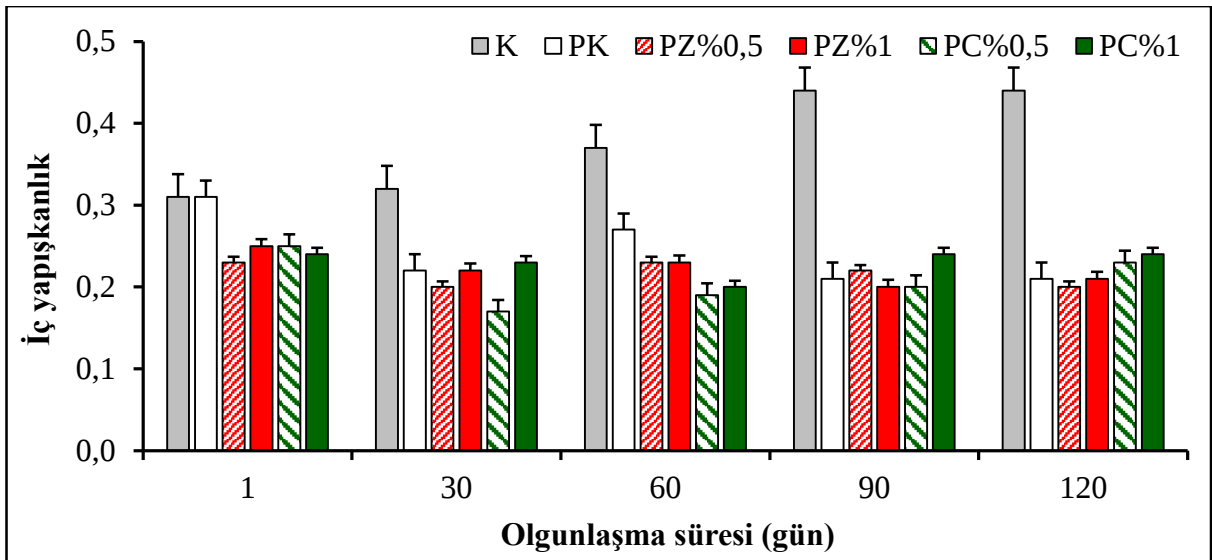
($P>0,05$). Benzer şekilde, Golmakani *et al.* (2019) %0,5 ve %1,5 *Spirulina* ilavesinin peynirde dış yapışkanlığı etkilemediğini tespit etmişlerdir.

Olgunlaşma süresince dış yapışkanlık değeri (0,78-1,42 mJ) 1. güne kıyasla diğer günlerde artmış, ancak olgunlaşma süreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bu araştırmada bulunan sonuçlara benzer şekilde önceki bazı araştırmalarda da olgunlaşma süresince dış yapışkanlık değerinin arttığı rapor edilmiştir (Golmakani *et al.* 2019; Eren Vapur *et al.* 2022). Bu sonuç, olgunlaşma süresince peynirde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlara bağlı olarak yapıdaki yumuşamadan ve çeşitli bileşikler (protein, yağ, su vb.) arasında oluşan etkileşimlerden kaynaklanmış olabilir. Korelasyon analizi sonucunda; dış yapışkanlık değeri ile kurumadde ($r= -0,471$, $P<0,01$), protein ($r= -0,469$, $P<0,01$), yağ ($r= -0,371$, $P<0,05$), WSN ($r= 0,668$, $P<0,01$), pH 4,6-SN ($r= 0,465$, $P<0,01$), sertlik ($r= -0,465$, $P<0,01$) ve çiğnenebilirlik ($r= -0,426$, $P<0,01$) değişkenleri arasında ilişki tespit edilmiştir (Tablo 28).

Akan and Kınık (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) dış yapışkanlık değerini 0,18-0,40; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilaveli yumuşak peynirlerde dış yapışkanlık değerini 0,30-5,10 N; Türkmen and Güler (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) dış yapışkanlık değerini 0,06-0,23 Nmm; Eren Vapur *et al.* (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) dış yapışkanlık değerini 4,94-62,74; Shehata *et al.* (2022) buğday kepeği ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde dış yapışkanlık değerini 0,7-2,7 mJ aralığında tespit etmişlerdir. Bu araştırmada tespit edilen sonuçlar, El Hatmi *et al.* (2020) ve Shehata *et al.* (2022) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

İç yapışkanlık

İç yapışkanlık, peynirin parçalanmadan deformasyonun ölçümü ya da peynirde iç bağların mukavemetinin ölçümü olarak ifade etmektedir (Everard *et al.* 2006; Eren Vapur *et al.* 2022). Duyusal bakımdan ise peynirin ağızda kırılmadan deforme edilme derecesi olarak değerlendirilmektedir. Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen iç yapışkanlık değerleri Tablo 26 ve Şekil 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük iç yapışkanlık değeri 30. günde PC_{%0,5} örneğinde (0,17) belirlenirken, en yüksek değer 90. günde K örneğinde (0,44) tespit edilmiştir (Şekil 30). Varyans analizi sonucunda (Tablo 25), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin iç yapışkanlık değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 30. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince iç yapışkanlık değerindeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 27)'na göre; örnek değişkenine bağlı en düşük iç yapışkanlık değeri (0,20-0,21) %0,5 bitki içeren örneklerde belirlenirken, en yüksek değer K örneğinde (0,38) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında iç yapışkanlık değeri bakımından fark çıkmamış, kontrol gruba (0,31) kıyasla bitki ilavesi iç yapışkanlık değerini (0,21-0,23) düşürmüştür ($P<0,01$). Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis*, El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilavesinin peynirde iç yapışkanlığı etkilemediğini tespit etmişlerdir. Aksine, El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilavesinin peynirde iç yapışkanlığı artırdığını belirlemişlerdir.

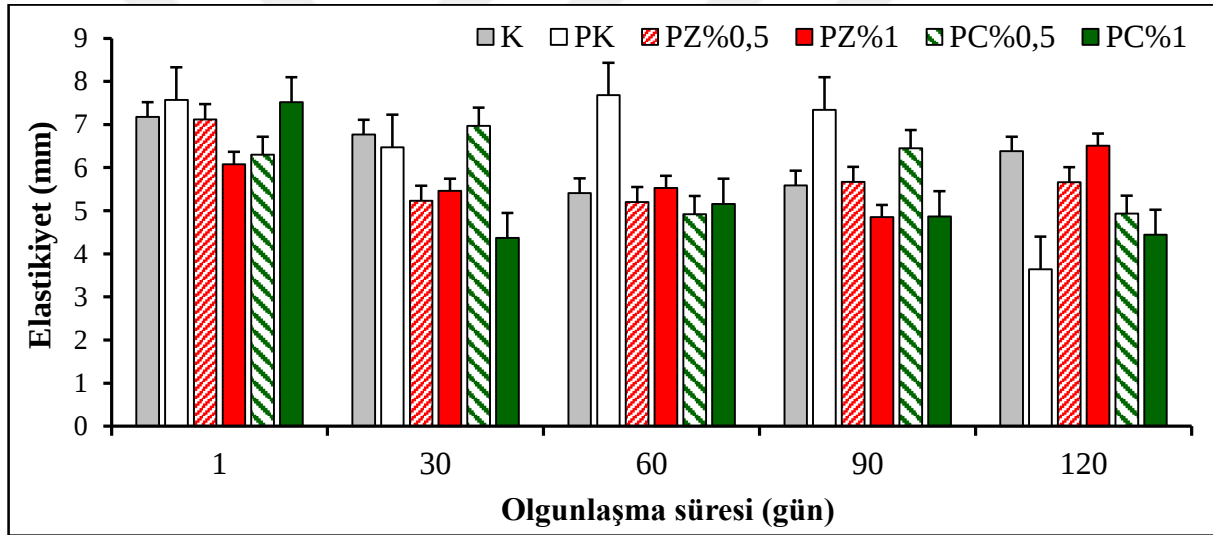
Olgunlaşma süresince iç yapışkanlık değeri (0,26-0,23) 1. güne kıyasla diğer günlerde azalmış ($P<0,01$), 60. 90. ve 120. günler arasında fark bulunmamıştır. Bu araştırmada bulunan sonuçlara benzer şekilde; El-Sayed and Ibrahim (2021), Türkmen and Güler (2022) ve Oluk (2023) olgunlaşma süresince peynirde iç yapışkanlık değerinin azaldığını rapor etmişlerdir. Korelasyon analiz sonucunda; iç yapışkanlık değeri ile pH ($r= 0,405$, $P<0,05$), PTA-SN ($r= -0,482$, $P<0,01$), lipoliz ($r= -0,513$, $P<0,01$) ve esneklik ($r= 0,789$, $P<0,01$) değerleri arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir (Tablo 28).

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak iç yapışkanlık değerini; Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis* ilaveli probiyotik UF-Feta peynirinde olgunlaşma süresince (60 gün) 0,32-0,48; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 0,17-0,56; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilaveli yumuşak peynirlerde 0,21-0,49; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (30 gün) 0,31-0,86; Oluk (2023) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (180 gün) 0,19-0,82 aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; olgunlaşma süresince iç yapışkanlık değerini Akan and Kınık (2018) Beyaz peynirde 90 günde 0,13-2,11; Suna (2020) mikroalg

ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 90 günde 0,13-0,21; Eren Vapur *et al.* (2022) Beyaz peynirde 60 günde 0,74-0,86; Türkmen and Güler (2022) Beyaz peynirde 90 günde 0,79-0,86 aralığında belirlemişlerdir.

Elastikiyet

Elastikiyet, peynirin sıkıştırılma sonrası orijinal şekline geri dönme derecesinin ölçüsünü ifade etmektedir (Everard *et al.* 2006; Eren Vapur *et al.* 2022). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen elastikiyet değerleri Tablo 26 ve Şekil 31’de verilmiştir. Buna göre; en düşük elastikiyet değeri 120. günde PK örneğinde (3,64 mm) belirlenirken, en yüksek değer taze (1. gün) PK örneğinde (7,57 mm) tespit edilmiştir (Şekil 31). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin elastikiyet değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 25).



Şekil 31. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince elastikiyet değerindeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 27)’na göre; örnek değişkenine bağlı en düşük elastikiyet değeri PC%₁ örneğinde (5,43 mm) belirlenirken, en yüksek değer PK örneğinde (6,54 mm) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında elastikiyet değeri bakımından fark çıkmamış, kontrol gruba (6,40 mm) kıyasla bitki ilavesi elastikiyet değerini (5,56-5,84 mm) düşürmüştür ($P<0,05$). Benzer olarak, Golmakani *et al.* (2019) %1,5 *S. platensis* ilavesinin peynirde elastikiyet değerini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Aksine; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu, El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilavesinin peynirde elastikiyet değerini artırdığını saptamışlardır.

Olgunlaşma süresince elastikiyet değeri (6,97-5,26 mm) azalmış ($P<0,01$), 60. ve 90. günler arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu araştırmada bulunan sonuçlara benzer şekilde, Golmakani *et al.* (2019) ve Oluk (2023) olgunlaşma süresince peynirde elastikiyet değerinin

azaldığını rapor etmişlerdir. Korelasyon analizi sonucunda, elastikiyet değeri ile pH ($r= 0,415$, $P<0,05$), kurumadde ($r= 0,538$, $P<0,01$), protein ($r= 0,475$, $P<0,01$), yağ ($r= 0,543$, $P<0,01$), tuz ($r= -0,363$, $P<0,05$), WSN ($r= -0,544$, $P<0,01$), TCA-SN ($r= -0,543$, $P<0,01$), PTA-SN ($r= -0,532$, $P<0,01$), pH 4,6-SN ($r= -0,553$, $P<0,01$), lipoliz ($r= -0,452$, $P<0,05$), sertlik ($r= 0,455$, $P<0,05$), çiğnenebilirlik ($r= 0,615$, $P<0,01$), sakızimsılık ($r= 0,471$, $P<0,01$) ve esneklik ($r= 0,413$, $P<0,05$) değerleri arasında ilişki tespit edilmiştir (Tablo 28).

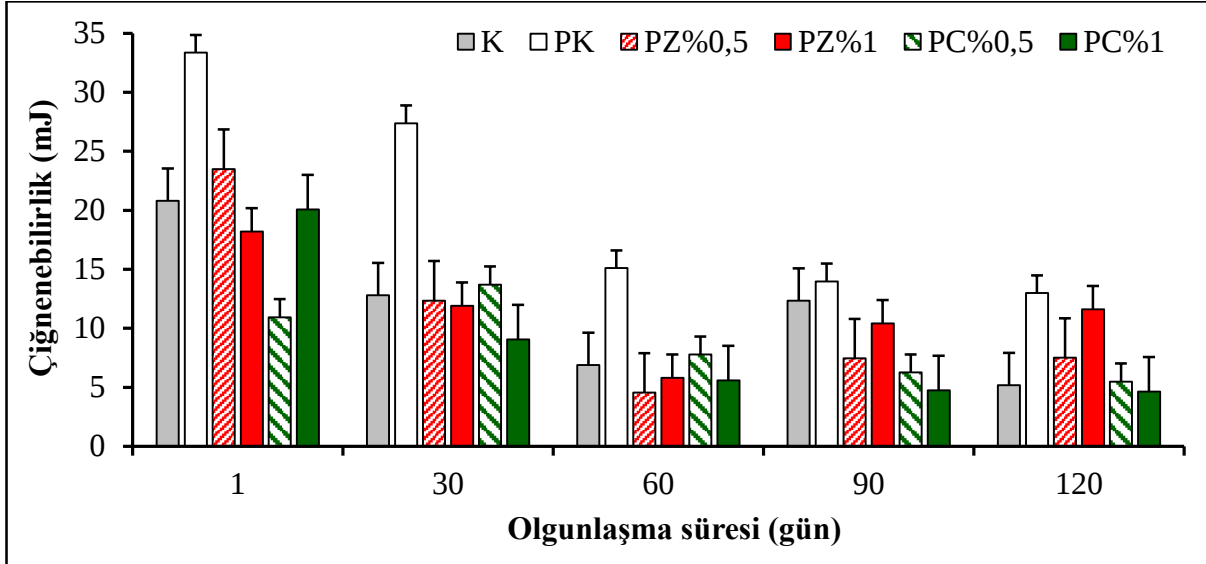
Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak elastikiyet değerini; Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis* ilaveli probiyotik UF-Feta peynirlerinde olgunlaşma süresince (60 gün) 3,81-4,48 mm; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilaveli yumuşak peynirlerde 3,42-7,21 mm; Shehata *et al.* (2022) buğday kepeği ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde 6,44-7,29 mm aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; olgunlaşma süresince elastikiyet değerini Suna (2020) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 90 günde 0,47-0,83; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 30 günde 0,54-0,77 mm; Eren Vapur *et al.* (2022) Beyaz peynirde 60 günde 0,90-0,97 mm; Türkmen and Güler (2022) Beyaz peynirde 90 günde 0,89-0,93 mm; Oluk (2023) Beyaz peynirde 180 günde 0,69-0,82 mm aralığında daha düşük değerlerde belirlemişlerdir.

Çiğnenebilirlik

Çiğnenebilirlik, katı özellikte bir gıdanın yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerjiyi ifade etmektedir (Everard *et al.* 2006; Tarakçı and Deveci 2019). Duyusal bakımdan ise gıdayı yutmaya hazır hale getirmek için gerekli çiğneme sayısı olarak değerlendirilmektedir. Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen elastikiyet değerleri Tablo 26 ve Şekil 32’de verilmiştir. Buna göre; en düşük çiğnenebilirlik değeri 120. günde PC_{%1} örneğinde (4,64 mJ) belirlenirken, en yüksek değer taze (1. gün) PK örneğinde (33,37 mJ) tespit edilmiştir (Şekil 32). Varyans analizi sonucunda (Tablo 25), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin çiğnenebilirlik değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 27)’na göre; örnek değişkenine bağlı çiğnenebilirlik değeri 8,83-20,44 mJ aralığında değişim göstermiştir ($P<0,01$). Bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında çiğnenebilirlik değeri bakımından fark çıkmamış, kontrol gruba (16,02 mJ) kıyasla bitki ilavesi çiğnenebilirlik değerini (8,96-11,33 mJ) düşürmüştür ($P<0,01$). Benzer şekilde, Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis* ilavesinin peynirde çiğnenebilirlik değerini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Aksine; Tarakçı and Deveci (2019) baharat, El-Sayed and

Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilavesinin peynirde çiğnenebilirlik değerini artırdığını rapor etmişlerdir. Olgunlaşma süresince çiğnenebilirlik değeri (21,14-7,61 mJ) azalmış ($P<0,01$), 60. ve 120. günler arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Benzer şekilde; Golmakani *et al.* (2019), Suna (2020), El-Sayed and Ibrahim (2021) ve Oluk (2023) olgunlaşma süresince peynirde çiğnenebilirlik değerinin azaldığını tespit etmişlerdir.



Şekil 32. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince çiğnenebilirlik değerindeki değişim

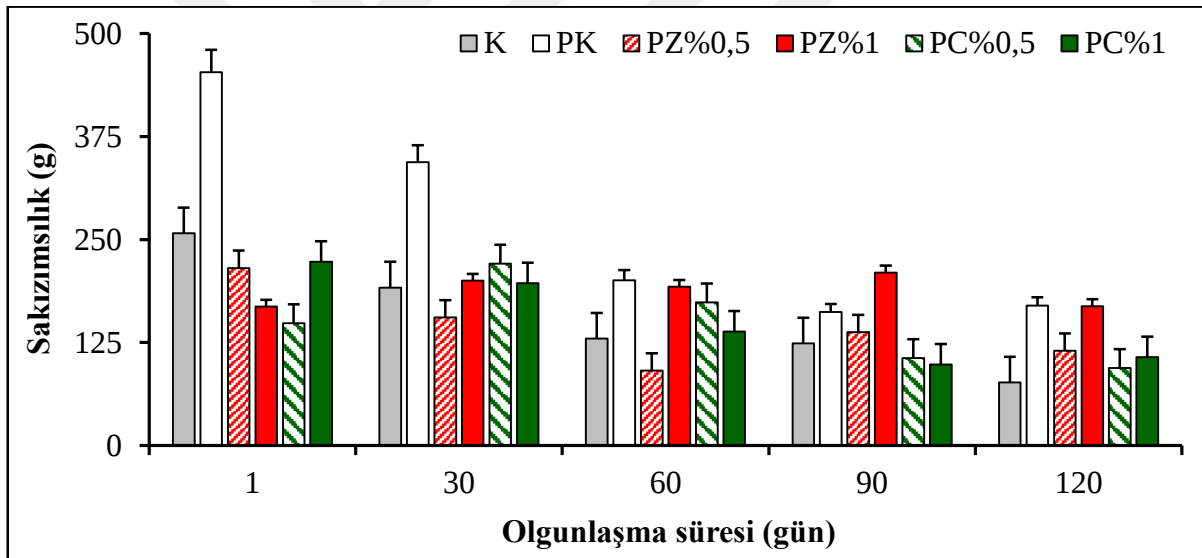
Peynirin sertlik değeri ile çiğnenebilirlik değeri arasında doğrusal bir ilişki olup, sertlik değeri arttıkça çiğnenebilirlik değeri de artmaktadır (Suna 2020). Bu durum, yapılan araştırma sonucunda da tespit edilmiş ve olgunlaşma süresince sertlik değerindeki azalış, çiğnenebilirlik değerleri ile paralel göstermiştir (Tablo 27). Nitekim, korelasyon analizi sonucunda, çiğnenebilirlik değeri ile pH ($r= 0,495$, $P<0,01$), kurumadde ($r= 0,793$, $P<0,01$), protein ($r= 0,672$, $P<0,01$), yağ ($r= 0,816$, $P<0,01$), sertlik ($r= 0,659$, $P<0,01$), elastikiyet ($r= 0,615$, $P<0,01$), sakızimsılık ($r= 0,885$, $P<0,01$) ve esneklik ($r= 0,403$, $P<0,05$) değişkenleri arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Buna karşın, çiğnenebilirlik değeri ile WSN ($r= -0,771$), TCA-SN ($r= -0,686$), PTA-SN ($r= -0,623$), pH 4,6-SN ($r= -0,753$) ve lipoliz ($r= -0,470$) değişkenleri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 28).

Akan and Kınık (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) çiğnenebilirlik değerini 11,85-37,46 mJ; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) çiğnenebilirlik değerini 0,24-1,71 kg.mm; Suna (2020) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) çiğnenebilirlik değerini 56,87-417,21 kg; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (30 gün) çiğnenebilirlik değerini 1,43-6,53 Nmm; Eren Vapur *et al.* (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) çiğnenebilirlik değerini 0,86-8,68 N; Türkmen and Güler (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün)

çiğnenebilirlik değerini 4,34-27,02 Nmm; Oluk (2023) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (180 gün) çiğnenebilirlik değerini 3,21-25,28 aralığında tespit etmişlerdir. Bu araştırmada tespit edilen sonuçlar, Akan and Kınık (2018) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Sakızımsılık

Sakızımsılık, yarı katı özellikte bir gıdanın yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli olan kuvveti ifade etmektedir (Eren Vapur *et al.* 2022). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen sakızımsılık değerleri Tablo 26 ve Şekil 33’de verilmiştir. Buna göre; en düşük sakızımsılık değeri 120. günde K örneğinde (76,50 g) belirlenirken, en yüksek değer taze (1. gün) PK örneğinde (453,13 g) tespit edilmiştir (Şekil 33). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin sakızımsılık değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 25).



Şekil 33. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince sakızımsılık değerindeki değişim

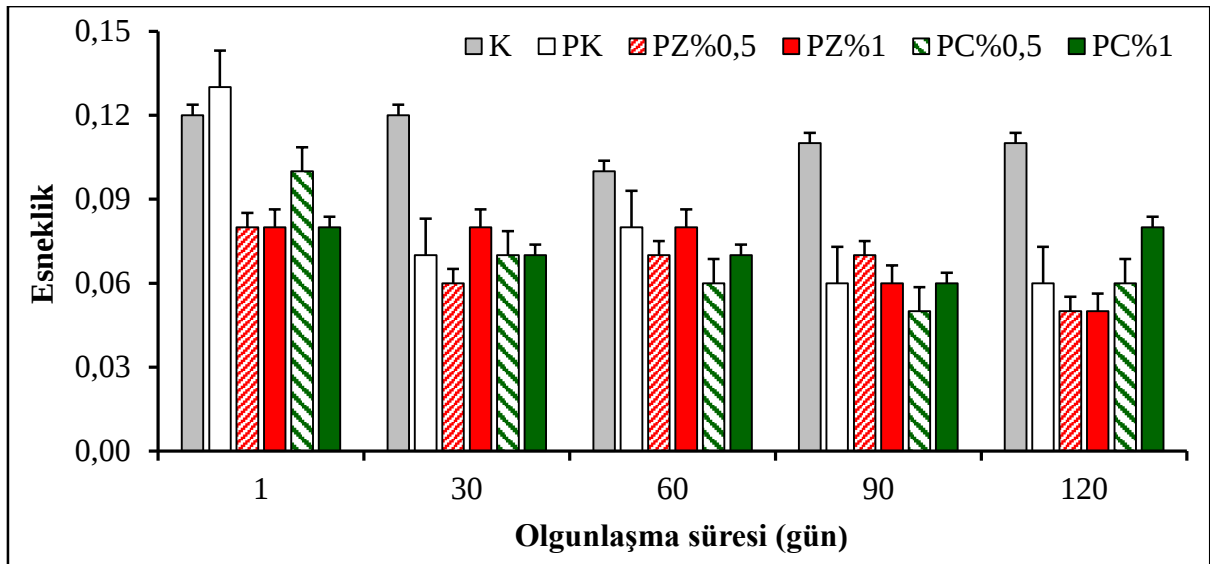
Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 27)’na göre; örnek değişkenine bağlı sakızımsılık değeri 142,92-265,93 g aralığında değişim göstermiş ($P<0,01$) K, PZ%0,5, PC%0,5 ve PC%1 örnekleri arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Benzer sonuçlar, Suna (2020) tarafından da mikroalg ilaveli probiyotik peynirler için bildirilmiştir. Bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında sakızımsılık değeri bakımından fark çıkmamış, kontrol gruba (210,90 g) kıyasla bitki ilavesi peynirde sakızımsılık değerini (145,77-173,74 g) düşürmüştür ($P<0,01$). Benzer şekilde, Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis* ilavesinin peynirde sakızımsılık değerini düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Aksine; Tarakçı and Deveci (2019) baharat, El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilavesinin peynirde sakızımsılık değerini artırdığını rapor etmişlerdir.

Olgunlaşma süresince sakızimsılık değeri (244,43-122,01 g) azalmış ($P<0,01$), 1. ve 30. günler arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Benzer şekilde, olgunlaşma süresince peynirde sakızimsılık değerinin azaldığı Golmakani *et al.* (2019), Suna (2020), El-Sayed and Ibrahim (2021) ve Oluk (2023) tarafından da belirlenmiştir. Bu sonuç, olgunlaşma süresince peynirlerde sertlik değerinin düşmesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim, korelasyon analizi sonucunda, sakızimsılık değeri ile kurumadde ($r= 0,666$, $P<0,01$), protein ($r= 0,578$, $P<0,01$), yağ ($r= 0,681$, $P<0,01$), sertlik ($r= 0,594$, $P<0,01$), elastikiyet ($r= 0,471$, $P<0,01$), çiğnenebilirlik ($r= 0,885$, $P<0,01$) ve esneklik ($r= 0,363$, $P<0,05$) değerleri arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Buna karşın, sakızimsılık değeri ile tuz ($r= -0,485$), WSN ($r= -0,661$), TCA-SN ($r= -0,528$), PTA-SN ($r= -0,486$) ve pH 4,6-SN ($r= -0,614$) değişkenleri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 28).

Akan and Kınık (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) sakızimsılık değerini 143,05-457,70 g aralığında; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) sakızimsılık değerini 0,32-2,23 kg aralığında; Suna (2020) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) sakızimsılık değerini 127,12-580,74 g aralığında; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (30 gün) sakızimsılık değerini 2,63-7,76 N aralığında; Türkmen and Güler (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) sakızimsılık değerini 4,37-25,81 N aralığında; Eren Vapur *et al.* (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) sakızimsılık değerini 1,39-9,19 N aralığında; Oluk (2023) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (180 gün) sakızimsılık değerini 5,86-30,51 N aralığında tespit etmişlerdir. Bu araştırmada tespit edilen sonuçlar, Akan and Kınık (2018) ve Suna (2020) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Esneklik

Esneklik, deformasyona uğrayan peynir üzerinden kuvvetin hızlı bir şekilde uzaklaştırılması sonrası başlangıç haline geri dönebilirliğin ölçümünü ifade etmektedir (Eren Vapur *et al.* 2022). Duyusal bakımdan ise çiğnenme sırasında gıdanın eski halini alma derecesi olarak değerlendirilmektedir. Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen esneklik değerleri Tablo 26 ve Şekil 34’de verilmiştir. Buna göre, esneklik değeri 0,05-0,13 aralığında tespit edilmiştir (Şekil 34). Varyans analizi sonucunda (Tablo 25), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin esneklik değeri üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur.



Şekil 34. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince esneklik değerindeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 27)'na göre; örnek değişkenine bağlı en düşük esneklik değeri PZ%1 örneğinde (0,06) belirlenirken, en yüksek değer K örneğinde (0,11) saptanmıştır ($P<0,01$). Benzer sonuçlar, Halıcı Demir (2021) tarafından Edirne Beyaz peynir (0,05-0,24) için rapor edilmiştir. Bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında esneklik değeri bakımından fark çıkmamış, bitki ilavesi kontrol gruba (0,09) kıyasla esneklik değerini (0,06-0,07) düşürmüştür ($P<0,01$). Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilavesinin peynirde esneklik değerini etkilemediğini tespit etmişlerdir.

Olgunlaşma süresince esneklik değeri (0,10-0,07) azalmış ($P<0,01$), 60. 90. ve 120. günler arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Benzer sonuçlar, bazı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Eren Vapur *et al.* 2022; Türkmen and Güler 2022). Suna (2020) ise olgunlaşma süresince esneklik değerinin değişmediğini bildirmiştir. Korelasyon analizi sonucunda; esneklik değeri ile pH ($r=0,721$, $P<0,01$), kurumadde ($r=0,461$, $P<0,05$), protein ($r=0,447$, $P<0,05$), yağ ($r=0,434$, $P<0,05$), iç yapışkanlık ($r=0,789$, $P<0,01$) elastikiyet ($r=0,413$, $P<0,05$), çiğnenebilirlik ($r=0,403$, $P<0,05$) ve sakızimsılık ($r=0,363$, $P<0,05$) değerleri arasında önemli düzeyde pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Buna karşın, esneklik değeri ile TCA-SN ($r=-0,657$), PTA-SN ($r=-0,777$), pH 4,6-SN ($r=-0,559$) ve lipoliz ($r=-0,480$) değerleri arasında önemli ($P<0,01$) negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Tablo 28).

Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) esneklik değerini 0,50-0,83; Suna (2020) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) esneklik değerini 0,02-0,07; Eren Vapur *et al.* (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) esneklik değerini 0,35-0,52; Türkmen and Güler (2022) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) esneklik değerini 0,40-0,50 aralığında tespit etmişlerdir. Bu çalışmada tespit edilen esneklik değerleri Tarakçı and Deveci (2019) ve

Eren Vapur *et al.* (2022) tarafından bildirilen değerlerden (0,35-0,83) oldukça düşük bulunmuştur.

Peynir dokusu; kimyasal bileşim (pH, tuz, yağ, protein vb.), mikro yapı, yağ globüllerinin büyüklüğü ve dağılımı, kazein matriks bağlanma dayanımı ve yağ globülleri ile protein matriksi arasındaki etkileşimler gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Halıcı Demir 2021). Bu nedenle, incelenen ve literatür verilen peynir örneklerinde görülen tekstrrel farklılıklar olası bir durumdur.

Beyaz Peynir rneklerinde Yapılan Mineral Madde Analiz Sonuçları

Deneme peynir örneklerinin mineral madde kompozisyonuna ait varyans analiz sonuçları Tablo 29’da, ortalama değerler ile Duncan oklu karşılaştırma test sonuçları sırasıyla Tablo 30, Tablo 31 ve Tablo 32’de toplu olarak verilmiştir. Üretilen Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile sağlanan günlük mineral madde alımı (RDI: recommended daily intake) oranları şekil 35’de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 29. Beyaz Peynir Örneklerinin Mineral Madde Kompozisyonuna Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri				
		Ca	P	K	Mg	Na
Örnek (A)	5	2,728	4,019*	1,985	1,310	1,106
Olgunlaşma (B)	1	17,879**	25,784**	24,694**	11,456**	8,213*
A × B	5	1,032	2,755	1,479	0,912	6,306**
Hata	12					
Genel	24					
Varyasyon kaynağı	SD	Fe	Cu	Mn	Zn	Se
Örnek (A)	5	183,731**	36,697**	797,865**	11,253**	1,075
Olgunlaşma (B)	1	43,829**	11,272**	2,178	12,021**	1,339
A × B	5	16,555**	26,208**	0,361	5,476**	0,077
Hata	12					
Genel	24					

SD: Serbestlik derecesi, *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Tablo 30. Beyaz Peynir Örneklerinin Makro ve Mikro Mineral Madde Kompozisyonuna Ait Ortalama Değerler (1 ve 120. gün) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Özellikler		Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
			K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC%0,5	PC%1
Makro (mg/kg kuru ağırlık)	Ca	1	10090±838 ^{a,A}	9034±1035 ^{a,A}	9810±677 ^{a,A}	9379±540 ^{a,B}	9503±403 ^{a,A}	9335±86 ^{a,A}
		120	12047±1015 ^{a,A}	10818±570 ^{ab,A}	10640±171 ^{ab,A}	10607±183 ^{ab,A}	9901±872 ^{b,A}	9826±368 ^{b,A}
	P	1	5771±460 ^{a,A}	5570±452 ^{a,B}	5739±105 ^{a,A}	5185±186 ^{a,B}	5767±422 ^{a,A}	5496±62 ^{a,A}
		120	7011±428 ^{a,A}	6590±194 ^{ab,A}	6206±409 ^{bc,A}	6155±135 ^{bc,A}	5816±202 ^{c,A}	5577±215 ^{c,A}
	K	1	1051±65 ^{b,B}	1252±161 ^{ab,A}	1365±329 ^{ab,A}	1298±78 ^{ab,A}	1513±45 ^{a,A}	1326±153 ^{ab,A}
		120	1672±50 ^{a,A}	1495±28 ^{a,A}	1481±142 ^{a,A}	1644±174 ^{a,A}	1771±175 ^{a,A}	1513±21 ^{a,A}
	Mg	1	334±20 ^{a,A}	325±15 ^{a,A}	345±44 ^{a,A}	345±16 ^{a,A}	351±21 ^{a,A}	346±12 ^{a,A}
		120	404±35 ^{a,A}	345±4 ^{b,A}	362±10 ^{ab,A}	368±0,71 ^{ab,A}	384±25 ^{ab,A}	363±12 ^{ab,A}
	Na	1	36238±3264 ^{b,A}	35102±1089 ^{b,A}	38884±940 ^{b,A}	50266±4372 ^{a,A}	36630±1437 ^{b,A}	40232±1693 ^{b,A}
		120	37204±7346 ^{a,A}	36920±304 ^{a,A}	34971±3279 ^{a,A}	30750±4244 ^{a,B}	37433±732 ^{a,A}	37579±1765 ^{a,A}
Mikro (µg/kg kuru ağırlık)	Fe	1	1740±464 ^{c,A}	1776±127 ^{c,B}	5645±1421 ^{b,A}	10155±216 ^{a,B}	5253±406 ^{b,A}	4912±2 ^{b,B}
		120	1990±296 ^{d,A}	2105±69 ^{d,A}	8307±117 ^{b,A}	16636±402 ^{a,A}	5048±1407 ^{c,A}	5559±62 ^{c,A}
	Cu	1	345±20 ^{b,A}	197±1 ^{d,A}	321±26 ^{bc,B}	372±21 ^{b,B}	269±43 ^{c,A}	514±37 ^{a,A}
		120	162±35 ^{d,B}	338±70 ^{c,A}	467±2 ^{b,A}	570±9 ^{a,A}	350±8 ^{c,A}	385±23 ^{bc,B}
	Mn	1	254±54 ^{e,A}	314±5 ^{e,B}	1259±71 ^{d,A}	2084±78 ^{c,A}	2700±211 ^{b,A}	3914±141 ^{a,A}
		120	247±54 ^{e,A}	433±34 ^{e,A}	1303±4 ^{d,A}	2228±83 ^{c,A}	2758±171 ^{b,A}	3920±5 ^{a,A}
	Zn	1	46414±407 ^{a,A}	39270±1345 ^{b,A}	42991±1011 ^{b,A}	38992±2596 ^{ab,A}	41970±1332 ^{b,A}	42395±1799 ^{b,A}
		120	43990±1609 ^{a,A}	41450±657 ^{b,A}	40275±1183 ^{bc,A}	40144±379 ^{bc,A}	38877±561 ^{c,B}	36317±661 ^{d,B}
	Se	1	210±5 ^{a,A}	176±9 ^{a,A}	204±11 ^{a,A}	169±54 ^{a,A}	154±22 ^{a,A}	205±63 ^{a,A}
		120	176±56 ^{a,A}	149±32 ^{a,A}	189±32 ^{a,A}	168±84 ^{a,A}	131±5 ^{a,A}	188±52 ^{a,A}

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-e}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-B}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

Not: Kuru ağırlık bazında tespit edilen sonuçlar, numune hazırlığı sırasında kurutmayla belirlenen konsantrasyon faktörüne (ortalama 2,8) bölünerek taze peynir örneklerine karşılık gelen miktarlara (mg veya µg/kg taze örnek) dönüştürülebilir.

Tablo 31. Beyaz Peynir Örneklerinin Makro Mineral Madde Kompozisyonuna Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

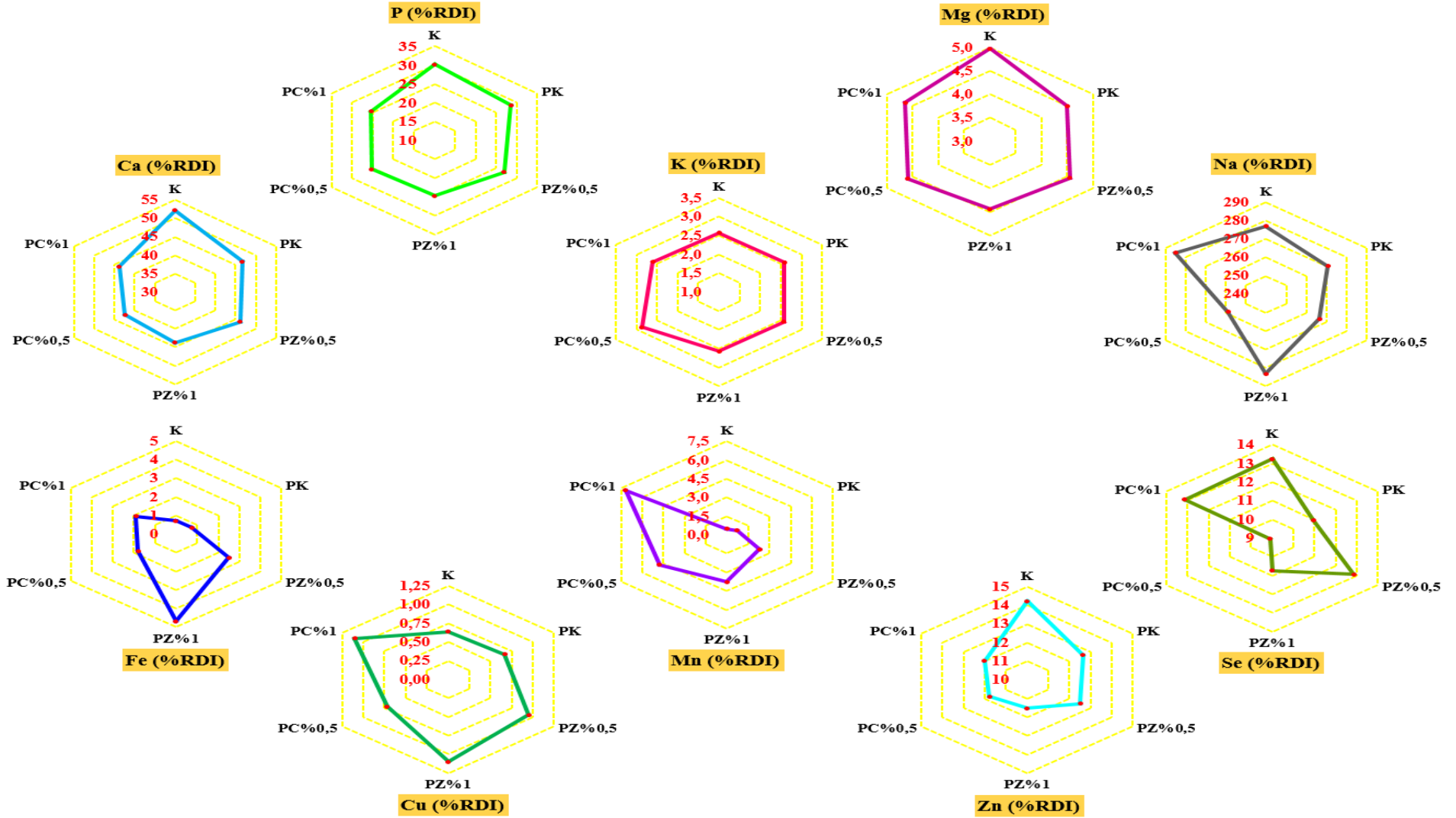
Örnekler	n	Makro mineraller (mg/kg kuru ağırlık)				
		Ca	P	K	Mg	Na
K	4	11069±1362 ^a	6391±803 ^a	1362±362 ^a	369±47 ^a	36721±4674 ^a
PK	4	9926±1236 ^a	6080±654 ^{ab}	1374±169 ^a	335±15 ^a	36011±1236 ^a
PZ _{%0,5}	4	10225±626 ^a	5972±363 ^{abc}	1423±217 ^a	353±28 ^a	36927±2997 ^a
PZ _{%1}	4	9993±782 ^a	5670±575 ^{bc}	1471±228 ^a	356±16 ^a	40508±11804 ^a
PC _{%0,5}	4	9702±601 ^a	5791±271 ^{bc}	1642±182 ^a	368±27 ^a	37032±1040 ^a
PC _{%1}	4	9581±358 ^a	5536±137 ^c	1419±140 ^a	355±14 ^a	38906±2083 ^a
Bitki çeşidi	n	Ca	P	K	Mg	Na
Kontrol	8	10497±1350 ^a	6236±698 ^a	1368±261 ^a	352±37 ^a	36366±3188 ^a
ZYT	8	10109±667 ^a	5821±474 ^a	1447±208 ^a	355±21 ^a	38718±8199 ^a
CYT	8	9641±462 ^a	5664±242 ^a	1531±192 ^a	361±21 ^a	37969±1824 ^a
P		ns	ns	ns	ns	ns
Bitki oranı	n	Ca	P	K	Mg	Na
Kontrol	8	10497±1350 ^a	6236±698 ^a	1368±261 ^a	352±37 ^a	36366±3188 ^a
%0,5	8	9963±633 ^a	5882±312 ^a	1532±219 ^a	360±26 ^a	36980±2078 ^a
%1	8	9786±605 ^a	5603±394 ^a	1445±177 ^a	356±14 ^a	39707±7894 ^a
P		ns	ns	ns	ns	ns
Olgunlaşma süresi (gün)	n	Ca	P	K	Mg	Na
1	12	9525±610 ^b	5588±325 ^b	1301±190 ^b	341±20 ^b	39559±5615 ^a
120	12	10640±892 ^a	6226±538 ^a	1596±142 ^a	371±24 ^a	35809±3778 ^b

^{a-c}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. **ns**: no significant/önemli değil.

Tablo 32. Beyaz Peynir Örneklerinin Mikro Mineral Madde Kompozisyonuna Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Örnekler	n	Mikro mineraller ($\mu\text{g/kg}$ kuru ağırlık)				
		Fe	Cu	Mn	Zn	Se
K	4	1865 $\pm$ 349 ^d	254 $\pm$ 108 ^d	250 $\pm$ 44 ^e	45202 $\pm$ 1696 ^a	193 $\pm$ 38 ^a
PK	4	1940 $\pm$ 207 ^d	267 $\pm$ 91 ^{cd}	374 $\pm$ 72 ^e	40360 $\pm$ 1527 ^{ab}	160 $\pm$ 27 ^a
PZ _{%0,5}	4	6976 $\pm$ 1743 ^b	394 $\pm$ 86 ^b	1281 $\pm$ 48 ^d	41633 $\pm$ 1807 ^b	196 $\pm$ 21 ^a
PZ _{%1}	4	13396 $\pm$ 3751 ^a	471 $\pm$ 115 ^a	2156 $\pm$ 106 ^c	39568 $\pm$ 1654 ^{ab}	169 $\pm$ 58 ^a
PC _{%0,5}	4	5150 $\pm$ 854 ^c	309 $\pm$ 53 ^c	2729 $\pm$ 161 ^b	40424 $\pm$ 1971 ^{ab}	143 $\pm$ 18 ^a
PC _{%1}	4	5235 $\pm$ 375 ^c	450 $\pm$ 78 ^a	3917 $\pm$ 88 ^a	39356 $\pm$ 3679 ^c	197 $\pm$ 48 ^a
Bitki çeşidi	n	Fe	Cu	Mn	Zn	Se
Kontrol	8	1903 $\pm$ 269 ^c	260 $\pm$ 93 ^b	312 $\pm$ 86 ^c	42781 $\pm$ 2988 ^a	177 $\pm$ 35 ^a
ZYT	8	10186 $\pm$ 4371 ^a	433 $\pm$ 102 ^a	1718 $\pm$ 474 ^b	40601 $\pm$ 1947 ^a	182 $\pm$ 43 ^a
CYT	8	5193 $\pm$ 612 ^b	380 $\pm$ 97 ^a	3323 $\pm$ 646 ^a	39890 $\pm$ 2792 ^a	170 $\pm$ 44 ^a
P		**	**	**	ns	ns
Bitki oranı	n	Fe	Cu	Mn	Zn	Se
Kontrol	8	1903 $\pm$ 269 ^c	260 $\pm$ 93 ^b	312 $\pm$ 86 ^c	42781 $\pm$ 2989 ^a	177 $\pm$ 35 ^a
%0,5	8	6063 $\pm$ 1602 ^b	352 $\pm$ 80 ^b	2005 $\pm$ 782 ^b	41028 $\pm$ 1866 ^{ab}	170 $\pm$ 34 ^a
%1	8	9316 $\pm$ 5012 ^a	460 $\pm$ 92 ^a	3036 $\pm$ 946 ^a	39462 $\pm$ 2643 ^b	183 $\pm$ 51 ^a
P		**	**	**	*	ns
Olgunlaşma süresi (gün)	n	Fe	Cu	Mn	Zn	Se
1	12	4914 $\pm$ 2993 ^b	336 $\pm$ 104 ^b	1754 $\pm$ 1367 ^a	42005 $\pm$ 2844 ^a	187 $\pm$ 34 ^a
120	12	6607 $\pm$ 5217 ^a	379 $\pm$ 133 ^a	1815 $\pm$ 1358 ^a	40175 $\pm$ 2538 ^b	166 $\pm$ 43 ^a

*a-e: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. **ns**: no significant/önemli değil, *: $P<0,05$, **: $P<0,01$.



Şekil 35. 100 g taze Beyaz peynir tarafından sağlanan önerilen günlük mineral madde alım (RDI) oranları*

***Veriler:** Nabrzyski (2006) tarafından yetişkinler için bildirilen RDI'e göre (Ca: 800-1200 mg, P: 800-1200 mg, K: 2000 mg, Mg: 280-350 mg, Na: 500 mg, Fe: 10-15 mg, Cu: 1,5-3,0 mg, Mn: 2-3 mg, Zn: 12-15 mg, Se: 0,055-0,070 mg) en az referans limitleri üzerinden hesaplanmıştır.

Mineraller, vücudun metabolizması ve homeostazında (Quintaes and Diez-Garcia 2015) çeşitli fonksiyonlara sahip inorganik bileşikler olup, makro (Ca, K, P, Mg, Na, Cl, S vb.) ve mikro (Fe, Cu, Mn, Zn, Se, Co, I, Mo, F, Cr, B vb.) olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır (Quintaes and Diez-Garcia 2015; Gharibzahedi and Jafari 2017). İyi ve dengeli beslenme için farklı bitkiler (sebze ve meyveler) ve hayvansal kaynaklar tüketilerek vücut için gerekli tüm mineraller sağlanabilir (Gharibzahedi and Jafari 2017). Minerallerin günlük alımı; minerallerin kimyasal formu, gıdalardaki varlığı ve miktarı, gastrointestinal sistemden emilim oranı gibi pek çok önemli iç ve dış faktöre bağlı olduğu kadar tüketicilerin beslenme alışkanlıkları, kilosu, yaşı, cinsiyeti ve ekonomik koşullarına da bağlıdır (Nabrzyski 2006). Mineral eksiklikleri (özellikle Fe, Zn ve I gibi) birçok gelişmekte olan ülkede ciddi halk sağlığı sorunlarına neden olduğundan mineral açısından zenginleştirilmiş ürünler oldukça önemlidir (FAO 2001). Bu bağlamda süt ve ürünleri (terayağı hariç) Ca ve P bakımından zengin gıdalar olup (Nabrzyski 2006) mikro mineraller (Fe, Cu, Mn, Se vb.) bakımından yetersizdir (Yalçıntaş Gülbaş and Saldamlı 2005; Zamberlin *et al.* 2012).

Kalsiyum (Ca) oranı

Sütte bol miktarda bulunan Ca; iskelet, kas, sinir ve bağışıklık sistemi gibi vücuttaki birçok temel işlevin düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Nabrzyski 2006; Gharibzahedi and Jafari 2017). En iyi bilinen sağlık yararı güçlü kemik gelişimini sağlaması ve osteoporoz gibi kemik hastalıklarını önlemede faydalı olmasıdır (Gupta and Gupta 2014). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen Ca miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi en düşük Ca miktarı 1. günde PK örneğinde (9034 mg/kg) belirlenirken, en yüksek miktar 120. günde K örneğinde (12047 mg/kg) tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda, peynir örneklerinin Ca miktarı üzerine olgunlaşma süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak; örnek değişkeni ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun Ca miktarına etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 29).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına (Tablo 31) göre; örneklerde Ca miktarı 9581-11069 mg/kg aralığında değişmiş, ancak örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bitki ilavesi kontrol gruba (10497 mg/kg) kıyasla Ca miktarını düşürmüş (9641-10109 mg/kg) olsada, örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). ZYT (25087 mg/kg) ve CYT (26697 mg/kg) örneklerinin önemli miktarda Ca içermelerine rağmen (Tablo 12), bunların katıldığı peynirlerde Ca miktarının düşük bulunması muhtemelen bu bitkilerin kurumadde üzerindeki düşürücü etkilerinden kaynaklanmış olabilir. Bulunan bu sonuca benzer olarak, Yerlikaya and Karagözlü (2014) de kapari ilavesinin (bütün ve öğütülmüş

şekilde) Beyaz peynirde Ca miktarını düşürdüğünü belirlemişlerdir. El-Sayed (2020) ise ıspanak tozu ilavesinin peynirde Ca miktarını artırdığını tespit etmiştir. En yüksek Ca miktarı (10640 mg/kg) 120. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Günlük alınması önerilen Ca miktarı (800-1200 mg/gün) dikkate alındığında, üretilen Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Ca ihtiyacının %42,4-52,2'si karşılanmaktadır (Şekil 35).

Bu araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak, Ca miktarını Sağun vd (2005) sirmo ilaveli salamura otlu peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 7554,5-9040,5 mg/kg kurumadde; Barać *et al.* (2018) Beyaz peynirde 4724-14223 mg/kg kuru ağırlık; Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 9889,1-11662,7 mg/kg aralığında tespit etmişlerdir. Aksine, bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla Ca miktarını Yalçıntaş-Gülbaş and Saldamlı (2005) Se ve Zn ile zenginleştirdikleri Beyaz peynirlerde 2815-3788 mg/kg; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde 5081-7893 mg/kg; Ocak ve Köse (2015) Van otlu peynirinde 2687-6787 mg/kg; Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde 90 günde 6310-7640 mg/kg; Akan and Kınık (2018) mineral tuzlarla (NaCl, $CaCl_2$ ve KCl) ikame ettikleri Beyaz peynirlerde 90 günde 2426,2-5785,2 mg/kg; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde 60 günde 5900-6880 mg/kg kuru ağırlık; Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 412-424 mg/kg; Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 6103-8943 mg/kg aralığında daha düşük oranlarda belirlerken, El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde Ca miktarını 354750-748910 mg/kg aralığında daha yüksek oranlarda bulmuştur.

Fosfor (P) oranı

Süt, P bakımından da iyi bir kaynaktır. P; protein sentezi, ATP ve enerji üretimi, asit-baz dengesi, böbrek performansı, kas kasılmaları, düzenli kalp atışı ve sinir iletimi gibi vücuttaki birçok temel işlevlerin düzenlenmesinde önemli roller oynamaktadır (Gharibzahedi and Jafari 2017). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen P miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük P miktarı 1. günde PZ_{%1} örneğinde (5185 mg/kg) belirlenirken, en yüksek değer 120. günde K örneğinde (7011 mg/kg) tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda, örnek ($P<0,05$) ve olgunlaşma süresinin ($P<0,01$) peynir örneklerinin P miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak, örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksyonunun P miktarına etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 29).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına (Tablo 31) göre; örnek değişkenine bağlı en düşük P miktarı PC_{%1} örneğinde (5536 mg/kg) belirlenirken, en yüksek P miktarı K örneğinde

(6391 mg/kg) tespit edilmiştir ($P<0,05$). Bitki ilavesi kontrol gruba (6236 mg/kg) kıyasla P miktarını düşürmüş (5603-5882 mg/kg), ancak örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Benzer olarak; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilavesinin Beyaz peynirde P miktarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. En yüksek P miktarı (6226 mg/kg) 120. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin P ihtiyacının %24,8-30,2'si karşılanmaktadır (Şekil 35).

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak, P miktarını Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 6310-7130 mg/kg aralığında tespit etmişlerdir. Aksine, bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla olgunlaşma süresince P miktarını Sağın vd (2005) sirmo ilaveli salamura otlu peynirde 90 günde 4387-4574 mg/kg kurumadde; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde 35-123 mg/kg; Akan and Kınık (2018) mineral tuzlarla (NaCl, CaCl₂ ve KCl) ikame ettikleri Beyaz peynirde 90 günde 883-2082 mg/kg; Barač *et al.* (2021) Beyaz peynirde 60 günde 3000-4240 mg/kg kuru ağırlık; Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 2628-2953 mg/kg; Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 2488-3634 mg/kg aralığında daha düşük oranlarda belirlerken, Barač *et al.* (2018) Beyaz peynirde 6768-13755 mg/kg kuru ağırlık; Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 8281-9701 mg/kg aralığında daha yüksek oranlarda bulmuşlardır.

Potasyum (K) oranı

İnsan vücudunun çeşitli fizyolojik işlevlerinde (sıvı dengesi, sinir iletimi, kas kasılması ve kan basıncının uygun şekilde korunması gibi) önemli etkilere sahip olan K; meyveler, sebzeler, kepekli tahıllar ve süt ürünlerinde bol miktarda bulunmaktadır (Nabrzyski 2006; Gharibzahedi and Jafari 2017). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen K miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük K miktarı 1. günde K örneğinde (1051 mg/kg) belirlenirken, en yüksek değer 120. günde PC_{%0,5} örneğinde (1771 mg/kg) tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda, olgunlaşma süresinin peynir örneklerinin K miktarı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak, örnek değişkeni ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun K miktarına etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 29).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına (Tablo 31) göre; örnek değişkenine bağlı K miktarı 1362-1642 mg/kg aralığında değişmiş, örnekler arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bitki ilavesi kontrol gruba (1368 mg/kg) kıyasla K miktarını artırmış (1447-1531 mg/kg), ancak örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). En

yüksek K miktarlarının CYT içeren örneklerde belirlenmesi, CYT'nin yüksek miktarda K (17406 mg/kg) içermesinden kaynaklanmış olabilir (Tablo 12). Benzer olarak; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari, El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilavesinin peynirde K miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. En yüksek K miktarı (1596 mg/kg) 120. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin K ihtiyacının %2,6-2,9'u karşılanmaktadır (Şekil 35).

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; K miktarını Ocak ve Köse (2015) Van otlu peynirinde 846-1632 mg/kg; Akan and Kınık (2018) mineral tuzlarla (NaCl, CaCl₂ ve KCl) ikame ettikleri Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 798-4394 mg/kg; Barać *et al.* (2018) Beyaz peynirde 1245-2904 mg/kg kuru ağırlık; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) 1210-1340 mg/kg kuru ağırlık aralığında tespit etmişlerdir. Aksine, bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla K miktarını Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirde 495-1138 mg/kg aralığında daha düşük oranlarda belirlerken, Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 1779-2663 mg/kg; Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 1610-2530 mg/kg; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 13730-192060 mg/kg; Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 2581-2893 mg/kg; Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu ilaveli UF-yumuşak peynirde K miktarını 2328-3127 mg/kg aralığında daha yüksek oranlarda bulmuşlardır.

Magnezyum (Mg) oranı

Mg; nöronlarda sinyal iletimi, kas kasılması, RNA-DNA sentezi, enerji metabolizması, proteinlerin oluşumu ve bağışıklık sisteminin korunması gibi birçok önemli fonksiyona sahip esansiyel bir mineraldir (FAO 2001; Nabrzyski 2006; Gharibzahedi and Jafari 2017). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen Mg miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük Mg miktarı 1. günde PK örneğinde (325 mg/kg) belirlenirken, en yüksek değer 120. günde K örneğinde (404 mg/kg) tespit edilmiştir. Varyans analizi sonucunda, olgunlaşma süresinin peynir örneklerinin Mg miktarı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak, örnek değişkeni ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun Mg miktarına etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 29).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına (Tablo 31) göre; örnek değişkenine bağlı Mg miktarı 335-369 mg/kg aralığında değişmiş, örnekler arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bitki ilavesi kontrol gruba (352 mg/kg) kıyasla Mg miktarını

artırmış (355-361 mg/kg), ancak örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Benzer şekilde; Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu, Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilavesinin peynirde Mg miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. En yüksek Mg miktarı (371 mg/kg) 120. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Mg ihtiyacının %4,5-5,0'i karşılanmaktadır (Şekil 35).

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak, Mg miktarını Ocak ve Köse (2015) Van otlu peynirinde 263-808 mg/kg; Barać *et al.* (2018) Beyaz peynirde 232-348 mg/kg kuru ağırlık; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) 181-308 mg/kg kuru ağırlık; Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 265-723 mg/kg aralığında tespit etmişlerdir. Aksine, bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla Mg miktarını Sağun vd (2005) sirno ilaveli salamura otlu peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 253-328 mg/kg kurumadde; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirde 2-263 mg/kg aralığında daha düşük oranlarda belirlerken, Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 1750-2110 mg/kg; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirde 26390-47320 mg/kg; Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 422-506 mg/kg aralığında daha yüksek oranlarda bulmuşlardır.

Sodyum (Na) oranı

Na; sinir iletimi, kas kasılması, elektrolit ve sıvı dengesi dâhil olmak üzere metabolizmada birçok fonksiyon için temel bir mineraldir (Nabrzyski 2006; Gharibzahedi and Jafari 2017). Peynir, tuz içermesi nedeniyle Na içeriği yüksek gıdalar arasında yer almaktadır (Gupta and Gupta 2014). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen Na miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük Na miktarı 120. günde PZ_{%1} örneğinde (30750 mg/kg) belirlenirken, en yüksek değer de 1. günde PZ_{%1} örneğinde (50266 mg/kg) tespit edilmiştir (Tablo 30). Varyans analizi sonucunda, olgunlaşma süresi ($P<0,05$) ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun ($P<0,01$) peynir örneklerinin Na miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ancak, örnek değişkeninin Na miktarına etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 29).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına (Tablo 31) göre; örnek değişkenine bağlı Na miktarı 36011-40508 mg/kg aralığında değişmiş, örnekler arasında fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bitki ilavesi kontrol gruba (36366 mg/kg) kıyasla Na miktarını artırmış (36980-39707 mg/kg), ancak örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bu sonuç, ZYT ve CYT içeren peynirlerde tuz miktarının kontrol peynirlerine kıyasla yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir (Tablo 16). En yüksek Na miktarı (39559 mg/kg) 1. günde

tespit edilmiştir ($P<0,05$). Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Na ihtiyacı fazlasıyla (%250-285) karşılanmaktadır (Şekil 35).

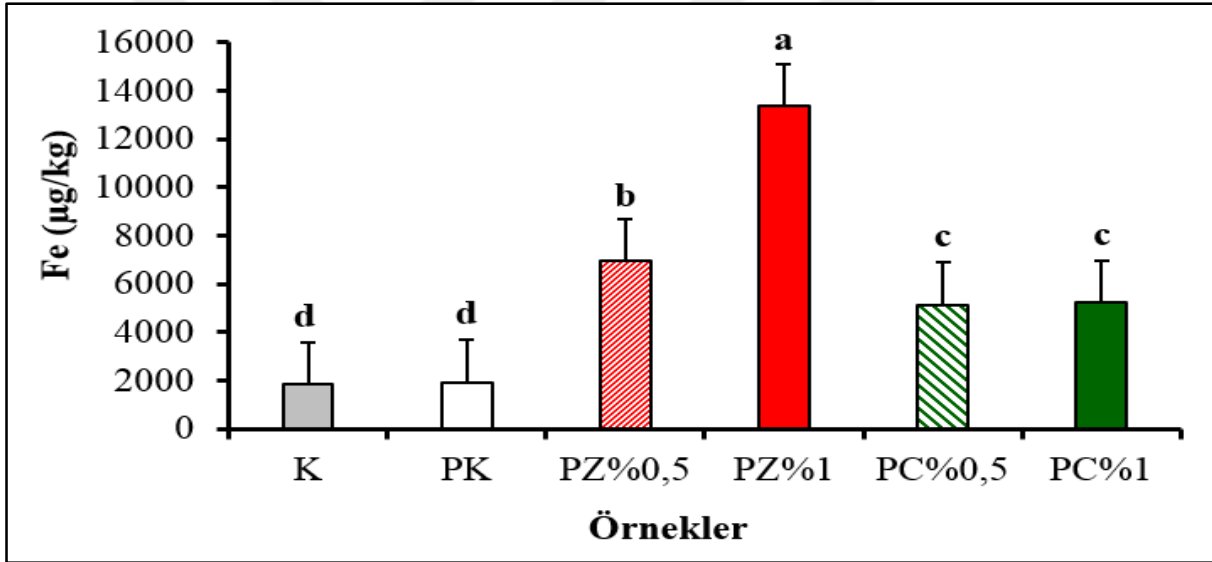
Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak, Na miktarını Sağun vd (2005) sirmo ilaveli salamura otlu peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 26285-34595 mg/kg kurumadde; Barać *et al.* (2018) Beyaz peynirde 14000-62200 mg/kg kuru ağırlık; Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 31882-38515 mg/kg aralığında tespit etmişlerdir. Aksine, bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla Na miktarını Akan and Kınık (2018) mineral tuzlarla (NaCl, CaCl₂ ve KCl) ikame ettikleri Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 664-6649; Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 15600-19680 mg/kg; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) 9530-13500 mg/kg kuru ağırlık; Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirde 543-1313 mg/kg aralığında daha düşük oranlarda belirlemişlerdir.

Demir (Fe) oranı

Fe; hemoglobin ve miyoglobin üretimi, enerji metabolizması ve hücre içi elektron taşınımı gibi pek çok önemli fonksiyona sahip olup, çeşitli enzimlerin de yapısında bulunan esansiyel bir mineraldir (Gupta and Gupta 2014; Gharibzahedi and Jafari 2017). Fe, bitkiler ve diğer organizmalar için solunum, klorofil biyosentezi ve fotosentez gibi çeşitli hücresel fonksiyonlar için gereklidir. Fe elektron veya oksijen transferinde yer alan enzimler için de bir kofaktör görevi görmektedir. Bitkiler, Fe eksikliğinin önlenmesinde iyi kaynaklardır (Kobayashi *et al.* 2019). Süt ve ürünleri Fe bakımından fakirdir. İnsan vücudundaki Fe eksikliği, hızlı büyüme ve yetersiz beslenme nedeniyle bebeklerde ve çocuklarda görülen en yaygın sağlık sorunlarından biridir (Zamberlin *et al.* 2012). Fe eksikliği birçok gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde bir halk sağlığı sorunu olduğundan, diyetle Fe yetersizliği veya Fe'nin biyo-elverişliliğinin zayıf olduğu durumlarda Fe ile gıda takviyesi/zenginleştirilmesi önerilmektedir (FAO 2001; Zamberlin *et al.* 2012). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen Fe miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük Fe miktarı 1. günde K örneğinde (1740 µg/kg) belirlenirken, en yüksek Fe miktarı 120. günde PZ_{%1} örneğinde (16636 µg/kg) tespit edilmiştir (Tablo 30). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin Fe miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 29).

Fe miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 32'de verilmiştir. Buna göre; örnek değişkenine bağlı en düşük Fe miktarı (1865-1940 µg/kg) kontrol

grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek Fe miktarı PZ_{%1} örneğinde (13396 µg/kg) tespit edilmiştir ($P<0,01$) (Şekil 36). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (1903 µg/kg) kıyasla Fe miktarını artırmış, en yüksek Fe miktarı ZYT içeren grupta (10186 µg/kg) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla ZYT ilavesi Fe miktarını %435, CYT ilavesi ise %173 oranında artırmıştır. Bu sonuç, ZYT (340015 µg/kg)'nin CYT (134928 µg/kg)'ye kıyasla 2,5 kat daha fazla miktarda Fe içermesinden kaynaklanmıştır (Tablo 12). Literatürde de ZYT'nin (Cavalheiro *et al.* 2015) CYT'ye (Milek *et al.* 2022) kıyasla daha fazla miktarda Fe içerdiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada belirlenen sonuçlara benzer olarak; Mazinani *et al.* (2016) *S. platensis* ve nane, El-Sayed (2020) ıspanak tozu, Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu, Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ilavesinin peynirde Fe miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. En yüksek Fe miktarı (6607 µg/kg) 120. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Fe ihtiyacının %0,7-4,7'si karşılanmaktadır (Şekil 35).



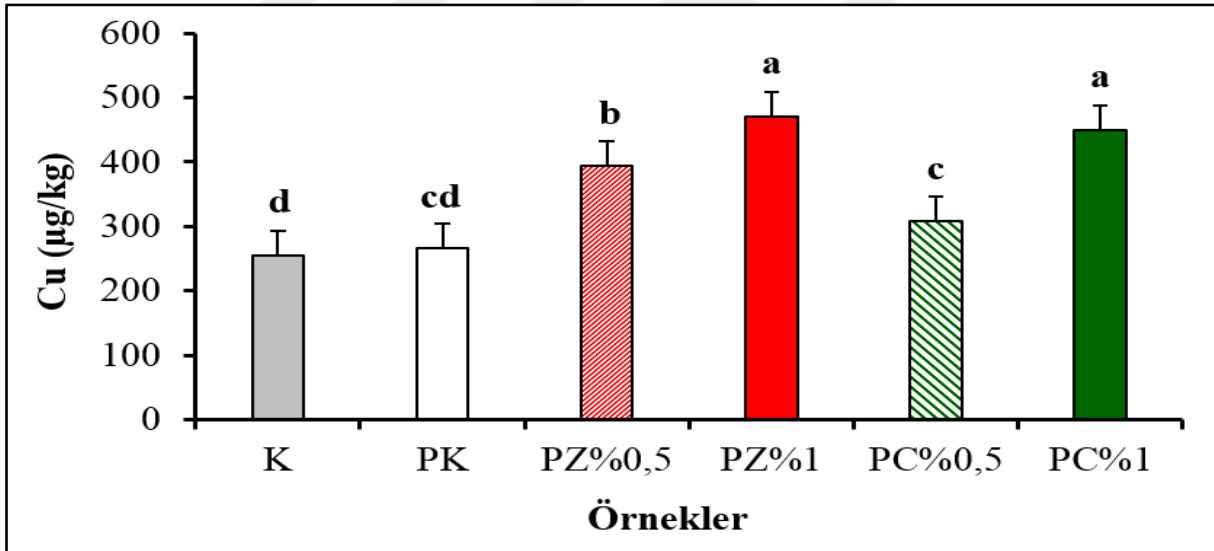
Şekil 36. Beyaz peynir örneklerinin Fe miktarları

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak, Fe miktarını Ocak ve Köse (2015) Van otlı peynirinde 3140-29950 µg/kg; Barać *et al.* (2018) Beyaz peynirde 2950-9620 µg/kg kuru ağırlık; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) 2920-3630 µg/kg kuru ağırlık; Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 5790-11240 µg/kg; Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu ilaveli UF-yumuşak peynirde 2200-27800 µg/kg aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; bu çalışmada tespit edilen sonuçlara kıyasla Fe miktarını Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 3610-4070 µg/kg aralığında daha düşük oranlarda belirlerken; Sağun vd (2005) sirme ilaveli salamura otlı peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 25410-27940 µg/kg kurumadde; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 427600-849000 µg/kg; Suna and

Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirde 23700-46800 µg/kg aralığında daha yüksek oranlarda bulmuşlardır.

Bakır (Cu) oranı

Cu; demir kullanımı ve hemoglobin oluşumu, enzimlerin yapısal bir parçasını oluşturma, enfeksiyonlarla mücadelede, bağışıklık sistemini uyarıcı, serbest radikalleri nötralize etme, kemik ve elastik doku gelişimi gibi birçok önemli fonksiyona sahip esansiyel bir mineraldir (Gupta and Gupta 2014; Gharibzahedi and Jafari 2017). Cu, insan sağlığı için önemli olmakla birlikte yüksek konsantrasyonlarda alımı toksik olabilir (Gupta and Gupta 2014). Süt ve ürünleri Cu bakımından fakirdir (Zamberlin *et al.* 2012). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen Cu miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük Cu miktarı 120. günde K örneğinde (162 µg/kg) belirlenirken, en yüksek Cu miktarı 120. günde PZ%1 örneğinde (570 µg/kg) tespit edilmiştir (Tablo 30). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin Cu miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 29).



Şekil 37. Beyaz peynir örneklerinin Cu miktarları

Cu miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 32'de verilmiştir. Buna göre; örnek değişkenine bağlı en düşük Cu miktarı K örneğinde (254 µg/kg) belirlenirken, en yüksek Cu miktarı PZ%1 örneğinde (471 µg/kg) tespit edilmiştir ($P<0,01$) (Şekil 37). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (260 µg/kg) kıyasla Cu miktarını artırmış, en yüksek değer ZYT içeren grupta (433 µg/kg) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla ZYT ilavesi Cu miktarını %157, CYT ilavesi ise %46 oranında artırmıştır. Bu sonuç, ZYT (7108 µg/kg)'nin CYT (5439 µg/kg)'ye kıyasla daha fazla miktarda Cu içermesinden

kaynaklanmıştır (Tablo 12). Benzer şekilde; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilavesinin peynirde Cu miktarını artırdığını tespit etmiştir. En yüksek Cu miktarı (379 µg/kg) 120. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Cu ihtiyacının %0,6-1,1'i karşılanmaktadır (Şekil 35).

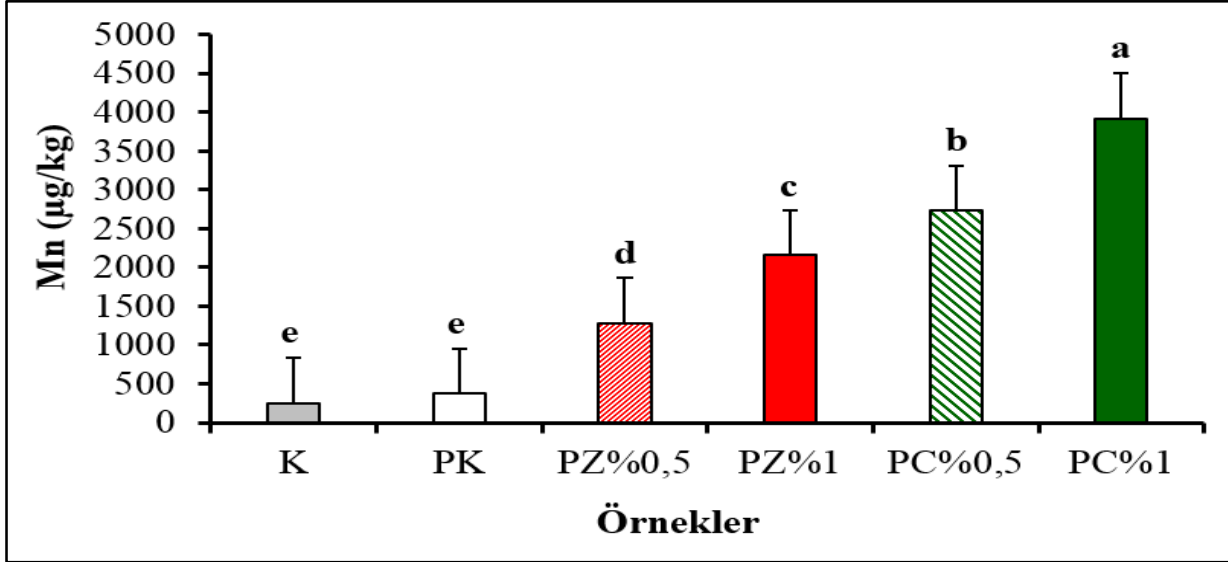
Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak, Cu miktarını Ocak ve Köse (2015) Van otlu peynirinde 290-2600 µg/kg; Barać *et al.* (2018) Beyaz peynirde 130-1160 µg/kg kuru ağırlık; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) 124-695 µg/kg kuru ağırlık; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 400-800 µg/kg aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla Cu miktarını Sağun vd (2005) sirno ilaveli salamura otlu peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 9370-10100 µg/kg kurumadde; Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 650-1100 µg/kg; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak 38600-112400 µg/kg; Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 740-900 µg/kg aralığında daha yüksek miktarlarda bulmuşlardır.

Mangan (Mn) oranı

Mn, tüm canlı organizmalar için en önemli eser mineraller arasında olup; protein, yağ ve karbonhidrat metabolizmasında, enzimlerin yapısal bir parçasını oluşturma, kemik ve kıkırdak gelişiminde, doku onarımında, beyin fonksiyonları ve sinir iletimi gibi pek çok önemli fonksiyonlara sahiptir (Gupta and Gupta 2014; Gharibzahedi and Jafari 2017). Süt ve ürünleri Mn bakımından fakirdir (Zamberlin *et al.* 2012). Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen Mn miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük Mn miktarı 120. günde K örneğinde (247 µg/kg) belirlenirken, en yüksek Mn miktarı da 120. günde PC_{%1} örneğinde (3920 µg/kg) tespit edilmiştir (Tablo 30). Varyans analizi sonucunda, örnek değişkeninin peynir örneklerinin Mn miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Ancak, olgunlaşma süresi ile örnek × olgunlaşma süresi interaksyonunun Mn miktarı üzerine etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 29).

Mn miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi ve bitki oranının etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 32'de verilmiştir. Buna göre; örnek değişkenine bağlı en düşük Mn miktarı (250-374 µg/kg) kontrol grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek Mn miktarı %1 CYT ilaveli örnekte (3917 µg/kg) tespit edilmiştir ($P<0,01$) (Şekil 38). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (312 µg/kg) kıyasla Mn miktarını artırmış, en yüksek değer CYT içeren grupta (3323 µg/kg) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi Mn miktarını %965, ZYT ilavesi ise %450 oranında

artırmıştır. Bu sonuç, CYT (126862 µg/kg)'nin ZYT (57938 µg/kg)'ye kıyasla 2 kat daha fazla miktarda Mn içermesinden kaynaklanmıştır (Tablo 12). Benzer olarak; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari, El-Sayed (2020) ıspanak tozu, Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu ilavesinin peynirde Mn miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. En yüksek Mn miktarı (1815 µg/kg) 120. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Mn ihtiyacının %0,5-7,2'si karşılanmaktadır (Şekil 35).



Şekil 38. Beyaz peynir örneklerinin Mn miktarları

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak, Mn miktarını Sağun vd (2005) sirno ilaveli salamura otlu peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 3510-3800 µg/kg kurumadde; Ocak ve Köse (2015) Van otlu peynirinde 380-2230 µg/kg; Barać *et al.* (2018) Beyaz peynirde 544-1237 µg/kg kuru ağırlık; Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 440-580 µg/kg; Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 400-8370 µg/kg aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla Mn miktarını Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 150-330 µg/kg; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) 78-167 µg/kg kuru ağırlık aralığında daha düşük oranlarda belirlerken, Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 99990-283630 µg/kg; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 43500-196000 µg/kg aralığında daha yüksek oranlarda tespit etmişlerdir.

Çinko (Zn) oranı

Birçok enzimin yapısında önemli olan Zn; büyüme ve gelişme, protein sentezi, doku onarımı, sindirim ve bağışıklık sistemi gibi insan fizyolojisi üzerinde pek çok fonksiyona sahip esansiyel bir mineraldir (Gupta and Gupta 2014; Gharibzahedi and Jafari 2017). Deneme Beyaz

peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen Zn miktarları Tablo 30’da verilmiştir. Buna göre; en düşük Zn miktarı 120. günde PC_{%1} örneğinde (36317 µg/kg) belirlenirken, en yüksek Zn miktarı 1. günde K örneğinde (46414 µg/kg) tespit edilmiştir (Tablo 30). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin Zn miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 29).

Zn miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 32’de verilmiştir. Buna göre; örnek değişkenine bağlı en düşük Zn miktarı PC_{%1} örneğinde (39356 µg/kg) belirlenirken, en yüksek Zn miktarı K örneğinde (45202 µg/kg) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Bitki ilavesi kontrol gruba (42781 µg/kg) kıyasla Zn miktarını düşürmüş (39890-40601 µg/kg) ancak örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bitki oranındaki artışla birlikte de Zn miktarı azalmıştır ($P<0,05$). Benzer şekilde, Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilavesinin Beyaz peynirde Zn miktarını düşürdüğünü belirlerken; El-Sayed (2020) ıspanak tozu, Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilavesinin peynirde Zn miktarını artırdığını tespit etmişlerdir. En yüksek Zn miktarı (42005 µg/kg) 1. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Zn ihtiyacının %11,5-14,2’si karşılanmaktadır (Şekil 35).

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak, Zn miktarını Karaca and Güven (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 38000-46300 µg/kg; Barać *et al.* (2018) Beyaz peynirde 16190-47110 µg/kg kuru ağırlık aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla Zn miktarını Sağun vd (2005) sirmo ilaveli salamura otlu peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 33630-35080 µg/kg kurumadde; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 24830-31410 mg/kg; Ocak ve Köse (2015) Van otlu peynirinde 8130-25940 µg/kg; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) 22270-30680 µg/kg kuru ağırlık; Metry *et al.* (2022) kabak çekirdeği tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 2100-2720 µg/kg; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde 10400-17500 µg/kg aralığında daha düşük oranlarda belirlerken; Yalçıntaş-Gülbaş and Saldamlı (2005) Se ve Zn ile zenginleştirdikleri Beyaz peynirde Zn miktarını kontrol grupta 13770 µg/kg, zenginleştirilmiş örnekte 185500 µg/kg olarak; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde 232500-644000 µg/kg; Subaşı (2021) Ezine ve Edirne Beyaz peynir örneklerinde ortalama 49900-61500 µg/kg aralığında daha yüksek oranlarda bulmuşlardır.

Selenyum (Se) oranı

Se; vücut dokularının oksidatif strese karşı korunması, enfeksiyonlara karşı mücadele, lipidlerin oksidasyonunun önlenmesi, bağışıklık sisteminin uyarılması, büyüme ve gelişme gibi insan fizyolojisi üzerinde pek çok fonksiyona sahip esansiyel bir mineraldir (FAO 2001; Gupta and Gupta 2014; Gharibzahedi and Jafari 2017). Birçok doku türünde bulunan glutatyon peroksidaz enziminin ana bileşeni olan Se; E vitamini, katalaz ve süperoksit dismutaz ile kombinasyon halinde antioksidan işlevi görmektedir (Zamberlin *et al.* 2012).

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşmanın başı (1. gün) ve sonunda (120. gün) belirlenen Se miktarları Tablo 30'da verilmiştir. Buna göre; en düşük Se miktarı 120. günde PC_{%0,5} örneğinde (131 µg/kg) belirlenirken, en yüksek Se miktarı 1. günde K örneğinde (210 µg/kg) tespit edilmiştir (Tablo 30). Varyans analizi sonucunda; örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin Se miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 29). Örnekler arasında bitki ilavesinden kaynaklı fark bulunmaması, ZYT ve CYT'nin Se içermemesi ile ilişkili olabilir (Tablo 12). Yalçıntaş-Gülbaş and Saldamlı (2005) Se ve Zn ile zenginleştirdikleri Beyaz peynirde Se miktarını; kontrol grupta 51 µg/kg, zenginleştirilmiş örnekte 708 µg/kg olarak tespit etmişlerdir. Üretilen fonksiyonel Beyaz peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Se ihtiyacının %9,1-13,3'ü karşılanmaktadır (Şekil 35).

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Biyoaktivite Analiz Sonuçları

İnsan yaşamında temel bir öneme sahip oksijen (O₂), normal metabolik olaylar sırasında serbest radikallerin oluşumuna neden olmaktadır. Serbest radikaller bir veya daha fazla sayıda eşleşmemiş elektrona sahip moleküllerdir. Radikaller bu özelliğinden dolayı kimyasal olarak aktif bir yapı göstererek biyolojik moleküllerde (nükleik asitler, proteinler ve lipidler gibi) oksidasyona neden olmaktadır (Ratnam *et al.* 2006; Ponnampalam *et al.* 2022). Serbest radikallerin neden olduğu ileri derecede oksidasyon; doku hasarı, hücre ölümü, erken yaşlılık, kanser, anemi, kalp damar hastalıkları ve nörolojik bozukluklar gibi çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır (Ratnam *et al.* 2006). O₂'ye bağlı serbest radikallerin vücutta neden olduğu olumsuzlukların ve reaksiyonların engellenmesinde ya da aktif oksijenlerin tutulmasında antioksidanlar büyük rol oynamaktadır. Bu bakımından fenolik bileşikler, flavonoid bileşikler, karotenoidler, E ve C vitaminleri antioksidan özellikleriyle ön plana çıkmaktadır (Baublis *et al.* 2000; Ponnampalam *et al.* 2022).

Antioksidan aktivite analiz sonuçları

Deneme Beyaz peynir örneklerinin antioksidan özelliklerine ait varyans analiz sonuçları, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları sırasıyla Tablo 33, Tablo 34 ve Tablo 35’de toplu olarak verilmiştir. Örneklerin antioksidan aktiviteleri, klorofil içerikleri ve olgunlaşma özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları ise Tablo 36 ve Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 33. Beyaz Peynir Örneklerinin Antioksidan Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri				
		TPC	TFC	DPPH	CUPRAC	FRAP
Örnek (A)	5	152,668**	1003,18**	1275,397**	1234,225**	731,527**
Olgunlaşma (B)	4	257,773**	16,971**	1,996	17,073**	0,583
A × B	20	1,501	1,578	3,208**	2,827**	0,705
Hata	90					
Genel	120					

SD: Serbestlik derecesi, **: $P < 0,01$.

Tablo 34. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin TPC, TFC ve Antioksidan Özelliklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Özellikler	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC%0,5	PC%1
TPC (mg GAE/100g)	1	57,71±2,25 ^{d,C}	67,55±7,20 ^{d,C}	96,69±1,43 ^{c,D}	122,44±4,58 ^{b,D}	116,44±3,22 ^{b,D}	151,75±17,13 ^{a,D}
	30	120,57±7,54 ^{d,B}	126,88±11,49 ^{d,B}	146,44±9,58 ^{c,C}	169,56±5,74 ^{b,C}	164,56±2,87 ^{b,C}	188,75±4,26 ^{a,C}
	60	130,63±10,80 ^{c,B}	130,78±5,98 ^{c,B}	174,00±11,34 ^{b,B}	201,25±9,38 ^{b,B}	193,06±24,00 ^{b,B}	227,25±30,39 ^{a,B}
	90	146,46±13,21 ^{d,A}	158,70±2,17 ^{d,A}	206,25±9,32 ^{c,A}	234,50±5,84 ^{b,A}	231,25±23,62 ^{b,A}	260,26±28,91 ^{a,AB}
	120	154,38±12,92 ^{d,A}	167,60±5,72 ^{d,A}	216,06±7,82 ^{c,A}	241,50±14,05 ^{b,A}	230,88±20,69 ^{bc,A}	272,50±23,19 ^{a,A}
TFC (mg QE/100g)	1	41,53±1,80 ^{d,A}	34,50±3,50 ^{d,A}	113,40±6,39 ^{c,A}	156,15±19,53 ^{b,A}	115,28±3,38 ^{c,A}	213,71±21,93 ^{a,A}
	30	34,81±2,63 ^{e,B}	29,19±1,80 ^{e,B}	91,09±2,24 ^{d,B}	130,46±6,77 ^{b,B}	109,84±7,31 ^{c,AB}	194,78±20,97 ^{a,AB}
	60	26,84±1,29 ^{e,C}	30,91±2,13 ^{e,AB}	89,21±1,55 ^{d,B}	139,84±17,01 ^{b,AB}	117,71±4,88 ^{c,A}	195,53±5,63 ^{a,AB}
	90	25,91±1,64 ^{e,C}	31,06±2,42 ^{e,AB}	93,15±6,45 ^{d,B}	150,53±9,61 ^{b,AB}	116,21±5,79 ^{c,A}	196,46±14,78 ^{a,AB}
	120	24,34±1,29 ^{e,C}	24,03±0,60 ^{e,C}	76,46±3,74 ^{d,C}	137,96±3,59 ^{b,AB}	102,90±1,84 ^{c,B}	181,09±15,89 ^{a,B}
DPPH (mg TE/100g)	1	5,70±0,68 ^{d,A}	6,24±0,75 ^{d,A}	31,98±0,53 ^{c,A}	46,46±5,70 ^{b,AB}	34,58±1,08 ^{c,C}	73,64±10,30 ^{a,A}
	30	1,65±1,30 ^{e,B}	4,68±0,77 ^{e,B}	24,57±1,29 ^{d,C}	39,78±4,96 ^{c,B}	43,73±1,85 ^{b,AB}	69,72±2,90 ^{a,A}
	60	0,60±0,36 ^{d,B}	3,26±0,69 ^{d,C}	25,43±1,93 ^{c,C}	45,81±5,48 ^{b,AB}	43,00±1,29 ^{b,AB}	68,90±6,11 ^{a,A}
	90	0,60±0,06 ^{e,B}	2,59±0,39 ^{e,CD}	28,49±1,43 ^{d,B}	46,79±3,03 ^{b,AB}	42,11±1,07 ^{c,B}	71,59±5,38 ^{a,A}
	120	0,70±0,18 ^{e,B}	2,03±0,41 ^{e,D}	25,40±1,49 ^{d,C}	49,15±2,36 ^{b,A}	45,20±1,92 ^{c,A}	71,83±5,00 ^{a,A}
CUPRAC (mg TE/100g)	1	57,29±14,29 ^{e,A}	55,63±3,97 ^{e,A}	131,00±2,12 ^{d,A}	185,00±7,86 ^{b,A}	153,13±8,26 ^{c,A}	243,25±19,43 ^{a,AB}
	30	43,44±3,25 ^{d,B}	48,23±5,90 ^{d,B}	109,00±12,99 ^{c,B}	142,75±2,33 ^{b,C}	129,88±5,41 ^{b,B}	239,38±15,46 ^{a,AB}
	60	43,75±2,45 ^{e,B}	45,83±1,44 ^{e,B}	108,25±11,95 ^{d,B}	162,50±13,24 ^{b,B}	129,50±12,96 ^{c,B}	223,25±14,87 ^{a,B}
	90	49,27±2,83 ^{e,AB}	48,75±2,45 ^{e,B}	113,63±4,82 ^{d,B}	180,13±18,11 ^{b,A}	146,25±4,29 ^{c,A}	234,63±7,23 ^{a,AB}
	120	40,42±0,48 ^{d,B}	49,17±2,07 ^{d,B}	114,25±3,23 ^{c,B}	156,63±6,70 ^{b,BC}	151,63±10,80 ^{b,A}	249,00±5,93 ^{a,A}
FRAP (mg TE/100g)	1	1,14±0,17 ^{d,A}	1,56±0,16 ^{d,A}	26,41±1,25 ^{c,A}	44,44±9,02 ^{b,A}	40,27±0,38 ^{b,B}	72,50±11,49 ^{a,A}
	30	0,40±0,20 ^{d,B}	0,69±0,12 ^{d,C}	26,80±1,33 ^{c,A}	52,38±6,29 ^{b,A}	44,38±4,34 ^{b,A}	71,51±11,24 ^{a,A}
	60	0,40±0,22 ^{e,B}	0,50±0,18 ^{e,C}	26,49±4,76 ^{d,A}	47,54±3,35 ^{b,A}	43,58±0,48 ^{c,AB}	75,73±2,52 ^{a,A}
	90	0,43±0,16 ^{e,B}	1,12±0,08 ^{e,B}	26,10±2,40 ^{d,A}	51,76±6,38 ^{b,A}	41,28±0,93 ^{c,AB}	75,06±8,35 ^{a,A}
	120	0,17±0,04 ^{e,B}	0,65±0,12 ^{e,C}	23,90±1,13 ^{d,A}	52,22±5,13 ^{b,A}	42,83±2,32 ^{c,AB}	77,98±10,06 ^{a,A}

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-e}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-D}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

Tablo 35. Beyaz Peynir Örneklerinin TPC, TFC ve ve Antioksidan Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

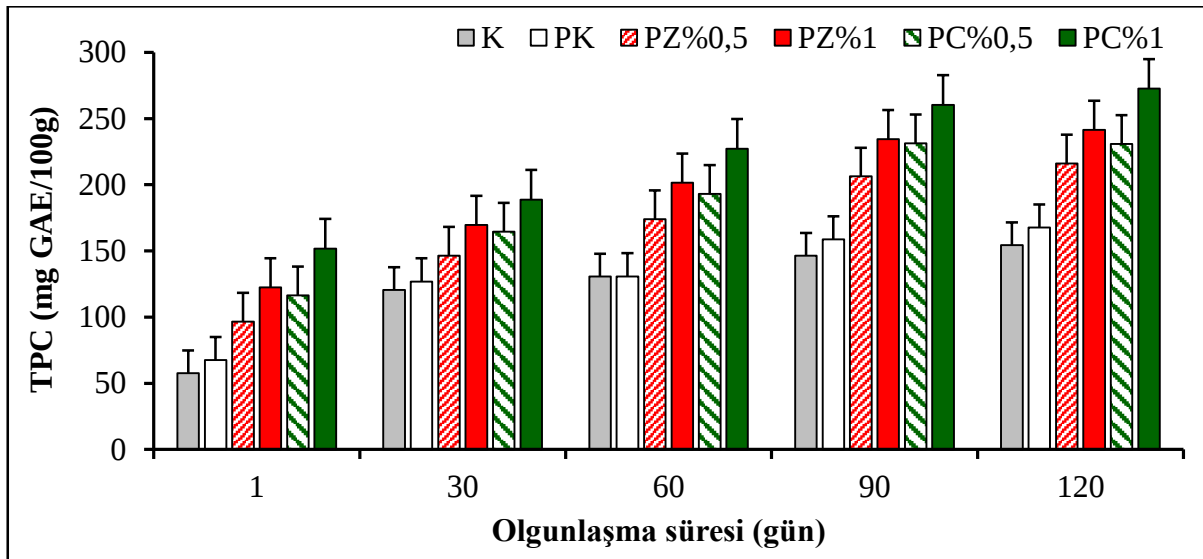
Örnekler	n	TPC (mg GAE/100g)	TFC (mg QE/100g)	DPPH (mg TE/100g)	CUPRAC (mg TE/100g)	FRAP (mg TE/100g)
K	10	121,95±36,26 ^d	30,69±6,88 ^e	1,85±2,10 ^e	46,83±8,58 ^e	0,51±0,37 ^e
PK	10	130,30±36,53 ^d	29,94±4,05 ^e	3,76±1,66 ^e	49,52±4,60 ^e	0,91±0,41 ^e
PZ _{%0,5}	10	167,89±45,04 ^c	92,66±12,86 ^d	27,17±3,09 ^d	115,23±11,26 ^d	25,94±2,52 ^d
PZ _{%1}	10	193,85±45,76 ^b	142,99±14,79 ^b	45,60±5,13 ^b	165,40±18,70 ^b	49,67±6,48 ^b
PC _{%0,5}	10	187,24±47,21 ^b	112,39±7,14 ^c	41,72±4,03 ^c	142,08±13,28 ^c	42,47±2,52 ^c
PC _{%1}	10	220,10±50,31 ^a	196,31±18,38 ^a	71,13±5,95 ^a	237,90±15,03 ^a	74,56±8,62 ^a
Bitki çeşidi	n	TPC (mg GAE/100g)	TFC (mg QE/100g)	DPPH (mg TE/100g)	CUPRAC (mg TE/100g)	FRAP (mg TE/100g)
Kontrol	20	126,13±36,18 ^c	30,31±5,59 ^c	2,81±2,11 ^c	48,18±6,93 ^c	0,71±0,44 ^c
ZYT	20	180,87±46,71 ^b	117,83±28,92 ^b	36,39±10,22 ^b	140,31±29,62 ^b	37,80±12,96 ^b
CYT	20	203,67±50,94 ^a	154,35±44,67 ^a	56,43±15,72 ^a	189,99±50,50 ^a	58,51±17,42 ^a
P		**	**	**	**	**
Bitki oranı	n	TPC (mg GAE/100g)	TFC (mg QE/100g)	DPPH (mg TE/100g)	CUPRAC (mg TE/100g)	FRAP (mg TE/100g)
Kontrol	20	126,13±36,18 ^c	30,31±5,59 ^c	2,81±2,11 ^c	48,18±6,93 ^c	0,71±0,44 ^c
%0,5	20	177,56±46,59 ^b	102,53±14,32 ^b	34,45±8,18 ^b	128,65±18,24 ^b	34,21±8,73 ^b
%1	20	206,98±49,29 ^a	169,65±31,63 ^a	58,37±14,05 ^a	201,65±40,35 ^a	62,11±14,68 ^a
P		**	**	**	**	**
Olgunlaşma süresi (gün)	n	TPC (mg GAE/100g)	TFC (mg QE/100g)	DPPH (mg TE/100g)	CUPRAC (mg TE/100g)	FRAP (mg TE/100g)
1	12	102,10±33,79 ^d	112,42±64,57 ^a	33,09±24,32 ^a	137,55±69,04 ^a	31,05±26,14 ^a
30	12	152,79±25,43 ^c	98,36±58,60 ^b	30,69±24,19 ^a	118,78±67,70 ^c	32,69±27,26 ^a
60	12	176,17±39,70 ^b	100,01±61,19 ^b	31,17±24,95 ^a	118,85±65,33 ^c	32,37±27,46 ^a
90	12	206,24±44,61 ^a	102,22±62,80 ^b	32,03±25,65 ^a	128,77±69,07 ^b	32,62±27,66 ^a
120	12	213,82±44,22 ^a	91,13±58,70 ^c	32,39±26,39 ^a	126,85±72,52 ^b	32,96±28,88 ^a

^{a-c}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. **: $P < 0,01$.

Antioksidanların biyolojik işlevleri ve sağladığı faydalar nedeniyle, doğal antioksidan içeriği zengin gıdalara olan tüketici ve üretici talepleri her geçen gün artmaktadır (Gul *et al.* 2016; Ritota and Manzi 2020; Nabi *et al.* 2023). Beslenme ile antioksidanların bilinçli şekilde sağlanması oksidatif stresin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Ponnampalam *et al.* 2022). Süt; gıda bileşenleri ve çeşitli mineraller bakımından zengin olmasına karşın antioksidan bileşiklerce (konjuge linoleik asit hariç) fakirdir (Salık ve Çakmakçı 2021b). Önemli bir süt ürünü olan peynir; süt yoluyla hayvan yemlerinden gelen bileşikler, bakteri metabolizması yoluyla peynirde oluşan bileşikler ve süt proteinlerinin hidrolizi sonucu oluşan biyoaktif peptitler dâhil olmak üzere antioksidan aktiviteye sahip bileşikleri içermektedir (del Olmo *et al.* 2018). Bitkiler ise fenolikler, flavonoidler, karatenoidler ve antioksidan bileşiklerce (E ve C vitamini) zengin kaynaklar olup, 1000'den fazla polifenol bileşik içermektedir (Ponnampalam *et al.* 2022).

Toplam fenolik madde (TPC) miktarı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TPC miktarları Tablo 34 ve Şekil 39'da verilmiştir. Buna göre; en düşük TPC miktarı 1. günde K örneğinde (57,71 mg GAE/100g) belirlenirken, en yüksek TPC miktarı 120. günde PC_{%1} örneğinde (272,50 mg GAE/100g) tespit edilmiştir (Şekil 39). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin peynir örneklerinin TPC miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak, örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun TPC miktarı üzerine olan etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 33).



Şekil 39. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TPC miktarındaki değişim

TPC miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 35'de verilmiştir. Buna göre; örneklerden en düşük TPC miktarı (121,95-130,30 mg GAE/100g)

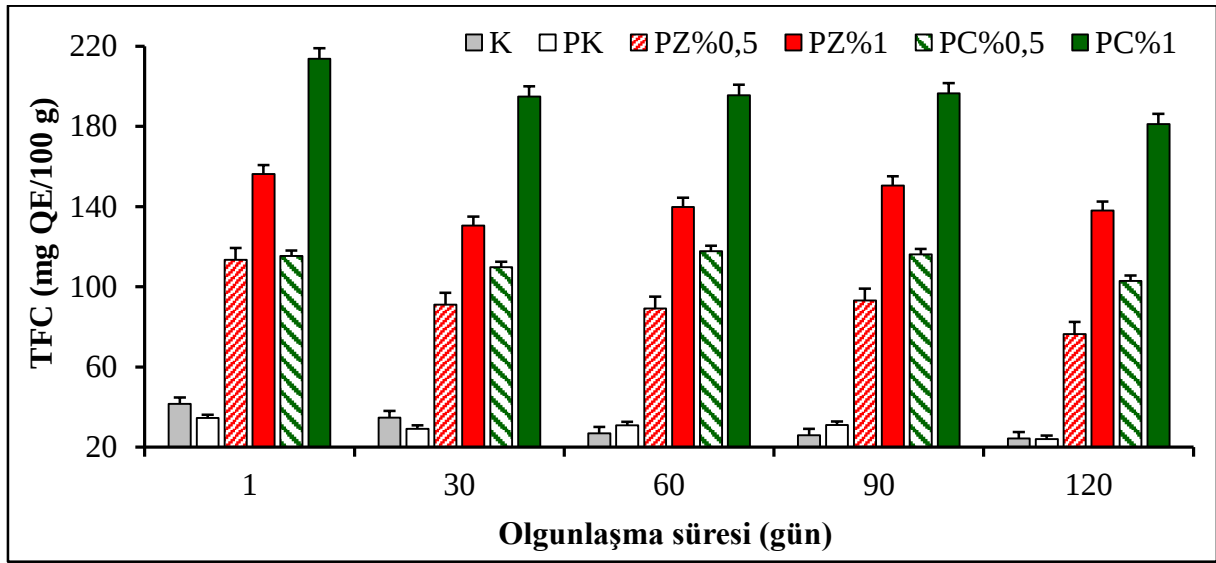
kontrol gruplarda (K ve PK), en yüksek TPC miktarı PC_{%1} örneğinde (220,10 mg GAE/100g) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (126,13 mg GAE/100g) kıyasla TPC miktarını artırmış, en yüksek değer CYT içeren grupta (203,67 mg GAE/100g) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi TPC miktarını %61, ZYT ilavesi ise %43 oranında artırmıştır. Bu sonuç, CYT (48,30 mg GAE/g)'nin ZYT (36,01 mg GAE/g)'ye kıyasla TPC miktarının daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 12). Peynirlerde TPC miktarlarının artmasına yönelik bulunan sonuçlar; El-Sayed (2020)'in ıspanak tozu, El-Sayed and Ibrahim (2021)'in kırmızıturp tozu, Vukić *et al.* (2021)'in adaçayı ve kombucha, Eid *et al.* (2022)'in havlıcan tozu, Suna and Yilmaz-Ersan (2022)'in mikroalg, Mousavi *et al.* (2023)'in mantar ekstraktı ilavesiyle ürettikleri peynirlerde buldukları sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Peynirlerde olgunlaşma süresince de TPC miktarı (102,10-213,82 GAE/100g) artmış ($P<0,01$), ancak 90. ve 120. günlerdeki sonuçlar istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmamıştır ($P>0,05$). Önceki diğer bazı araştırmalarda da olgunlaşma süresince TPC miktarının arttığı tespit edilmiştir (del Olmo *et al.* 2018; El Hatmi *et al.* 2020; Köse and Ocak 2020; Vukić *et al.* 2021; Suna and Yilmaz-Ersan 2022). Olgunlaşma süresince TPC miktarındaki artış, del Olmo *et al.* (2018)'nin de belirttiği gibi olgunlaşma süresince fermentasyona ve proteolize bağlı olarak peptitlerin ve aromatik aminoasitlerin katabolizması ile açıklanabilir. Nitekim, korelasyon analizi sonucunda; TPC miktarı ile olgunlaşma derecesini ifade eden WSN ($r=0,677$), TCA-SN ($r=0,927$), PTA-SN ($r=0,922$), pH 4,6-SN ($r=0,839$) indeksleri ve lipoliz ($r=0,755$) arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca, TPC miktarı ile TFC ($r=0,563$), DPPH ($r=0,637$), CUPRAC ($r=0,602$) ve FRAP ($r=0,658$) antioksidan aktivite arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) orta derecede pozitif korelasyonlar bunu doğrulamaktadır (Tablo 37).

Bu araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; TPC miktarını del Olmo *et al.* (2018) deniz yosunu ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (60 gün) 56,0-166,0 mg GAE/100g; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilaveli yumuşak peynirlerde 99,83-146,33 mg GAE/100g; Kara ve Köse (2020) Van otlu peynirinde 34,50-111,73 mg GAE/100g; Eid *et al.* (2022) havlıcan tozu ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde 77,0-189,0 mg GAE/100g kuru ağırlık; Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilaveli UF-Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 15,0-168,0 mg GAE/100g aralığında tespit etmişlerdir. Aksine; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) TPC miktarını (189,1-822,5 mg GAE/100g), bu araştırmada tespit edilen değerlerden daha yüksek miktarlarda bulmuşlardır.

Toplam flavonoid madde (TFC) miktarı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TFC miktarları Tablo 34 ve Şekil 40'da verilmiştir. Buna göre; en düşük TFC miktarı 120. gününde PK örneğinde (24,03 mg QE/100g) belirlenirken, en yüksek TFC miktarı 1. gününde PC%1 örneğinde (213,71 mg QE/100g) tespit edilmiştir (Şekil 40). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin peynir örneklerinin TFC miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak, örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun TFC miktarı üzerine olan etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 33).



Şekil 40. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TFC miktarındaki değişim

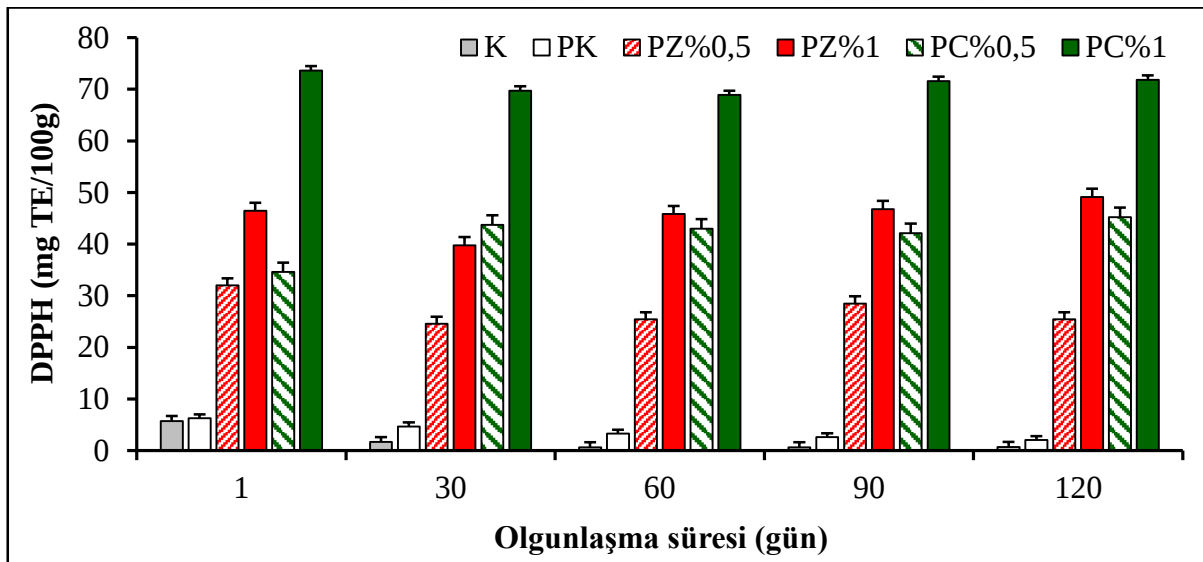
TFC miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 35'de verilmiştir. Buna göre; en düşük TFC miktarı (29,94-30,69 mg QE/100g) kontrol grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek TFC miktarı PC%1 örneğinde (196,31 mg QE/100g) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (30,31 mg QE/100g) kıyasla TFC miktarını artırmış, en yüksek değer CYT içeren grupta (154,35 mg QE/100g) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi TFC miktarını %409, ZYT ilavesi ise %289 oranında artırmıştır. Bu sonuç, CYT (136,38 mg QE/g)'nin ZYT (126,53 mg QE/g)'ye kıyasla TFC miktarının daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 12). Ayrıca, CYT ve ZYT'nin bileşiminde bulunan klorofilin de TFC miktarı üzerinde artırıcı etkisi olabilir. Nitekim, TFC miktarı ile klorofil *a* ($r=0,851$), klorofil *b* ($r=0,881$) ve toplam klorofil ($r=0,863$) arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif ilişkilerin olduğu belirlenmiştir (Tablo 36). Olgunlaşma süresince ise TFC miktarı (102,10-213,82 mg QE/100g) 1. güne kıyasla azalmış ($P<0,01$), 30., 60. ve 90. günler arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Korelasyon analizi sonucunda; TFC miktarı ile DPPH ($r=0,985$), CUPRAC ($r=0,988$), FRAP ($r=0,981$) ve lipoliz

($r=0,812$) parametreleri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Tablo 37).

El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilaveli yumuşak peynirlerde TFC miktarını 11,81-20,05 mg QE/100g aralığında tespit etmişlerdir. Hasneen *et al.* (2020) zerdeçal, adaçayı ve mercanköşk ekstraktı ilaveli Kariesh peynirinde TFC miktarını 448-575 mg QE/100g aralığında belirlemişlerdir. Araştırmada tespit ettiğimiz TFC miktarları El Hatmi *et al.* (2020) tarafından bildirilen değerlerden yüksek, Hasneen *et al.* (2020) tarafından bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

DPPH antioksidan aktivite

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite analiz sonuçları Tablo 34 ve Şekil 41’de verilmiştir. Buna göre; en düşük DPPH antioksidan aktivite 60. ve 90. günlerinde K örneğinde (0,60 mg TE/100g) belirlenirken, en yüksek antioksidan aktivite 1. günde PC_{%1} örneğinde (73,64 mg TE/100g) tespit edilmiştir (Şekil 41). Varyans analizi sonucunda, örnek değişkeni ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin DPPH antioksidan aktivitesi üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,01$). Ancak, olgunlaşma süresi değişkeninin DPPH antioksidan aktivite üzerine olan etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 33).



Şekil 41. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince DPPH antioksidan aktivitedeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 35)’na göre; en düşük DPPH antioksidan aktivite (1,85-3,76 mg TE/100g) kontrol grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek DPPH antioksidan aktivite PC_{%1} örneğinde (71,13 mg TE/100g) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (2,81 mg TE/100g) kıyasla DPPH antioksidan aktiviteyi artırmış, en yüksek antioksidan aktivite CYT içeren grupta (56,43 mg

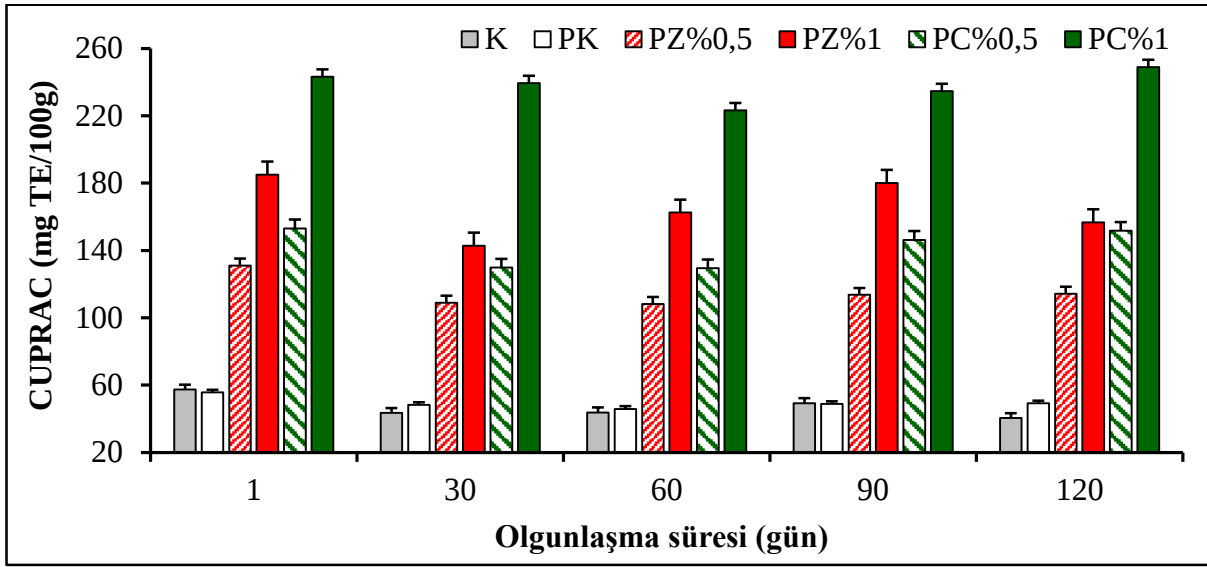
TE/100g) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi DPPH antioksidan aktiviteyi %1908, ZYT ilavesi ise %1162 oranında artırmıştır. Bu sonuç, CYT (47,16 mg TE/g)'nin ZYT (31,61 mg TE/g)'ye kıyasla DPPH antioksidan aktivitesinin daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 12). Peynirlerde DPPH antioksidan aktivitenin artmasına yönelik bulunan sonuçlar; Aktypis *et al.* (2018)'in safran, El-Sayed (2020)'in ıspanak tozu, Hasneen *et al.* (2020)'in zerdeçal, adaçayı ve mercanköşk, El Hatmi *et al.* (2020)'in pembe sarımsak tozu, El-Sayed and Ibrahim (2021)'in kırmızıturp tozu, Vukić *et al.* (2021)'in adaçayı, Eid *et al.* (2022)'in havlıcan tozu, Mousavi *et al.* (2023)'in mantar ekstraktı, Suna and Yilmaz-Ersan (2022)'in mikroalg, Aziz *et al.* (2023)'in nar kabuğu tozu ilavesi ile ürettikleri peynirlerde buldukları sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Olgunlaşma süresince ise DPPH antioksidan aktivite 30,69-33,03 mg TE/100g aralığında değişmiştir ($P>0,05$). Önceki diğer bazı araştırmalarda olgunlaşma süresince DPPH antioksidan aktivitenin azaldığına (El-Sayed and Ibrahim 2021; Mousavi *et al.* 2023; Aziz *et al.* 2023) ve arttığına (El Hatmi *et al.* 2020; Köse and Ocak 2020; Suna and Yilmaz-Ersan 2022) ilişkin sonuçlar tespit edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; DPPH antioksidan aktivite ile CUPRAC ($r=0,987$), FRAP ($r=0,992$), klorofil *a* ($r=0,873$), klorofil *b* ($r=0,882$), toplam klorofil ($r=0,880$) ve lipoliz ($r=0,879$) parametreleri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif ilişkilerin olduğu belirlenmiştir (Tablo 36-37).

Aktypis *et al.* (2018) safran ilaveli taze koyun peynirinde olgunlaşma süresince (30 gün) DPPH antioksidan aktiviteyi %14,33-23,84; Hasneen *et al.* (2020) zerdeçal, adaçayı ve mercanköşk ekstraktı ilaveli Kariesh peynirlerinde DPPH antioksidan aktiviteyi %63,98-88,79; El-Sayed (2020) ıspanak tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde DPPH antioksidan aktiviteyi %3,40-35,84; Kara ve Köse (2020) Van otlu peynirinde DPPH antioksidan aktiviteyi %3,60-13,05; El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilaveli yumuşak peynirlerde DPPH antioksidan aktiviteyi 32,60-82,40 mg TE/100g; El-Sayed and Ibrahim (2021) kırmızıturp tozu ilaveli UF-yumuşak peynirlerde olgunlaşma süresince (28 gün) DPPH antioksidan aktiviteyi %5,23-62,59; Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilaveli probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) DPPH antioksidan aktiviteyi 12,9-18,2 mg TE/100g; Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilaveli UF-Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) DPPH antioksidan aktiviteyi (IC_{50}) 35,98-229,72 mg/mL; Aziz *et al.* (2023) nar kabuğu tozu ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (60 gün) DPPH antioksidan aktiviteyi %2,55-86,97 aralığında tespit etmişlerdir. Bu araştırmada tespit edilen sonuçlar; El Hatmi *et al.* (2020) tarafından bildirilen değerlerle benzerlik gösterirken, Suna and Yilmaz-Ersan (2022) tarafından bildirilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

CUPRAC antioksidan aktivite

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince CUPRAC yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite analiz sonuçları Tablo 34 ve Şekil 42’de verilmiştir. Buna göre; en düşük CUPRAC antioksidan aktivite 120. günde K örneğinde (40,42 mg TE/100g) belirlenirken, en yüksek antioksidan aktivite 120. gününde PC_{%1} örneğinde (249,00 mg TE/100g) tespit edilmiştir (Şekil 42). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin CUPRAC antioksidan aktivitesi üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 33).



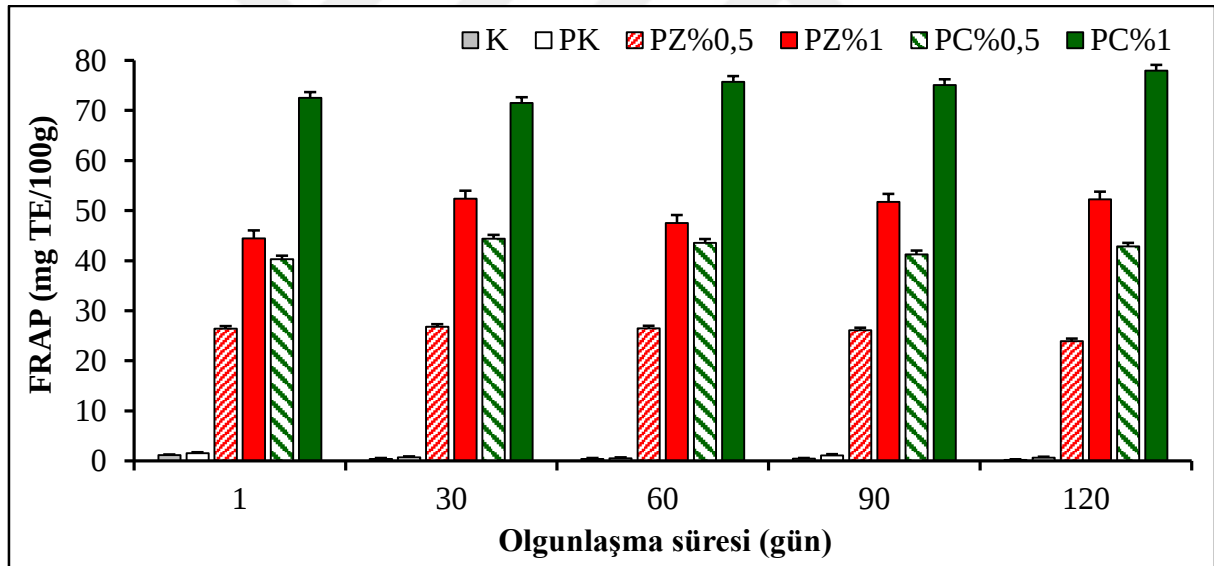
Şekil 42. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince CUPRAC antioksidan aktivitedeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 35)’na göre; en düşük CUPRAC antioksidan aktivite (46,83-49,52 mg TE/100g) kontrol grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek CUPRAC antioksidan aktivite PC_{%1} örneğinde (237,90 mg TE/100g) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (48,18 mg TE/100g) kıyasla CUPRAC antioksidan aktiviteyi artırmış, en yüksek antioksidan aktivite CYT içeren grupta (189,99 mg TE/100g) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi CUPRAC antioksidan aktiviteyi %294, ZYT ilavesi ise %191 oranında artırmıştır. Bu sonuç, CYT (165,94 mg TE/g)’nin ZYT (130,01 mg TE/g)’ye kıyasla CUPRAC antioksidan aktivitesinin daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 12). Benzer şekilde, Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg ilavesinin probiyotik Beyaz peynirlerde CUPRAC antioksidan aktiviteyi artırdığını ve olgunlaşma süresince 3,90-72,30 mg TE/100g aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Olgunlaşma süresince (118,78-137,55 mg TE/100g) ise 1. güne kıyasla diğer günlerde CUPRAC antioksidan aktivite azalmış, 30. ve 60 günler ile 90. ve 120. günler arasında fark bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu araştırma sonuçlarının aksine, Suna and

Yılmaz-Ersan (2022) olgunlaşma süresince CUPRAC antioksidan aktivitenin arttığını rapor etmişlerdir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre; CUPRAC antioksidan aktivite ile FRAP ($r= 0,981$), klorofil *a* ($r= 0,857$), klorofil *b* ($r= 0,869$), toplam klorofil ($r= 0,865$) ve lipoliz ($r= 0,890$) parametreleri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif ilişkilerin olduğu belirlenmiştir (Tablo 36-37).

FRAP antioksidan aktivite

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince FRAP yöntemiyle belirlenen antioksidan aktivite analiz sonuçları Tablo 34 ve Şekil 43’de verilmiştir. Buna göre; en düşük FRAP antioksidan aktivite 120. günde K örneğinde (0,17 mg TE/100g) belirlenirken, en yüksek antioksidan aktivite de 120. günde PC%1 örneğinde (77,98 mg TE/100g) tespit edilmiştir (Şekil 43). Varyans analizi sonucunda, örnek değişkeninin peynir örneklerinin FRAP antioksidan aktivitesi üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak, olgunlaşma süresi ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun FRAP antioksidan aktivite üzerine olan etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 33).



Şekil 43. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince FRAP antioksidan aktivitesindeki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 35)’na göre; en düşük FRAP antioksidan aktivite (0,51-0,91 mg TE/100g) kontrol grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek FRAP antioksidan aktivite PC%1 örneğinde (74,56 mg TE/100g) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (0,71 mg TE/100g) kıyasla FRAP antioksidan aktiviteyi artırmış, en yüksek antioksidan aktivite CYT içeren grupta (58,51 mg TE/100g) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi FRAP antioksidan aktiviteyi %8141, ZYT ilavesi ise %5224 oranında artırmıştır. Bu sonuç, CYT (48,61 mg TE/g)’nin ZYT (43,08 mg TE/g)’ye kıyasla FRAP antioksidan aktivitesinin daha yüksek

olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 12). Benzer şekilde; del Olmo *et al.* (2018) deniz yosunu ilavesinin Beyaz peynirde FRAP antioksidan aktiviteyi artırdığını ve olgunlaşma süresince (60 gün) 45,0-94,0 mg TE/100g aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Olgunlaşma süresince ise FRAP antioksidan aktivite 31,05-32,96 mg TE/100g aralığında değişim göstermiştir ($P>0,05$). del Olmo *et al.* (2018) ise olgunlaşma süresince FRAP antioksidan aktivitenin arttığını rapor etmişlerdir.



Tablo 36. Beyaz Peynir Örneklerinin Antioksidan Özellikleri, Klorofil İçerikleri ve Lipoliz Düzeyi Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları

	TPC	TFC	DPPH	CUPRAC	FRAP	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil
TFC	0,563**							
DPPH	0,637**	0,985**						
CUPRAC	0,602**	0,988**	0,987**					
FRAP	0,658**	0,981**	0,992**	0,981**				
Klorofil a	0,468**	0,851**	0,873**	0,877**	0,857**			
Klorofil b	0,436*	0,881**	0,882**	0,885**	0,869**	0,973**		
Toplam klorofil	0,462*	0,863**	0,880**	0,884**	0,865**	0,998**	0,986**	
Lipoliz	0,755**	0,812**	0,879**	0,839**	0,890**	0,749**	0,730**	0,747**

Korelasyon: “çok zayıf” (0,00-0,10), “zayıf” (0,10-0,39), “orta” (0,40-0,69), “güçlü” (0,70-0,89) ve “çok güçlü” (0,90-1,0), *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Tablo 37. Beyaz Peynir Örneklerinin Antioksidan ve Olgunlaşma Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları

	TPC	TFC	DPPH	CUPRAC	FRAP	WSN (%TN)	TCA-SN (%TN)	PTA-SN (%TN)	pH 4,6-SN (%TN)
WSN (%TN)	0,677**	-0,015	0,060	0,032	0,100				
TCA-SN (%TN)	0,927**	0,281	0,370*	0,333	0,386*	0,709**			
PTA-SN (%TN)	0,922**	0,346	0,435*	0,395*	0,443*	0,602**	0,972**		
pH 4,6-SN (%TN)	0,839**	0,052	0,142	0,102	0,169	0,863**	0,936**	0,875**	
Lipoliz	0,755**	0,812**	0,879**	0,839**	0,890**	0,325	0,554**	0,579**	0,387*

Korelasyon: “çok zayıf” (0,00-0,10), “zayıf” (0,10-0,39), “orta” (0,40-0,69), “güçlü” (0,70-0,89) ve “çok güçlü” (0,90-1,0), *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Klorofil pigment analiz sonuçları

Yeşil sebzelerde bol miktarda bulunan klorofil; antioksidan, anti-inflamatuar, anti-mutajenik, antikanserojenik ve daha pek çok terapötik özelliklere sahiptir (Hayes and Ferruzzi 2020; Agarry *et al.* 2023). Deneme Beyaz peynir örneklerinin klorofil içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 38’de, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 39 ve Tablo 40’da toplu olarak verilmiştir. Örneklerinin klorofil içerikleri ve antioksidan aktiviteleri arasındaki korelasyon katsayıları ise Tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 38. Beyaz Peynir Örneklerinin Klorofil İçeriklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri		
		Klorofil <i>a</i>	Klorofil <i>b</i>	Toplam klorofil
Örnek (A)	5	810,926**	189,831**	677,808**
Olgunlaşma (B)	4	30,036**	8,396**	23,950**
A × B	20	13,545**	5,121**	12,160**
Hata	90			
Genel	120			

SD: Serbestlik derecesi, **: $P < 0,01$.

Tablo 39. Olgunlaşma Süresince Beyaz Peynir Örneklerinin Klorofil İçeriklerine Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Klorofil içeriği	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ %0,5	PZ %1	PC %0,5	PC %1
Klorofil a (µg/g)	1	0,54±0,08 ^{d,B}	0,54±0,12 ^{d,B}	3,23±0,44 ^{cd,A}	5,69±1,28 ^{c,A}	11,11±0,79 ^{b,A}	26,32±1,06 ^{a,A}
	30	0,57±0,02 ^{e,B}	0,58±0,11 ^{e,AB}	2,22±0,33 ^{d,B}	4,04±0,55 ^{c,B}	8,27±1,16 ^{b,B}	14,54±0,58 ^{a,C}
	60	0,82±0,12 ^{e,A}	0,64±0,18 ^{e,AB}	2,30±0,27 ^{d,B}	4,44±0,79 ^{c,AB}	7,95±1,47 ^{b,B}	14,35±0,99 ^{a,C}
	90	0,89±0,08 ^{e,A}	0,70±0,05 ^{e,AB}	2,69±0,54 ^{d,AB}	5,43±1,00 ^{c,AB}	8,11±0,13 ^{b,B}	16,23±0,87 ^{a,BC}
	120	0,75±0,12 ^{e,A}	0,74±0,10 ^{e,A}	2,54±0,78 ^{d,AB}	4,91±0,48 ^{c,AB}	9,29±2,11 ^{b,AB}	19,11±0,95 ^{a,B}
Klorofil b (µg/g)	1	0,44±0,04 ^{d,D}	0,40±0,03 ^{d,B}	2,13±0,47 ^{cd,A}	3,24±0,33 ^{c,A}	5,57±0,39 ^{b,A}	11,56±2,91 ^{a,A}
	30	0,78±0,03 ^{e,C}	0,75±0,14 ^{e,A}	1,94±0,20 ^{d,A}	2,76±0,49 ^{c,A}	4,43±0,42 ^{b,B}	7,43±1,02 ^{a,B}
	60	0,97±0,10 ^{e,A}	0,65±0,22 ^{e,A}	1,83±0,26 ^{d,A}	2,67±0,69 ^{c,A}	3,91±0,65 ^{b,BC}	6,19±0,44 ^{a,B}
	90	0,99±0,05 ^{c,A}	0,76±0,02 ^{c,A}	1,83±0,26 ^{c,A}	3,73±0,65 ^{b,A}	4,42±0,61 ^{b,B}	6,99±0,31 ^{a,B}
	120	0,87±0,04 ^{c,B}	0,80±0,04 ^{c,A}	1,88±0,56 ^{bc,A}	2,88±0,74 ^{b,A}	3,34±0,27 ^{b,C}	5,93±2,43 ^{a,B}
Toplam klorofil (µg/g)	1	0,98±0,11 ^{d,D}	0,93±0,14 ^{d,C}	5,36±0,89 ^{c,A}	8,93±1,46 ^{c,A}	16,68±1,14 ^{b,A}	37,88±5,61 ^{a,A}
	30	1,35±0,03 ^{e,C}	1,33±0,25 ^{e,BC}	4,16±0,37 ^{d,A}	6,80±1,01 ^{c,A}	12,70±1,57 ^{b,B}	21,97±1,14 ^{a,B}
	60	1,79±0,35 ^{e,AB}	1,29±0,39 ^{e,BC}	4,13±0,53 ^{d,A}	7,11±1,29 ^{c,A}	11,85±2,12 ^{b,B}	20,54±1,30 ^{a,B}
	90	1,88±0,13 ^{e,A}	1,54±0,06 ^{e,AB}	4,52±0,68 ^{d,A}	9,16±2,63 ^{c,A}	12,53±0,64 ^{b,B}	23,22±1,13 ^{a,B}
	120	1,63±0,09 ^{e,B}	1,77±0,29 ^{e,A}	4,42±1,31 ^{d,A}	7,80±1,19 ^{c,A}	12,63±2,16 ^{b,B}	25,04±3,27 ^{a,B}

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-e}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-D}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

Tablo 40. Beyaz Peynir Örneklerinin Klorofil İçeriklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnekler	n	Klorofil a (µg/g)	Klorofil b (µg/g)	Toplam klorofil (µg/g)
K	10	0,71±0,16 ^e	0,81±0,21 ^e	1,52±0,36 ^e
PK	10	0,64±0,13 ^e	0,67±0,18 ^e	1,37±0,37 ^e
PZ%0,5	10	2,60±0,58 ^d	1,92±0,36 ^d	4,52±0,86 ^d
PZ%1	10	4,90±1,00 ^c	3,06±0,90 ^c	7,96±1,74 ^c
PC%0,5	10	8,95±1,68 ^b	4,33±0,87 ^b	13,28±2,29 ^b
PC%1	10	18,11±4,89 ^a	7,62±2,62 ^a	25,73±6,96 ^a
Bitki çeşidi	n	Klorofil a (µg/g)	Klorofil b (µg/g)	Toplam klorofil (µg/g)
Kontrol	20	0,68±0,15 ^c	0,74±0,21 ^c	1,45±0,36 ^c
ZYT	20	3,75±1,42 ^b	2,49±0,89 ^b	6,24±2,21 ^b
CYT	20	13,52±5,88 ^a	5,98±2,55 ^a	19,50±8,12 ^a
<i>P</i>		**	**	**
Bitki oranı	n	Klorofil a (µg/g)	Klorofil b (µg/g)	Toplam klorofil (µg/g)
Kontrol	20	0,68±0,15 ^c	0,74±0,21 ^c	1,45±0,36 ^c
%0,5	20	5,77±3,44 ^b	3,13±1,39 ^b	8,90±4,75 ^b
%1	20	11,51±7,54 ^a	5,34±3,01 ^a	16,84±10,30 ^a
<i>P</i>		**	**	**
Olgunlaşma süresi (gün)	n	Klorofil a (µg/g)	Klorofil b (µg/g)	Toplam klorofil (µg/g)
1	12	7,90±9,32 ^a	3,89±4,08 ^a	11,79±13,29 ^a
30	12	5,04±5,13 ^c	3,01±2,43 ^b	8,06±7,53 ^{bc}
60	12	5,08±4,99 ^{bc}	2,70±1,98 ^b	7,79±6,95 ^c
90	12	5,68±5,53 ^{ab}	3,12±2,33 ^b	8,81±7,78 ^b
120	12	6,23±6,66 ^b	2,62±2,02 ^b	8,88±8,48 ^b

^{a-e}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

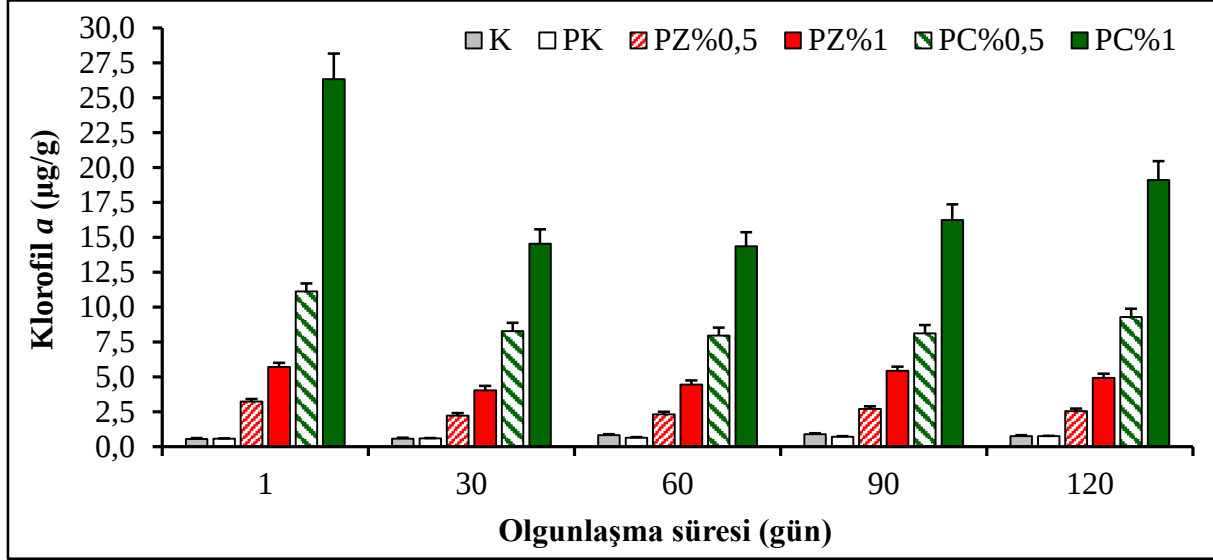
^{**}: $P < 0,01$.

Klorofil a oranı

Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen klorofil *a* miktarları Tablo 39 ve Şekil 44’de verilmiştir. En düşük klorofil *a* miktarı (0,54 µg/g) 1. günde kontrol grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek klorofil *a* miktarı da 1. günde PC%₁ örneğinde (26,32 µg/g) tespit edilmiştir (Şekil 44). Varyans analizi sonucunda (Tablo 38), örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin klorofil *a* miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur.

Klorofil *a* miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 40’da verilmiştir. Buna göre; en düşük klorofil *a* miktarı (0,64-0,71 µg/g) kontrol grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek klorofil *a* miktarı PC%₁ örneğinde (18,11 µg/g) tespit edilmiştir ($P < 0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (0,68 mg µg/g) kıyasla

klorofil *a* miktarını artırmış, en yüksek miktar CYT içeren grupta (13,52 µg/g) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi klorofil *a* miktarını %1888, ZYT ilavesi ise %451 oranında artırmıştır. Bu sonuç, CYT (1611,78 µg/g)'nin ZYT (429,62 µg/g)'ye kıyasla klorofil *a* miktarının daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 12). Olgunlaşma süresince ise klorofil *a* miktarı (5,04-7,90 µg/g) değişkenlik göstermekle birlikte, 1. güne kıyasla diğer günlerde azalmalar olmuştur ($P<0,01$).



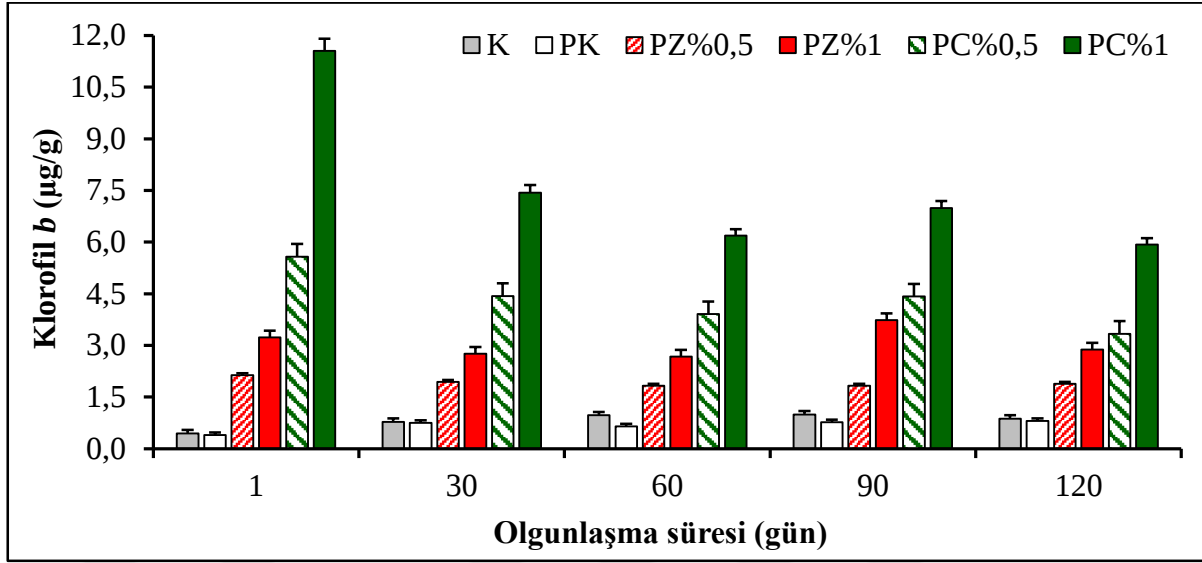
Şekil 44. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince klorofil *a* miktarındaki değişim

Klorofil *b* oranı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen klorofil *b* miktarları Tablo 39 ve Şekil 45’de verilmiştir. Buna göre; en düşük klorofil *b* miktarı 1. günde PK örneğinde (0,34 µg/g) belirlenirken, en yüksek klorofil *b* miktarı da 1. günde PC%₁ örneğinde (11,56 µg/g) tespit edilmiştir (Şekil 45). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksyonunun peynir örneklerinin klorofil *b* miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 38).

Klorofil *b* miktarı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 40’da verilmiştir. Buna göre; en düşük klorofil *b* miktarı (0,67-0,81 µg/g) kontrol grup örneklerde (K ve PK) belirlenirken, en yüksek klorofil *b* miktarı PC%₁ örneğinde (7,62 µg/g) tespit edilmiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (0,74 mg µg/g) kıyasla klorofil *b* miktarını artırmış, en yüksek miktar CYT içeren grupta (5,98 µg/g) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi klorofil *b* miktarını %708, ZYT ilavesi ise %236 oranında artırmıştır. Bu sonuç, CYT (569,62 µg/g)'nin ZYT (267,09 µg/g)'ye kıyasla klorofil *b* miktarının daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 12). Olgunlaşma süresince ise

klorofil *b* miktarı (2,62-3,89 µg/g) değişkenlik göstermekle birlikte, 1. güne kıyasla diğer günlerde azalmalar olmuştur ($P<0,01$).

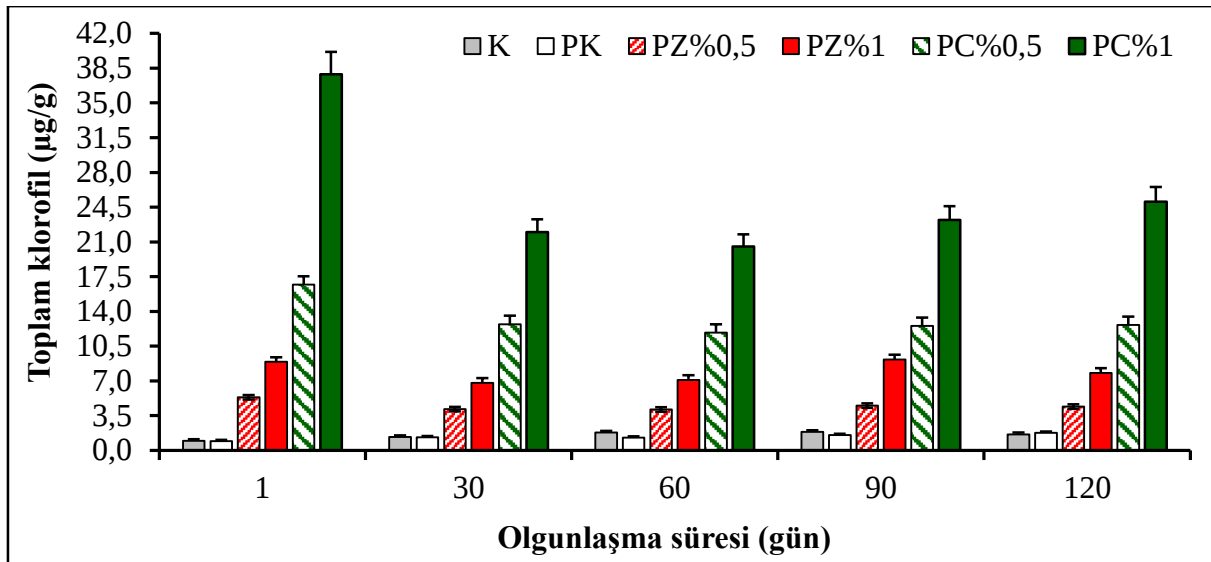


Şekil 45. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince klorofil *b* miktarındaki değişim

Toplam klorofil oranı

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen toplam klorofil miktarı Tablo 39 ve Şekil 46’da verilmiştir. Buna göre; en düşük toplam klorofil miktarı 1. günde PK örneğinde (0,93 µg/g) belirlenirken, en yüksek toplam klorofil miktarı da 1. günde PC%₁ örneğinde (37,88 µg/g) tespit edilmiştir (Şekil 46). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin toplam klorofil miktarı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 38).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 40)’na göre, örnek değişkenine bağlı toplam klorofil miktarı 1,37-25,73 µg/g aralığında değişim göstermiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi kontrol gruba (1,45 mg µg/g) kıyasla toplam klorofil miktarını artırmış, en yüksek miktar CYT içeren grupta (19,50 µg/g) saptanmıştır ($P<0,01$). Kontrol gruba kıyasla CYT ilavesi toplam klorofil miktarını %1245, ZYT ilavesi ise %330 oranında artırmıştır. Bu sonuç, CYT (2181,40 µg/g)’nin ZYT (696,71 µg/g)’ye kıyasla toplam klorofil miktarının daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır (Tablo 12). Olgunlaşma süresince ise toplam klorofil miktarı (7,79-11,79 µg/g) değişkenlik göstermekle birlikte, 1. güne kıyasla diğer günlerde azalmalar olmuştur ($P<0,01$). Genel olarak 30. günden sonra klorofil miktarındaki azalma daha stabil seyretmiştir. Korelasyon analiz sonuçlarına göre; klorofil pigmentleri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü ($r=>0,95$) pozitif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Tablo 36).



Şekil 46. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince toplam klorofil miktarındaki değişim

Klorofil; pH, yüksek sıcaklık, ışık, enzim etkisi ve oksidasyon gibi dış faktörlere maruz kaldıklarında yapısal değişikliklere uğradığından dolayı doğal bir renklendirici olarak ticari kullanımları sınırlıdır (Agarry *et al.* 2023). Bu nedenle; klorofilin saf formunda değil, bol miktarda bulunduğu kaynağıyla birlikte kullanımıyla ürünlerde daha stabil bir renk sağlamanın yanı sıra ilave faydalarda (antioksidan bileşikler ve mineraller bakımından zenginleştirme) sağlanabilir. Nitekim, renk analizi sonuçlarında özellikle klorofil miktarı bakımından daha zengin CYT'nin peynirde yeşil renk değerini ($-a^*$) önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir. Benzer şekilde, Çakmakçı *et al.* (2023) yeşil çay tozu (YÇT; %1, %2 ve %3) ilavesiyle üretmiş oldukları tereyağlarında, YÇT seviyesindeki artışla yeşil renk tonunun belirgin derecede arttığını ve bu uygulamayla fonksiyonel ve renkli tereyağı çeşitlerinin üretilmesinin mümkün olduğunu ortaya koymuşlardır.

Beyaz Peynir Örneklerinde Proteoliz ve Lipoliz Analiz Sonuçları

Peynirin olgunlaşması, lezzet gelişmesinde önemli rol oynar. “Proteoliz”, “lipoliz” ve “glikoliz” peynir üretimi ve olgunlaşması sırasında meydana gelen en karmaşık biyokimyasal olaylardır (Hayaloğlu *et al.* 2005; Özcan and Kurdal 2012; Salum *et al.* 2018; Çakır *et al.* 2022; Uzkuç and Karagül Yüceer 2023). Proteoliz; rennet, süt ve bakterilerden (starter, starter olmayan veya ikincil starter) gelen proteolitik enzimler tarafından katalizlenen ve peynirin olgunlaşması sürecinde meydana gelen, tekstür ve lezzet üzerinde etkili olan en önemli reaksiyondur. Olgunlaşma süresince proteolizin derecesine bağlı olarak orta ve uzun zincirli peptitler, kısa peptitler ve serbest aminoasitler oluşmaktadır (Hayaloğlu *et al.* 2005; Tarakçı and Deveci 2018; Tekin and Hayaloğlu 2023). Birincil proteoliz sırasında, süt proteazları ile birlikte peynir pıhtısında kalan rennet enzimleri, kazeini hidrolize ederek büyük veya orta büyüklükte peptitler oluşturmaktadır (Hayaloğlu *et al.* 2005; Karaca and Güven 2018; Salum *et al.* 2021).

Daha sonra ikincil proteolizde, tat ve aroma bileşiklerinin öncüleri olan büyük peptitler, starter kültürlerin veya diğer peynir mikroorganizmalarının hücre içi ve hücre dışı enzimlerinin yardımıyla yavaş yavaş daha küçük peptitlere ve amino asitlere hidrolize edilmektedir (Hayaloğlu *et al.* 2005; Bergamini *et al.* 2009; Akan and Kınık 2018; Karaca and Güven 2018). Peynirde; su oranı, tuz oranı, pH ve depolama sıcaklığı proteoliz üzerinde etkili faktörlerdir. Özellikle tuz miktarı proteolizi güçlü şekilde etkilemektedir (Guinee and Fox 2017). Proteoliz derecesini belirlemenin birçok yolu olmasına rağmen en yaygın yöntem peynirlerdeki çözünebilir azot fraksiyonlarını tespit etmektir (Salum *et al.* 2021; Hayaloğlu vd. 2021).

Deneme Beyaz peynir örneklerinin proteoliz ve lipoliz düzeylerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 41’de, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 42 ve 43’de toplu olarak verilmiştir. Örneklerin proteoliz, lipoliz ve mikrobiyolojik özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları ise Tablo 44’de verilmiştir.

Tablo 41. Beyaz Peynir Örneklerinin Olgunlaşma İndeksi ve Lipoliz Düzeylerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri				
		WSN (%TN)	TCA-SN (%TN)	PTA-SN (%TN)	pH 4,6-SN (%TN)	Lipoliz
Örnek (A)	5	12,832**	35,159**	62,510**	11,638**	109,566**
Olgunlaşma (B)	4	151,827**	211,923**	181,210**	426,129**	23,188**
A × B	20	4,706**	4,327**	3,414**	1,948*	2,653**
Hata	90					
Genel	120					

SD: Serbestlik derecesi, *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Tablo 42. Beyaz Peynir Örneklerinde Olgunlaşma Süresince Belirlenen Olgunlaşma İndeksleri ve Lipoliz Düzeylerine Ait Ortalama Değerler ile Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Olgunlaşma indeksleri	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC%0,5	PC%1
WSN (%TN)	1	6,04±0,65 ^{b,C}	9,32±3,66 ^{ab,D}	9,29±0,51 ^{ab,D}	10,78±4,35 ^{ab,C}	13,74±4,08 ^{a,B}	11,59±3,80 ^{a,C}
	30	21,53±1,58 ^{a,B}	15,49±1,05 ^{c,C}	18,32±1,63 ^{b,C}	16,33±2,78 ^{bc,B}	20,99±1,95 ^{a,A}	21,92±0,73 ^{a,B}
	60	23,99±1,58 ^{a,B}	17,49±1,40 ^{c,BC}	20,98±1,01 ^{b,B}	21,22±1,25 ^{b,A}	22,52±1,60 ^{ab,A}	22,87±0,37 ^{ab,B}
	90	24,36±0,86 ^{a,B}	19,77±0,60 ^{b,B}	22,39±2,03 ^{ab,AB}	23,03±2,57 ^{ab,A}	22,97±4,33 ^{ab,A}	24,96±1,84 ^{a,B}
	120	36,39±6,31 ^{a,A}	25,14±0,71 ^{bc,A}	23,35±1,77 ^{c,A}	23,27±0,48 ^{c,A}	24,21±2,58 ^{bc,A}	28,61±2,84 ^{b,A}
TCA-SN (%TN)	1	2,01±0,10 ^{d,D}	2,77±0,09 ^{bc,E}	2,95±0,25 ^{b,D}	2,57±0,26 ^{c,D}	2,73±0,28 ^{bc,D}	3,54±0,17 ^{a,D}
	30	5,13±0,75 ^{b,C}	5,98±0,75 ^{ab,D}	6,92±0,98 ^{a,C}	6,06±0,66 ^{ab,C}	5,78±0,59 ^{ab,C}	6,90±1,36 ^{a,C}
	60	6,12±0,52 ^{c,BC}	6,95±0,03 ^{bc,C}	9,67±0,86 ^{ab,B}	10,88±1,60 ^{a,B}	9,62±2,15 ^{ab,B}	10,45±3,19 ^{a,B}
	90	6,90±0,63 ^{b,B}	7,96±0,28 ^{b,B}	11,97±1,32 ^{a,A}	14,00±1,56 ^{a,A}	12,67±2,88 ^{a,A}	12,80±2,23 ^{a,AB}
	120	8,06±1,02 ^{c,A}	9,19±0,18 ^{c,A}	13,06±1,24 ^{b,A}	14,85±0,38 ^{ab,A}	14,34±2,49 ^{ab,A}	15,44±1,24 ^{a,A}
PTA-SN (%TN)	1	0,73±0,08 ^{c,D}	1,21±0,14 ^{b,D}	1,59±0,24 ^{a,E}	1,37±0,07 ^{b,D}	1,51±0,30 ^{a,C}	1,53±0,07 ^{a,C}
	30	1,25±0,18 ^{b,C}	2,12±0,10 ^{a,C}	2,28±0,18 ^{a,D}	2,06±0,28 ^{a,C}	1,93±0,24 ^{a,C}	2,27±0,23 ^{a,C}
	60	1,61±0,27 ^{c,BC}	2,27±0,10 ^{b,C}	2,97±0,18 ^{a,C}	3,09±0,25 ^{a,B}	3,19±0,33 ^{a,B}	3,23±0,64 ^{a,B}
	90	1,75±0,45 ^{c,AB}	2,76±0,18 ^{b,B}	3,40±0,41 ^{b,B}	3,96±0,26 ^{a,A}	3,81±0,76 ^{a,AB}	3,70±0,68 ^{a,AB}
	120	2,05±0,22 ^{c,A}	3,08±0,17 ^{b,A}	3,90±0,22 ^{a,A}	4,28±0,21 ^{a,A}	4,34±0,45 ^{a,A}	4,11±0,66 ^{a,A}
pH 4,6-SN (%TN)	1	4,12±0,53 ^{b,D}	5,45±1,18 ^{a,E}	4,53±0,77 ^{ab,D}	3,79±0,07 ^{b,D}	5,53±0,79 ^{a,D}	4,57±0,53 ^{ab,D}
	30	12,06±1,69 ^{ab,C}	11,64±0,85 ^{b,D}	14,06±1,62 ^{ab,C}	12,64±0,28 ^{ab,C}	13,36±1,12 ^{ab,C}	14,33±2,64 ^{a,C}
	60	16,49±2,04 ^{bc,B}	15,19±0,18 ^{c,C}	18,68±1,93 ^{ab,B}	18,71±0,99 ^{ab,B}	18,21±2,95 ^{ab,B}	21,00±1,14 ^{a,B}
	90	18,43±1,51 ^{b,B}	17,93±0,40 ^{b,B}	24,65±1,65 ^{a,A}	22,83±3,35 ^{a,A}	23,87±4,24 ^{a,A}	22,46±3,06 ^{a,AB}
	120	22,67±0,76 ^{b,A}	21,30±0,12 ^{b,A}	24,77±1,77 ^{a,A}	24,17±1,10 ^{a,A}	25,23±2,82 ^{a,A}	24,79±2,44 ^{a,A}
Lipoliz (ADV)	1	1,49±0,14 ^{bc,AB}	1,43±0,09 ^{c,B}	1,75±0,62 ^{bc,A}	1,58±0,15 ^{abc,C}	1,93±0,34 ^{ab,B}	2,20±0,09 ^{a,C}
	30	1,65±0,18 ^{c,A}	1,69±0,12 ^{c,A}	1,88±0,28 ^{c,A}	2,24±0,14 ^{b,A}	2,50±0,16 ^{b,A}	2,83±0,25 ^{a,A}
	60	1,59±0,05 ^{c,A}	1,35±0,22 ^{d,B}	1,74±0,05 ^{c,A}	2,03±0,12 ^{b,B}	2,13±0,06 ^{b,B}	2,51±0,19 ^{a,B}
	90	1,29±0,16 ^{e,B}	1,51±0,04 ^{d,AB}	1,98±0,05 ^{c,A}	2,27±0,10 ^{b,A}	2,18±0,03 ^{b,B}	2,59±0,08 ^{a,B}
	120	1,64±0,13 ^{d,A}	1,57±0,15 ^{d,AB}	1,94±0,05 ^{c,A}	2,42±0,09 ^{b,A}	2,52±0,06 ^{b,A}	2,93±0,10 ^{a,A}

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-e}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-E}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

Tablo 43. Beyaz Peynir Örneklerinin Olgunlaşma İndekslerine ve Lipoliz Düzeylerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

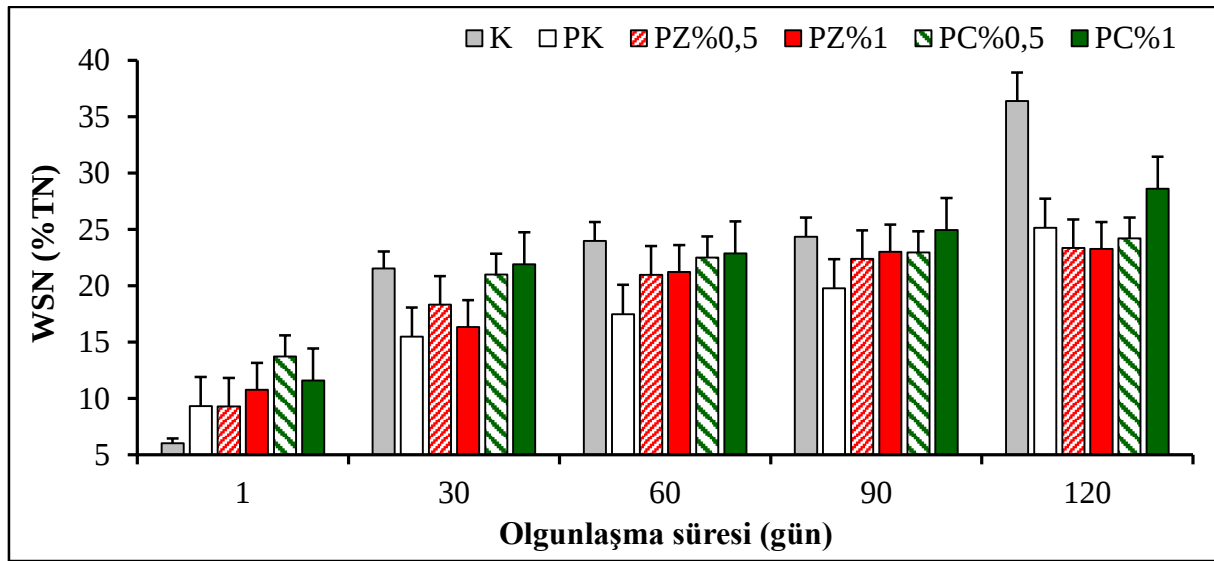
Örnekler	n	WSN (% TN)	TCA-SN (% TN)	PTA-SN (% TN)	pH 4,6-SN (% TN)	Lipoliz (ADV)
K	10	22,46±10,31 ^a	5,64±2,19 ^d	1,48±0,52 ^c	14,75±6,60 ^b	1,53±0,18 ^e
PK	10	17,44±5,57 ^b	6,57±2,26 ^c	2,29±0,67 ^b	14,30±5,62 ^b	1,51±0,17 ^e
PZ _{%0,5}	10	18,87±5,38 ^b	8,92±3,85 ^b	2,83±0,87 ^a	17,34±7,88 ^a	1,86±0,29 ^d
PZ _{%1}	10	18,93±5,44 ^b	9,67±4,91 ^{ab}	2,95±1,15 ^a	16,43±7,82 ^a	2,11±0,32 ^c
PC _{%0,5}	10	20,89±4,71 ^a	9,03±4,74 ^{ab}	2,96±1,18 ^a	17,24±7,79 ^a	2,25±0,28 ^b
PC _{%1}	10	21,99±6,18 ^a	9,82±4,65 ^a	2,97±1,07 ^a	17,43±7,75 ^a	2,61±0,30 ^a
Bitki çeşidi	n	WSN (% TN)	TCA-SN (% TN)	PTA-SN (% TN)	pH 4,6-SN (% TN)	Lipoliz (ADV)
Kontrol	20	19,95±8,57 ^a	6,11±2,25 ^b	1,88±0,72 ^b	14,53±6,06 ^a	1,52±0,18 ^c
ZYT	20	18,90±5,34 ^a	9,29±4,37 ^a	2,89±1,01 ^a	16,88±7,76 ^a	1,98±0,33 ^b
CYT	20	21,44±5,45 ^a	9,43±4,65 ^a	2,97±1,11 ^a	17,34±7,67 ^a	2,43±0,34 ^a
P		ns	**	**	ns	**
Bitki oranı	n	WSN (% TN)	TCA-SN (% TN)	PTA-SN (% TN)	pH 4,6-SN (% TN)	Lipoliz (ADV)
Kontrol	20	19,95±8,57 ^a	6,11±2,25 ^b	1,88±0,72 ^b	14,53±6,06 ^a	1,52±0,18 ^c
%0,5	20	19,88±5,09 ^a	8,97±4,26 ^a	2,90±1,03 ^a	17,29±7,73 ^a	2,05±0,35 ^b
%1	20	20,46±5,95 ^a	9,75±4,72 ^a	2,96±1,10 ^a	16,93±7,70 ^a	2,36±0,40 ^a
P		ns	**	**	ns	**
Olgunlaşma süresi (gün)	n	WSN (% TN)	TCA-SN (% TN)	PTA-SN (% TN)	pH 4,6-SN (% TN)	Lipoliz (ADV)
1	12	10,13±3,77 ^e	2,76±0,50 ^e	1,32±0,34 ^e	4,67±0,92 ^e	1,73±0,39 ^c
30	12	19,10±3,02 ^d	6,13±1,01 ^d	1,99±0,40 ^d	13,02±1,71 ^d	2,13±0,47 ^a
60	12	21,51±2,39 ^c	8,95±2,39 ^c	2,72±0,68 ^c	18,05±2,44 ^c	1,89±0,40 ^b
90	12	22,91±2,70 ^b	11,05±3,11 ^b	3,23±0,90 ^b	21,69±3,56 ^b	1,97±0,46 ^b
120	12	26,83±5,48 ^a	12,49±3,13 ^a	3,63±0,90 ^a	23,82±2,12 ^a	2,17±0,52 ^a

^{a-e}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. **ns**: no significant/önemli değil, ******: $P < 0,01$.

Azot fraksiyonları

WSN (%TN) indeksi

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen WSN (%TN) olgunlaşma indeksleri Tablo 42 ve Şekil 47’de verilmiştir. Buna göre; en düşük WSN (%TN) oranı 1. günde K örneğinde (%6,04) belirlenmiş, en yüksek değer de olgunlaşmanın 120. gününde K örneğinde (%36,39) tespit edilmiştir (Şekil 47). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynirlerin WSN (%TN) indeksi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 41).



Şekil 47. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince WSN (%TN) oranındaki değişim

WSN (%TN) olgunlaşma indeksi üzerine örnek değişkeni ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 43’de verilmiştir. Buna göre, örnek değişkenine bağlı WSN (%TN) oranı %17,44-22,46 aralığında değişmiştir ($P<0,01$). Peynirlerde bitki çeşitleri (ZYT ve CYT) ve bitki oranları (%0,5 ve %1) arasında WSN olgunlaşma indeksinin, kontrol gruptan farksız olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). Bu sonuçlar, ZYT ve CYT ilavesinin peynirde birincil proteolize bağlı olarak olgunlaşmayı etkilemediğini göstermektedir. Benzer şekilde, Eid *et al.* (2022) havlıcan tozu ilaveli yumuşak peynirlerde WSN (%TN) oranını kontrol gruba yakın oranlarda tespit etmişlerdir. Aksine; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari, Tarakçı *et al.* (2006) %2 ve %3 mendi, Sulejmani *et al.* (2020) kekik ve nane, Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilavesinin peynirde WSN (%TN) oranını artırdığını belirlemişlerdir.

Olgunlaşma süresince ise proteolize bağlı olarak WSN (%TN) oranının (%10,13-26,83) önemli derecede arttığı tespit edilmiştir ($P<0,01$). Olgunlaşmanın ilk 1. ayında proteolitik parçalanmanın diğer günlere kıyasla daha fazla olduğu (yaklaşık 2 kat) belirlenmiş, 30. günden

sonra olgunlaşma oranındaki artış daha stabil seyretmiştir. Benzer şekilde, önceki bazı araştırmalarda da Beyaz peynirde olgunlaşma süresince WSN (%TN) olgunlaşma indeksi oranının arttığı bildirilmiştir (Hayaloğlu *et al.* 2005; Tarakçı *et al.* 2006; Yerlikaya and Karagözlü 2014; Erkaya and Şengül 2015; Akan and Kınık 2018; Tarakçı and Deveci 2019; Barać *et al.* 2021; Çelik *et al.* 2022; Eid *et al.* 2022; Ertürkmen vd 2022; Mousavi *et al.* 2023; Uzkuç and Karağül Yüceer 2023).

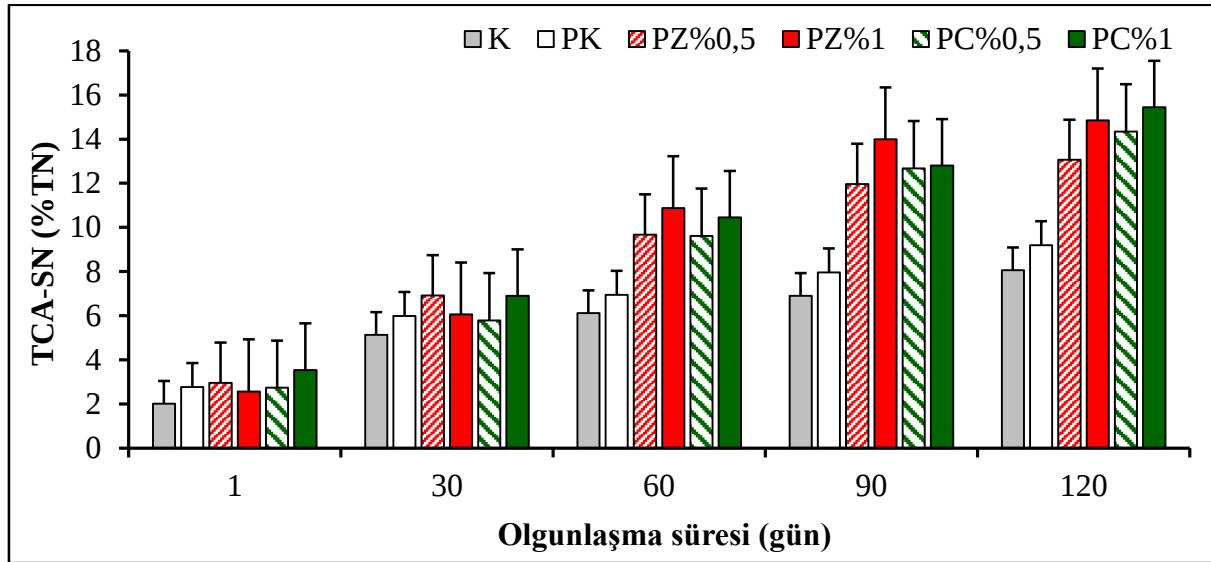
Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; WSN (%TN) olgunlaşma indeksi oranını Coşkun and Tunçtürk (2000) Van Otlı peynirinde %13,43-18,95; Hayaloğlu *et al.* (2005) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) %6,31-23,68; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %7,56-28,73; Erkaya and Şengül (2015) probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (120 gün) %4,36-24,37; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %7,46-25,62; Kara ve Köse (2020) Van otlu peynirinde %9,04-24,92; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (60 gün) %5,07-22,9; Salum *et al.* (2021) Beyaz peynirde %16,8-32,8; Çelik *et al.* (2022) tere otu ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %6,15-23,27; Eid *et al.* (2022) havlıcan tozu ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (60 gün) %12,97-36,11; Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilaveli UF-Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %19,41-31,16; Uzkuç and Karağül Yüceer (2023) çiğ ve pastörize sütlerden ürettikleri ve 90 gün süreyle olgunlaştırdıkları keçi peynirlerinde sırasıyla %7,68-23,01 ve %4,57-30,26 aralığında tespit etmişlerdir.

Bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla, olgunlaşma süresince WSN (% TN) oranını Tarakçı *et al.* (2006) mendi ilaveli otlu peynirlerde 90 günde %7,04-17,76; Aktypis *et al.* (2018) safran ilaveli taze koyun peynirinde 30 günde %8,10-11,42; Akan and Kınık (2018) Beyaz peynirde 90 günde %3,68-11,96; Koyuncu and Tunçtürk (2020) Siirt otlu peynirinde %3,51-16,29; Ertürkmen vd (2022) Beyaz peynirde 90 günde %5,58-14,59 aralığında nispeten daha düşük oranlarda tespit etmişlerdir.

TCA-SN (%TN) indeksi

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen TCA-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranları Tablo 42 ve Şekil 48’de verilmiştir. Buna göre; en düşük TCA-SN (%TN) oranı 1. günde K örneğinde (%2,01) belirlenirken, en yüksek değer olgunlaşmanın 120. gününde PC_{%1} örneğinde (%15,44) tespit edilmiştir (Şekil 48). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin TCA-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 41).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 43)'na göre, örnek değişkenine bağlı TCA-SN (%TN) oranı %5,64-9,82 aralığında değişmiştir ($P<0,01$). Peynirlerde bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında TCA-SN (%TN) miktarı bakımından fark bulunmazken, kontrol gruba (%6,11) kıyasla bitki ilavesi TCA-SN (%TN) olgunlaşma indeksini (%8,97-9,75) artırmıştır ($P<0,01$). Benzer olarak; Tarakçı *et al.* (2006) mendi, Çelik *et al.* (2022) tere otu, Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilavesinin peynirde TCA-SN (%TN) oranını artırdığını rapor etmişlerdir.



Şekil 48. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince TCA-SN (%TN) oranındaki değişim

Olgunlaşma süresince ise proteolize bağlı olarak TCA-SN (%TN) oranının (%2,76-12,49) önemli derecede arttığı tespit edilmiştir ($P<0,01$). Olgunlaşmanın ilk 1. ayında proteolitik parçalanmanın diğer günlere kıyasla daha fazla olduğu (yaklaşık 2 kat) belirlenmiş, 30. günden sonra olgunlaşma oranındaki artış daha stabil seyretmiştir. Benzer şekilde, yapılan bazı araştırmalarda da Beyaz peynirde olgunlaşma süresince TCA-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranının arttığı bildirilmiştir (Hayaloğlu *et al.* 2005; Tarakçı *et al.* 2006; Erkaya and Şengül 2015; Akan and Kınık 2018; Tarakçı and Deveci 2019; Barać *et al.* 2021; Çelik *et al.* 2022; Ertürkmen vd 2022; Mousavi *et al.* 2023).

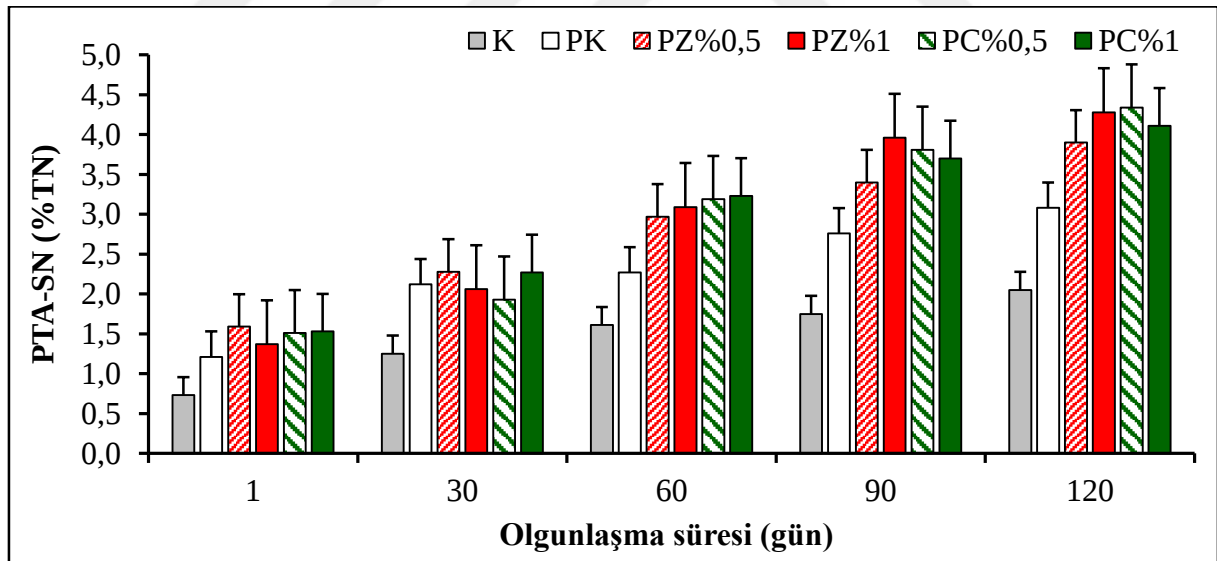
Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; TCA-SN (% TN) olgunlaşma indeksi oranını Hayaloğlu *et al.* (2005) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) %1,46-13,46; Tarakçı *et al.* (2006) mendi ilaveli otlu peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %3,21-12,35; Aktypis *et al.* (2018) safran ilaveli taze koyun peynirinde olgunlaşma süresince (30 gün) %3,50-10,56; Akan and Kınık (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) %2,48-10,85; Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %2,69-11,05; Koyuncu and Tunçtürk (2020) Siirt otlu peynirinde %1,25-12,2; Köse (2020) Van otlu peynirinde %5,64-20,64; Salum *et al.* (2021) Beyaz peynirlerde %7,4-13,4; Çelik *et*

al. (2022) tere otu ilaveli Beyaz peynirlerde %2,81-12,84; Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilaveli UF-Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) %6,81-21,42 aralığında tespit etmişlerdir.

Bu araştırmada tespit edilen sonuçlara kıyasla, olgunlaşma süresince TCA-SN (% TN) oranını Coşkun and Tunçtürk (2000) Van Otlı peynirinde %5,69-8,40; Erkaya and Şengül (2015) probiyotik Beyaz peynirlerde 120 günde %1,72-7,26; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde 60 günde %4,40-8,08; Ertürkmen vd (2022) Beyaz peynirde 90 günde %4,35-8,58 aralığında nispeten daha düşük oranlarda tespit etmişlerdir.

PTA-SN (%TN) indeksi

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen PTA-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranları Tablo 42 ve Şekil 49'da verilmiştir. Buna göre; en düşük PTA-SN (%TN) oranı 1. günde K örneğinde (%0,73) belirlenirken, en yüksek değer olgunlaşmanın 120. gününde PC%0,5 örneğinde (%4,34) tespit edilmiştir (Şekil 49). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin PTA-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 41).



Şekil 49. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince PTA-SN (%TN) oranındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 43)' na göre, örnek değişkenine bağlı PTA-SN (%TN) oranı %1,48-2,97 aralığında değişmiştir ($P<0,01$). Peynirlerde bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında PTA-SN (%TN) oranı bakımından fark bulunmazken, kontrol gruba (%1,88) kıyasla bitki ilavesi PTA-SN olgunlaşma indeksini (%2,89-2,97) artırmıştır ($P<0,01$). Benzer şekilde; Tarakçı and Deveci (2019) nane ve kekik ilavesinin Beyaz peynirde PTA-SN (%TN) oranını artırdığını rapor etmişlerdir. Yapılan başka bir araştırmada ise mendi ilavesinin

otlu peynirde PTA-SN (%TN) oranını etkilemediği bildirilmiştir (Tarakçı *et al.* 2006). Olgunlaşma süresince ise proteolize bağlı olarak PTA-SN (%TN) oranı (%1,32-3,63) önemli derecede artmıştır ($P<0,01$). Önceki bazı araştırmalarda da Beyaz peynirde olgunlaşma süresince PTA-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranının arttığı belirlenmiştir (Hayaloğlu *et al.* 2005; Tarakçı *et al.* 2006; Erkaya and Şengül 2015; Tarakçı and Deveci 2019; Barać *et al.* 2021).

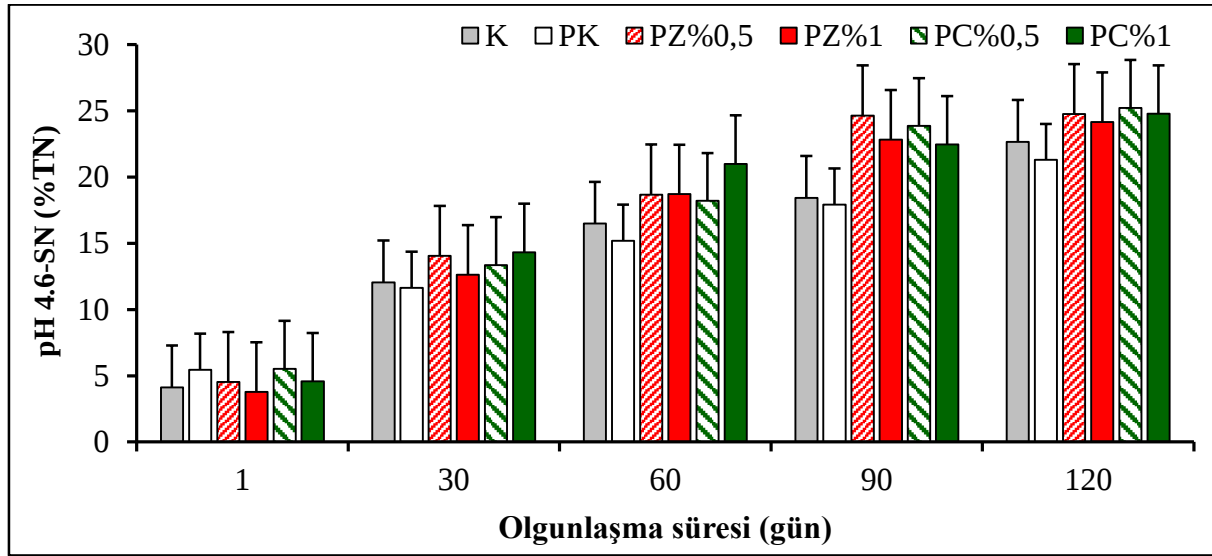
Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; PTA-SN (% TN) olgunlaşma indeksi oranını Erkaya and Şengül (2015) probiyotik Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (120 gün) %1,28-4,09; Salum *et al.* (2021) Beyaz peynirlerde %1,00-4,90; Koyuncu and Tunçtürk (2020) Siirt otlu peynirinde %0,28-3,83; Hayaloğlu *et al.* (2005) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) %0,51-3,22 aralığında tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonuçlarının aksine; olgunlaşma süresince PTA-SN (% TN) oranını Tarakçı and Deveci (2019) baharat ilaveli Beyaz peynirlerde 90 günde %0,48-2,66; Barać *et al.* (2021) Beyaz peynirde 60 günde %0,49-0,96 aralığında nispeten daha düşük oranlarda belirlerken, Coşkun and Tunçtürk (2000) Van Otlı peynirinde (%2,14-3,27); Tarakçı *et al.* (2006) mendi ilaveli otlu peynirlerde (%1,68-5,14); Kara ve Köse (2020) Van otlu peynirinde (%4,06-13,05) daha yüksek oranlarda PTA-SN (% TN) olgunlaşma indeksi oranı belirlemişlerdir.

pH 4,6-SN (%TN) indeksi

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen pH 4,6-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranları Tablo 42 ve Şekil 50’de verilmiştir. Buna göre; en düşük pH 4,6-SN (%TN) oranı 1. günde PZ%₁ örneğinde (%3,79) belirlenirken, en yüksek değer olgunlaşmanın 120. gününde PC%_{0,5} örneğinde (%25,23) tespit edilmiştir (Şekil 50). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin pH 4,6-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 41).

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 43)’na göre, örnek değişkenine bağlı pH 4,6-SN (%TN) oranı %14,30-17,43 aralığında değişmiştir ($P<0,01$). Peynirlerde bitki çeşitleri ve bitki oranları arasında pH 4,6-SN olgunlaşma indeksi, kontrol gruptan farksız bulunmuştur ($P>0,05$). Bu sonuçlar, ZYT ve CYT ilavesinin peynirde birincil proteolize bağlı olarak olgunlaşmayı etkilemediğini göstermektedir. Olgunlaşma süresince ise proteolize bağlı olarak pH 4,6-SN (%TN) oranı (%4,67-23,82) önemli derecede artmıştır ($P<0,01$). Olgunlaşmanın ilk 1. ayında proteolitik parçalanmanın diğer günlere kıyasla daha fazla olduğu (yaklaşık 3 kat) belirlenmiş, 30. günden sonra olgunlaşma oranındaki artış daha stabil

seyretmiştir. Benzer şekilde, Gürkan (2019) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince pH 4,6-SN (%TN) oranının arttığını ve %5,63-21,03 aralığında değişim gösterdiğini tespit etmiştir.



Şekil 50. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince pH 4,6-SN (%TN) oranındaki değişim

Olgunlaşma süresince proteolize bağlı olarak azot fraksiyonlarında (WSN, TCA-SN, PTA-SN ve pH 4,6-SN) meydana gelen artış, starter ve probiyotik bakterilerin lize olması sonucunda proteolitik enzimlerin peynir kitlesine geçmesi ve aktivitesine devam etmesi ile açıklanabilir. Ayrıca, peynir kitlesinde mevcut olan canlı mikrofloranın da aktivitesine bağlı olarak proteoliz parametrelerinde artışlar olmuş olabilir.

Probiyotik ilavesinin proteoliz üzerine etkisine bakacak olursak, K ile PK örnekleri karşılaştırıldığında *L. acidophilus* LA-5'in ikincil proteolizi önemli derecede etkileyerek TCA-SN ve PTA-SN olgunlaşma indeksi oranlarını artırdığı belirlenmiştir ($P<0,01$). Benzer şekilde, Bergamini *et al.* (2009) yarı sert peynirlerde proteoliz üzerine *L. acidophilus*, *L. paracasei* ve *B. lactis* probiyotik suşlarının tek ve karışık kültürler halinde kullanımının etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar; *B. lactis*'in proteoliz üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını, *L. paracasei*'nin ise olgunlaşmanın sonunda sınırlı etki gösterdiğini saptamışlardır. Buna karşın, *L. acidophilus*'un olgunlaşmanın başlangıcından itibaren ikincil proteolizi önemli derecede etkileyerek küçük nitrojen içeren bileşiklerin ve serbest aminoasitlerin seviyelerinde artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir (Bergamini *et al.* 2009). Olgunlaşmanın ilk 1. ayında proteolitik parçalanmanın diğer günlere kıyasla daha fazla olması *L. acidophilus*'un proteolitik aktivitesiyle ilişkili olabilir. Nitekim, olgunlaşmanın 1. gününde bakteri popülasyonu $> 10^8$ kog/g seviyesindeyken, olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte canlı bakteri popülasyonunda azalmalar olmuştur. Dolayısıyla, mevcut mikrofloranın aktivitesindeki sınırlamalar/azalmalar olgunlaşmanın ilerleyen süreçlerinde proteolizde daha stabil bir artışa neden olmuş olabilir.

Peynir üretiminde ve olgunlaştırılmasında bitkisel kaynaklı enzimlerin kullanıldığı ve önemli proteolitik etkiler gösterdiği bilinmektedir (Çakmakçı vd. 2017). Bitki fizyolojisinde, çimlenmeden ölüme kadar her alanda yer alan proteazlar bitkilerin farklı kısımlarında (yaprak, meyve, çiçek, tohum vb.) bulunmaktadır. Serin, aspartik ve sistein proteazlar bitkilerdeki en önemli proteaz sınıfını oluşturmaktadır (Roberts *et al.* 2012).

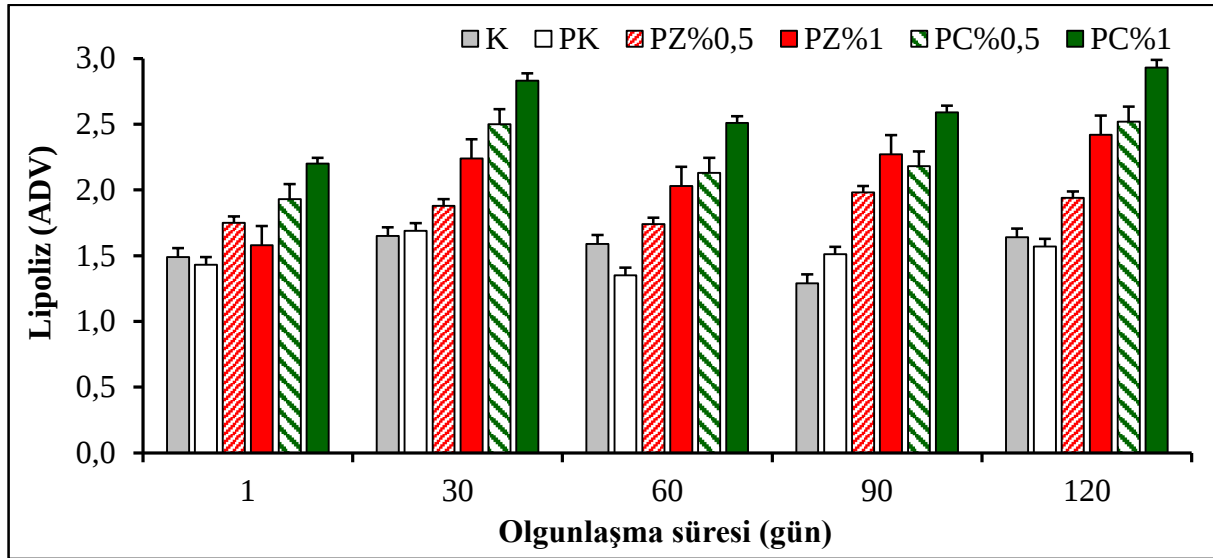
Bitki ilavesinin ise proteoliz üzerine etkisine bakacak olursak, ZYT ve CYT ilavesinin birincil proteoliz üzerinde etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Ancak, bitki ilavesinin ikincil proteolizi önemli derecede etkileyerek TCA-SN ve PTA-SN olgunlaşma indeksi oranlarını artırdığı belirlenmiştir. Bu durum, doğrudan bitkilerde bulunan proteaz enzimlerinin (Roberts *et al.* 2012) aktivitesiyle meydana gelebileceği gibi bitkilerin önemli miktarlarda karbon, azot ve minerel kaynağı içermesine bağlı olarak bakterilerin gelişimi üzerinde büyümeyi destekleyici etkilerinden de dolayı olarak kaynaklanabilir. Yani olgunlaşma süresince devam eden proteolizde bitkilerin, starter kültürler ve *L. acidophilus* florası için substrat kaynağı olması, bakteri faaliyetini artırarak proteolitik parçalanma üzerine etki etmiş olabilir. Nitekim birinci olasılığı destekleyici nitelikte, yapılan bazı araştırmalarda da bitkisel kaynakların (mendi, tere otu, mantar ekstraktı, nane, kekik vb.) ikincil proteolizi artırdığı belirlenmiştir (Tarakçı *et al.* 2006; Tarakçı and Deveci 2019; Sulejmani *et al.* 2020; Çelik *et al.* 2022; Mousavi *et al.* 2023).

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre (Tablo 44), belirlenen olgunlaşma indeksi oranları arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) pozitif ilişki tespit edilmiştir. Sonuçlara göre; olgunlaşma indekslerinden WSN ile pH 4,6-SN ($r= 0,863$) arasında, TCA-SN ile PTA-SN ($r= 0,972$) ve pH 4,6-SN ($r= 0,936$) arasında; PTA-SN ile pH 4,6-SN ($r= 0,875$) arasında güçlü korelasyonlar olduğu görülmüştür. Buna karşın, olgunlaşma indeksleri ile mikrobiyolojik parametreler arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) negatif ilişki tespit edilmiştir (Tablo 44).

Lipoliz düzeyi

Lipoliz, peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen ve lezzet oluşumuna katkıda bulunan önemli biyokimyasal olaylardan biridir (Collins *et al.* 2003; Salum *et al.* 2021; Utku and Karagül Yüceer 2023). Peynirde lipit oksidasyonu ve lipoliz oluşumunu; serbest yağ asitleri, lipolitik mikroorganizmalar ve enzimler, sıcaklık, depolama şartları, oksijen, su ve antioksidan gibi pekçok faktör etkilemektedir (Park 2001). Yapılan çalışmalarda, peynirdeki lipolizin başlıca sorumlusu olarak; doğal bir süt enzimi olan lipaz, çiğ süt mikroflorası, starter olan ve olmayan laktik asit bakterileri belirtilmektedir (Collins *et al.* 2003). Asit derecesi değeri (Acid Degree Value – ADV), süt ürünlerindeki hidrolitik lipolizin kantitatif bir indeksi olup yağda bulunan serbest yağ asidi miktarını göstermektedir (Salum *et al.* 2021).

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen lipoliz oranları (meq KOH/100 g yağ) Tablo 42 ve Şekil 51’de verilmiştir. Buna göre; en düşük lipoliz oranı 60. günde PK örneğinde (1,35 ADV) belirlenirken, en yüksek değer olgunlaşmanın 120. gününde PC%1 örneğinde (2,93 ADV) tespit edilmiştir (Şekil 51). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ile örnek × olgunlaşma süresi interaksiyonunun peynir örneklerinin lipoliz oranı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 41).



Şekil 51. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince lipoliz oranındaki değişim

Lipoliz oranı üzerine örnek değişkeni, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 43’de verilmiştir. Buna göre, örnek değişkenine bağlı lipoliz oranı 1,53-2,61 ADV aralığında değişim göstermiştir ($P<0,01$). Bitki ilave oranı arttıkça, kontrol gruba (1,52 ADV) kıyasla lipoliz oranı artmış, en yüksek değer CYT içeren grupta (2,43 ADV) saptanmıştır ($P<0,01$). Bu durum, doğrudan bitkilerde bulunan ve çeşitli hücresel fonksiyonlar (karbonhidratlardan yağ sentezi vb.) için gerekli olan lipolitik enzimlerinin (Seth *et al.* 2014; Choi *et al.* 2022) aktivitesiyle meydana gelebileceği gibi bitkilerin içerdikleri minerallerin lipolitik enzimler üzerindeki katalizleyici etkilerinden de kaynaklanmış olabilir. Nitekim del Olmo *et al.* (2019) *Ulva lactuca* deniz yosununun yüksek lipaz aktivitesine bağlı olarak peynirde serbest yağ asidi miktarını artırdığını belirlemişlerdir.

Bu araştırma sonuçları, Coşkun and Tunçtürk (2000)’ün %3 sirme, Tarakçı *et al.* (2006)’ın mendi ilavesi ile Van Otlı peynirde lipoliz oranını artırdığını belirttiği sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Olgunlaşma süresince de lipoliz oranı (1,73-2,17 ADV), değişkenlik göstermekle birlikte, 1. güne kıyasla diğer günlerde artışlar olmuştur ($P<0,01$). Önceki bazı araştırmalarda da Beyaz peynirde olgunlaşma süresince lipoliz oranının arttığı rapor edilmiştir

(Tarakçı *et al.* 2006; Yerlikaya and Karagözlü 2014; Akan and Kınık 2018; Karaca and Güven 2018; Aydemir 2018; Aziz *et al.* 2023).

Araştırmada tespit edilen sonuçlara benzer olarak; lipoliz oranını Tarakçı *et al.* (2006) mendi ilaveli otlu peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 0,92-1,73 ADV; Yerlikaya and Karagözlü (2014) kapari ilaveli Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (90 gün) 1,22-1,54 ADV; Akan and Kınık (2018) Beyaz peynirde olgunlaşma süresince (90 gün) 0,77-2,98 ADV aralığında tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonuçlarının aksine; lipoliz oranını Coşkun and Tunçtürk (2000) Van Otlı peynirinde 90 günde 0,74-1,21 ADV; Kara ve Köse (2020) Van otlu peynirinde 3,48-22,28 ADV; Koyuncu and Tunçtürk (2020) Siirt otlu peynirinde lipoliz oranını 0,94-12,46 ADV; Salum *et al.* (2021) Beyaz peynirde 2,11-6,07 ADV; Aziz *et al.* (2023) nar kabuğu tozu ilaveli yumuşak Beyaz peynirlerde 60 günde lipoliz oranını 0,42-1,38 ADV aralığında daha yüksek oranlarda belirlemişlerdir.

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre (Tablo 36); lipoliz ile TPC ($r=0,755$), TFC ($r=0,812$), DPPH ($r=0,879$), CUPRAC ($r=0,839$), FRAP ($r=0,890$), klorofil *a* ($r=0,749$), klorofil *b* ($r=0,730$) ve toplam klorofil ($r=0,747$) parametreleri arasında da önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif korelasyonlar belirlenmiştir. Bununla birlikte; lipoliz ile TCA-SN ($r=0,554$) ve PTA-SN ($r=0,579$) olgunlaşma indeksleri arasında $P<0,01$ düzeyinde orta derecede pozitif ilişki tespit edilmiştir (Tablo 44).

Peynirde lipoliz oluşumunu ve hızını; üretimde kullanılan sütün türü ve süte uygulanan teknolojik işlemler (homojenizasyon, ısıl işlem, yüksek basınç uygulamaları vb.), sütün mikrobiyolojik kalitesi, peynir üretim teknolojisi (starter kültür ilavesi, farklı kaynaklardan olgunlaştırmayı hızlandırıcı lipolitik enzim kullanımı vb.), üretim şartları (sıcaklık, hijyenik durum, muhtemel kontaminasyon kaynakları vb.), ambalajlama ve olgunlaştırma koşulları (sıcaklık, salamura tuz oranı vb.) gibi pek çok faktör etkileyebilmektedir (Hayaloğlu *et al.* 2002; Özcan and Kurdal 2012; Karaca and Güven 2018). Bu nedenle, yukarıda literatür verilen araştırmalarda (Kara ve Köse 2020; Koyuncu and Tunçtürk 2020) lipoliz oranında bu kadar yüksek varsayımlar görülmesi olası bir durumdur.

Çiğ süttten üretilen peynirlerde, lipoliz ve proteoliz daha hızlı gerçekleştiği için peynirler çabuk olgunlaşmaktadır (Çakır *et al.* 2022; Tekin and Hayaloğlu 2023). Endüstriyel Beyaz peynir üretiminde ise pastörize süt kullanıldığından dolayı sütün orijinindeki lipaz enziminin inaktivasyonuna bağlı olarak olgunlaşma sırasında fazla lipid parçalanması görülmemektedir. Dolayısıyla pastörize süttten üretilen peynirlerde, Erzincan Tulum peyniri gibi geleneksel olarak çiğ süttten üretilen peynirler ile küfle olgunlaştırılan peynirlere (Çakır *et al.* 2022) kıyasla daha

düşük seviyelerde lipoliz görülmektedir. Bu nedenle, peynirin tat ve aromasına katkıda bulunmak amacıyla olgunlaşma sürecini hızlandırmak ve süreç maliyetlerini düşürmek amacıyla çeşitli uygulamalar (süte veya pıhıya ticari lipaz ve proteaz enzim ilavesi, yüksek sıcaklıklarda olgunlaşma vb.) yapılabilmektedir (Özcan and Kurdal 2012; Karaca and Güven 2018).

Tablo 44. Beyaz Peynir Örneklerinin Proteoliz, Lipoliz ve Mikrobiyolojik Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları

	WSN (%TN)	TCA-SN (%TN)	PTA-SN (%TN)	pH 4,6-SN (%TN)	Lipoliz
TCA-SN (%TN)	0,709**				
PTA-SN (%TN)	0,602**	0,972**			
pH 4,6-SN (%TN)	0,863**	0,936**	0,875**		
Lipoliz	0,325	0,554**	0,579**	-0,387*	
TAMB	-0,855**	-0,797**	-0,717**	-0,912**	-0,186
Laktobasil	-0,837**	-0,656**	-0,548**	-0,810**	-0,022
Laktokok	-0,853**	-0,823**	-0,729**	-0,902**	-0,274
<i>L. acidophilus</i> LA-5	-0,789**	-0,845**	-0,787**	-0,904**	-0,182

Korelasyon: "çok zayıf" (0,00-0,10), "zayıf" (0,10-0,39), "orta" (0,40-0,69), "güçlü" (0,70-0,89) ve "çok güçlü" (0,90-1,0), *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Beyaz Peynir Örneklerinde Yapılan Duyusal Analiz Sonuçları

Duyusal kalite kontrolü, gıda maddelerinin ürüne özgü çeşitli özelliklerinin (renk, tekstür, koku, yapı, kıvam, lezzet vb.) 5 temel duyu organı ile değerlendirilmesini kapsamaktadır. Gıda endüstrisinde yeni ürünlerin geliştirilmesi veya mevcut ürünlerde çeşitliliğin artırılması için; lezzet ve tekstür gibi duyusal özellikler bakımından beğenilen ve kabul gören ticari değeri yüksek ürünler üretilmektedir. Bu nedenle, gıdalarda duyusal kalite, tüketici tercihinin belirlenmesi bakımından önemlidir. Yeni fonksiyonel Beyaz peynir/peynirler üretmek amacıyla yapılan bu araştırmada, deneme peynirlerde yapılan duyusal analizlere ait varyans analiz sonuçları Tablo 45'de, ortalama değerler ile Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise sırasıyla Tablo 46 ve Tablo 47'de toplu olarak verilmiştir. Örneklerin duyusal ve olgunlaşma özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları da Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 45. Beyaz Peynir Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	F değeri						
		Renk	Tekstür ve görünüş	Koku	Lezzet	İstenmeyen yabancı tat	Tuzluluk	Genel kabul edilebilirlik
Örnek (A)	5	11,475**	8,000**	7,989**	24,785**	25,084**	1,524	17,359**
Olgunlaşma (B)	4	29,579**	32,412**	32,869**	18,786**	35,496**	4,152**	27,471**
A × B	20	1,764*	1,675*	1,024	1,048	0,936	0,948	1,275
Hata	570							
Genel	600							

SD: Serbestlik derecesi, *: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Tablo 46. Beyaz Peynir Örneklerinde Olgunlaşma Süresince Belirlenen Duyusal Özelliklere Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Duyusal özellikler	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC%0,5	PC%1
Renk	1	7,84±0,95 ^{ab,AB}	7,92±0,89 ^{a,AB}	7,26±0,73 ^{b,AB}	7,21±1,17 ^{b,A}	7,86±0,76 ^{ab,A}	7,42±1,09 ^{ab,AB}
	30	8,44±0,54 ^{a,A}	8,29±0,57 ^{ab,AB}	7,79±0,85 ^{c,AB}	7,29±0,87 ^{d,A}	7,63±0,91 ^{cd,AB}	7,88±0,69 ^{bc,A}
	60	7,91±0,89 ^{a,AB}	7,96±0,93 ^{a,A}	7,25±0,75 ^{b,A}	6,59±1,26 ^{b,A}	7,19±1,18 ^{b,B}	7,19±0,96 ^{b,B}
	90	7,32±1,17 ^{a,BC}	7,47±0,99 ^{a,BC}	7,38±0,88 ^{a,AB}	6,89±1,12 ^{a,A}	7,11±1,07 ^{a,B}	6,81±1,20 ^{a,B}
	120	6,78±1,15 ^{ab,C}	7,16±0,88 ^{a,C}	6,84±1,14 ^{ab,B}	6,85±0,83 ^{ab,A}	6,17±0,96 ^{bc,C}	5,88±1,01 ^{c,C}
Tekstür ve görünüş	1	8,17±0,69 ^{a,A}	7,76±1,06 ^{ab,AB}	7,72±0,48 ^{ab,A}	7,19±1,04 ^{b,A}	7,63±1,08 ^{ab,A}	7,50±1,20 ^{b,A}
	30	8,13±0,76 ^{a,A}	8,23±0,64 ^{a,A}	7,68±0,98 ^{ab,A}	7,23±1,08 ^{b,A}	7,21±1,04 ^{b,A}	7,46±0,75 ^{b,A}
	60	7,11±1,29 ^{ab,B}	7,61±1,22 ^{a,AB}	6,94±1,00 ^{ab,B}	6,76±1,10 ^{b,A}	7,06±1,19 ^{ab,AB}	7,30±0,81 ^{ab,A}
	90	6,32±1,08 ^{ab,C}	7,11±0,77 ^{a,B}	7,04±1,31 ^{a,B}	6,52±1,34 ^{ab,A}	5,80±1,68 ^{b,C}	5,93±1,60 ^{b,B}
	120	6,61±1,45 ^{a,BC}	7,16±1,26 ^{a,B}	6,77±1,06 ^{a,B}	6,73±0,89 ^{a,A}	6,31±1,14 ^{ab,BC}	5,74±1,46 ^{b,B}

Tablo 46. Beyaz Peynir Örneklerinde Olgunlaşma Süresince Belirlenen Duyusal Özelliklere Ait Ortalama Değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları (devam)

Duyusal özellikler	Olgunlaşma süresi (gün)	Örnekler					
		K	PK	PZ%0,5	PZ%1	PC%0,5	PC%1
Koku	1	7,78±1,09 ^{a,AB}	7,73±1,06 ^{a,A}	7,48±0,63 ^{ab,A}	7,19±1,00 ^{ab,A}	7,26±0,85 ^{ab,A}	7,01±1,11 ^{b,A}
	30	8,25±0,57 ^{a,A}	8,04±0,57 ^{ab,A}	7,13±0,95 ^{c,A}	7,18±1,06 ^{c,A}	7,48±0,94 ^{bc,A}	7,53±0,85 ^{bc,A}
	60	7,71±1,15 ^{a,AB}	7,68±1,20 ^{a,A}	7,24±1,00 ^{ab,A}	6,81±1,13 ^{b,A}	7,53±0,92 ^{a,A}	7,35±0,80 ^{ab,A}
	90	7,05±1,35 ^{a,BC}	6,84±1,14 ^{a,B}	6,74±1,14 ^{ab,AB}	5,65±1,91 ^{bc,B}	6,17±1,74 ^{abc,B}	5,45±2,18 ^{c,B}
	120	6,43±1,32 ^{a,C}	6,53±1,42 ^{a,B}	6,32±1,30 ^{a,B}	6,30±1,28 ^{a,AB}	6,28±1,49 ^{a,B}	5,86±1,62 ^{a,B}
Lezzet	1	7,67±1,03 ^{a,A}	7,74±0,92 ^{a,A}	7,24±0,83 ^{ab,A}	6,88±0,84 ^{b,A}	6,98±0,85 ^{b,A}	7,05±0,89 ^{b,A}
	30	7,67±1,09 ^{a,A}	7,75±1,03 ^{a,A}	6,57±1,22 ^{b,AB}	6,27±1,18 ^{b,AB}	6,48±1,18 ^{b,AB}	6,54±0,88 ^{b,A}
	60	7,76±1,00 ^{a,A}	7,74±1,13 ^{a,A}	6,84±0,87 ^{b,A}	6,18±1,11 ^{b,AB}	6,82±0,93 ^{b,A}	6,38±1,01 ^{b,AB}
	90	6,84±1,03 ^{ab,B}	7,50±0,99 ^{a,A}	6,50±1,37 ^{bc,AB}	5,45±1,39 ^{d,B}	5,80±1,33 ^{cd,B}	5,11±1,65 ^{d,C}
	120	6,54±1,67 ^{ab,B}	7,06±1,47 ^{a,A}	6,04±1,25 ^{ab,B}	6,02±1,50 ^{ab,B}	5,96±1,48 ^{ab,B}	5,63±1,92 ^{b,BC}
İstenmeyen yabancı tat	1	8,35±0,92 ^{a,AB}	8,23±0,83 ^{a,AB}	8,00±0,62 ^{ab,A}	7,49±1,04 ^{bc,A}	7,37±0,87 ^{c,A}	7,59±0,93 ^{bc,A}
	30	8,72±0,35 ^{a,A}	8,58±0,51 ^{a,A}	7,98±0,66 ^{b,A}	7,77±0,79 ^{b,A}	7,88±0,77 ^{b,A}	7,68±0,87 ^{b,A}
	60	8,31±0,71 ^{a,AB}	8,19±0,99 ^{ab,AB}	7,71±0,83 ^{bc,AB}	7,36±0,92 ^{cd,A}	7,60±0,92 ^{bcd,A}	7,09±1,02 ^{d,A}
	90	7,74±1,02 ^{a,BC}	7,83±0,79 ^{a,B}	7,18±1,18 ^{ab,BC}	6,21±1,36 ^{c,B}	6,53±1,39 ^{bc,B}	5,97±1,32 ^{c,B}
	120	7,21±1,84 ^{ab,C}	7,79±1,13 ^{a,B}	6,87±1,51 ^{abc,C}	6,55±1,65 ^{bc,B}	6,61±0,98 ^{bc,B}	5,91±1,42 ^{c,B}
Tuzluluk	1	5,13±2,68 ^{a,A}	5,79±1,91 ^{a,A}	6,34±1,59 ^{a,A}	5,94±1,87 ^{a,A}	6,36±1,67 ^{a,A}	5,92±2,00 ^{a,A}
	30	5,58±1,70 ^{ab,A}	6,17±1,71 ^{a,A}	5,63±1,44 ^{ab,AB}	4,96±1,78 ^{b,A}	5,13±1,38 ^{ab,B}	5,13±1,26 ^{ab,AB}
	60	4,65±2,13 ^{a,A}	5,18±1,81 ^{a,A}	5,00±2,08 ^{a,B}	5,18±1,93 ^{a,A}	5,47±2,15 ^{a,AB}	5,00±2,25 ^{a,AB}
	90	5,05±1,90 ^{ab,A}	5,74±1,74 ^{a,A}	5,63±1,56 ^{a,AB}	5,11±1,77 ^{ab,A}	4,95±1,82 ^{ab,B}	4,32±1,97 ^{b,B}
	120	5,43±1,88 ^{a,A}	5,00±1,81 ^{a,A}	5,89±1,32 ^{a,AB}	5,89±1,26 ^{a,A}	5,54±1,13 ^{a,AB}	5,32±1,48 ^{a,AB}
Genel kabul edilebilirlik	1	7,83±0,98 ^{a,A}	7,73±0,94 ^{a,A}	7,53±0,87 ^{ab,A}	7,02±0,93 ^{b,A}	7,60±0,73 ^{ab,A}	7,26±1,09 ^{ab,A}
	30	7,67±0,68 ^{a,A}	7,88±0,65 ^{a,A}	6,97±1,06 ^{b,AB}	6,73±0,86 ^{b,A}	6,76±1,05 ^{b,BC}	6,66±0,89 ^{b,A}
	60	7,34±1,08 ^{ab,AB}	7,56±0,97 ^{a,A}	6,99±0,90 ^{abc,AB}	6,35±1,01 ^{c,AB}	6,95±1,20 ^{abc,AB}	6,68±0,92 ^{bc,A}
	90	6,71±1,02 ^{ab,BC}	7,39±0,74 ^{a,AB}	6,73±0,95 ^{ab,B}	5,98±1,06 ^{bc,B}	6,01±1,22 ^{bc,C}	5,35±1,51 ^{c,B}
	120	6,46±1,57 ^{a,C}	6,83±1,33 ^{a,B}	6,51±1,29 ^{a,B}	6,38±1,27 ^{ab,AB}	6,05±1,42 ^{ab,C}	5,52±1,25 ^{b,B}

Değerler 2 tekerrür ortalamasıdır.

^{a-d}: Aynı satırda (→) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

^{A-C}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P<0,01$).

Tablo 47. Beyaz Peynir Örneklerinin Duyusal Özelliklerine Ait Genel Ortalamaların Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Örnekler	n	Renk	Tekstür ve görünüş	Koku	Lezzet	İstenmeyen yabancı Tat	Tuzluluk	Genel kabul edilebilirlik
K	100	7,66±1,10 ^b	7,27±1,32 ^{ab}	7,44±1,28 ^a	7,30±1,27 ^a	8,07±1,19 ^a	5,18±2,06 ^a	7,20±1,21 ^{ab}
PK	100	7,76±0,94 ^a	7,57±1,08 ^a	7,36±1,25 ^a	7,56±1,13 ^a	8,12±0,91 ^a	5,57±1,81 ^a	7,48±1,00 ^a
PZ _{%0,5}	100	7,30±0,92 ^c	7,23±1,06 ^b	6,98±1,17 ^b	6,64±1,17 ^b	7,55±1,10 ^b	5,70±1,65 ^a	6,95±1,06 ^{bc}
PZ _{%1}	100	6,97±1,07 ^c	6,89±1,11 ^c	6,63±1,17 ^b	6,16±1,29 ^b	7,07±1,31 ^{cd}	5,41±1,75 ^a	6,49±1,08 ^{de}
PC _{%0,5}	100	7,19±1,13 ^{bc}	6,80±1,19 ^c	6,94±1,36 ^b	6,41±1,24 ^{ab}	7,20±1,13 ^c	5,49±1,71 ^a	6,67±1,27 ^{cd}
PC _{%1}	100	7,03±1,19 ^{bc}	6,79±1,42 ^c	6,64±1,62 ^b	6,14±1,49 ^b	6,85±1,35 ^d	5,14±1,87 ^a	6,29±1,35 ^e
Bitki çeşidi	n	Renk	Tekstür ve görünüş	Koku	Lezzet	İstenmeyen yabancı Tat	Tuzluluk	Genel kabul edilebilirlik
Kontrol	200	7,71±1,02 ^a	7,42±1,21 ^a	7,40±1,26 ^a	7,43±1,21 ^a	8,09±1,05 ^a	5,38±1,94 ^a	7,34±1,12 ^a
ZYT	200	7,14±1,01 ^b	7,06±1,10 ^b	6,80±1,31 ^b	6,40±1,25 ^b	7,31±1,23 ^b	5,56±1,70 ^a	6,72±1,09 ^b
CYT	200	7,11±1,16 ^b	6,79±1,40 ^c	6,79±1,50 ^b	6,27±1,37 ^b	7,02±1,25 ^c	5,31±1,79 ^a	6,48±1,32 ^c
P		**	**	**	**	**	ns	**
Bitki oranı	n	Renk	Tekstür ve görünüş	Koku	Lezzet	İstenmeyen yabancı tat	Tuzluluk	Genel kabul edilebilirlik
Kontrol	200	7,71±1,02 ^a	7,42±1,21 ^a	7,40±1,26 ^a	7,43±1,21 ^a	8,09±1,05 ^a	5,38±1,94 ^a	7,34±1,12 ^a
%0,5	200	7,25±1,03 ^b	7,02±1,25 ^b	6,96±1,26 ^b	6,52±1,21 ^b	7,37±1,12 ^b	5,59±1,68 ^a	6,81±1,18 ^b
%1	200	7,00±1,13 ^c	6,84±1,27 ^b	6,63±1,52 ^c	6,15±1,39 ^c	6,96±1,33 ^c	5,28±1,81 ^a	6,39±1,22 ^c
P		**	**	**	**	**	ns	**
Olgunlaşma süresi (gün)	n	Renk	Tekstür ve görünüş	Koku	Lezzet	İstenmeyen yabancı tat	Tuzluluk	Genel kabul edilebilirlik
1	120	7,58±0,97 ^b	7,66±0,98 ^a	7,41±0,99 ^a	7,26±0,94 ^a	7,84±0,94 ^{ab}	5,91±1,99 ^a	7,50±0,95 ^a
30	120	7,89±0,83 ^a	7,66±0,96 ^a	7,60±0,94 ^a	6,88±1,23 ^b	8,10±0,78 ^a	5,43±1,58 ^b	7,11±0,99 ^b
60	120	7,35±1,09 ^{bc}	7,13±1,12 ^b	7,39±1,07 ^a	6,95±1,16 ^b	7,71±0,98 ^b	5,09±2,02 ^b	6,98±1,07 ^b
90	120	7,16±1,08 ^c	6,45±1,40 ^c	6,32±1,74 ^b	6,20±1,53 ^c	6,91±1,38 ^c	5,13±1,83 ^b	6,36±1,27 ^c
120	120	6,61±1,08 ^d	6,55±1,28 ^c	6,29±1,40 ^b	6,21±1,60 ^c	6,82±1,54 ^c	5,51±1,51 ^{ab}	6,29±1,39 ^c

^{a-e}: Aynı sütunda (↓) farklı üstel harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. **ns**: no significant/önemli değil, **: $P < 0,01$.

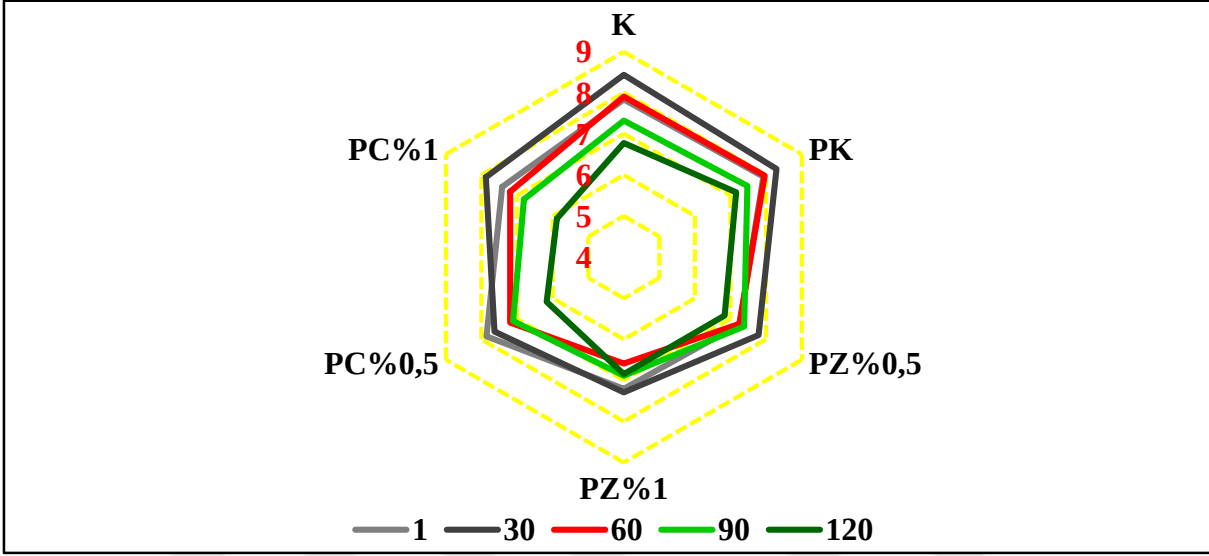
Tablo 48. Beyaz Peynir Örneklerinin Duyusal ve Olgunlaşma Özellikleri Arasındaki Pearson's Korelasyon Katsayıları

	Renk	Tekstür ve görünüş	Koku	Lezzet	İstenmeyen yabancı Tat	Tuzluluk	Genel kabul edilebilirlik
Tekstür	0,820**						
Koku	0,817**	0,851**					
Lezzet	0,768**	0,794**	0,851**				
İstenmeyen yabancı tat	0,833**	0,847**	0,920**	0,914**			
Tuzluluk	0,170	0,442*	0,252	0,328	0,210		
Genel kabul edilebilirlik	0,823**	0,903**	0,875**	0,948**	0,902**	0,476**	
WSN (%TN)	-0,499**	-0,669**	-0,535**	-0,514**	-0,498**	-0,438*	-0,668**
pH 4,6-SN (%TN)	-0,618**	-0,746**	-0,682**	-0,644**	-0,655**	-0,428*	-0,751**
TCA-SN (%TN)	-0,727**	-0,770**	-0,769**	-0,767**	-0,797**	-0,324	-0,823**
PTA-SN (%TN)	-0,728**	-0,726	-0,769**	-0,763**	-0,805**	-0,221	-0,785**
Lipoliz	-0,504**	-0,450*	-0,467**	-0,748**	-0,669**	-0,207	-0,691**

Korelasyon: “çok zayıf” (0,00-0,10), “zayıf” (0,10-0,39), “orta” (0,40-0,69), “güçlü” (0,70-0,89) ve “çok güçlü” (0,90-1,0),*: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$.

Renk

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen renk puanları Tablo 46 ve Şekil 52’de verilmiştir. Buna göre; 9 puan üzerinden (Tablo 8) en yüksek renk puanı olgunlaşmanın 30. gününde K örneğinde (8,44) belirlenirken, en düşük puan 120. günde PC_{%1} örneğinde (5,88) saptanmıştır (Şekil 52). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ($P<0,01$) ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun ($P<0,05$) peynir örneklerinin renk puanı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 45).



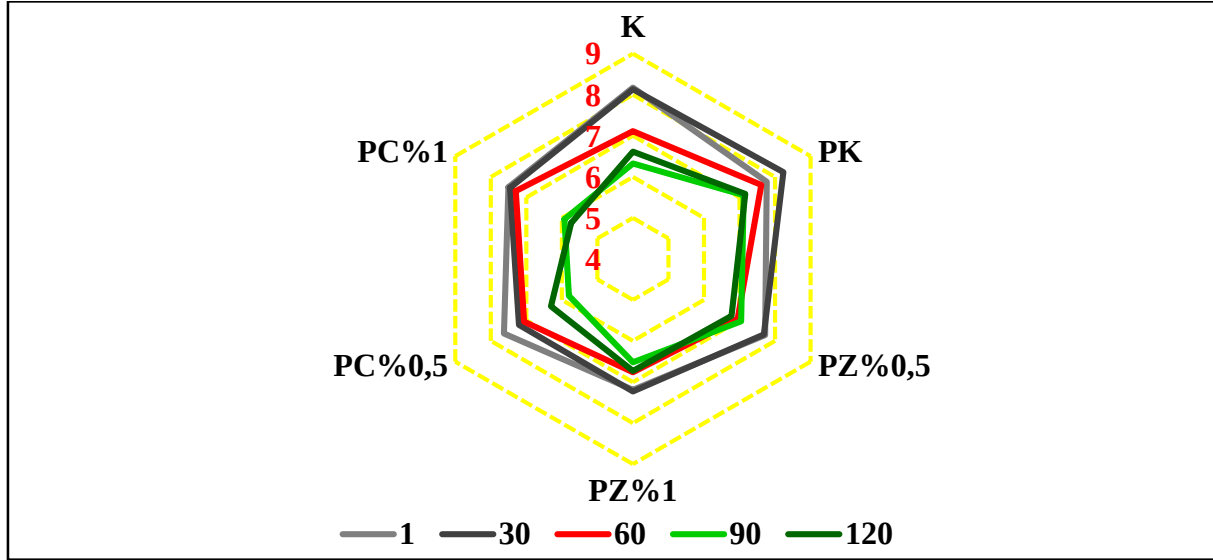
Şekil 52. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince renk puanındaki değişim

Renk puanı üzerine örnek, bitki çeşidi, bitki oranı ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 47’de verilmiştir. Buna göre, örneklerin renk puanları 6,97-7,76 aralığında değişim göstermiş ($P<0,01$), %0,5 ZYT ilaveli peynirlerin puanı kontrol grup örnekleri (K ve PK) takip etmiştir. Bitki tozu ilave oranı arttıkça kontrol gruba (7,71) kıyasla renk puanı düşmüş ($P<0,01$), bitki çeşidi arasındaki fark ise önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. Bu araştırmada belirlenen etkiye benzer olarak; Tarakçı and Deveci (2019) nane, kekik, kırmızıbiber ve isot, Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis*, El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu, Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg, Mousavi *et al.* (2023) %1,5 ve %2,0 mantar ekstraktı, Kamel *et al.* (2023) havuç tozu ilavesinin kontrol grup peynir örneklerine kıyasla renk puanını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Olgunlaşma süresince renk puanları (6,61-7,89) değişkenlik göstermiş, en düşük renk puanları 120. günde tespit edilmiştir ($P<0,01$) (Tablo 50).

Tekstür ve görünüş

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen tekstür ve görünüş puanları Tablo 46 ve Şekil 53’de görülmektedir. Tablo 8’de verilen duyu ve duyusal değerlendirme

kriterlerine göre (en yüksek olumlu puan 9); en düşük tekstür ve görünüş puanı olgunlaşmanın 120. gününde PC%1 örneğinde (5,74), en yüksek puan da 30. günde PK örneğinde (8,23) tespit edilmiştir (Şekil 53). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenleri ($P<0,01$) ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun ($P<0,05$) peynir örneklerinin tekstür ve görünüş puanı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 45).



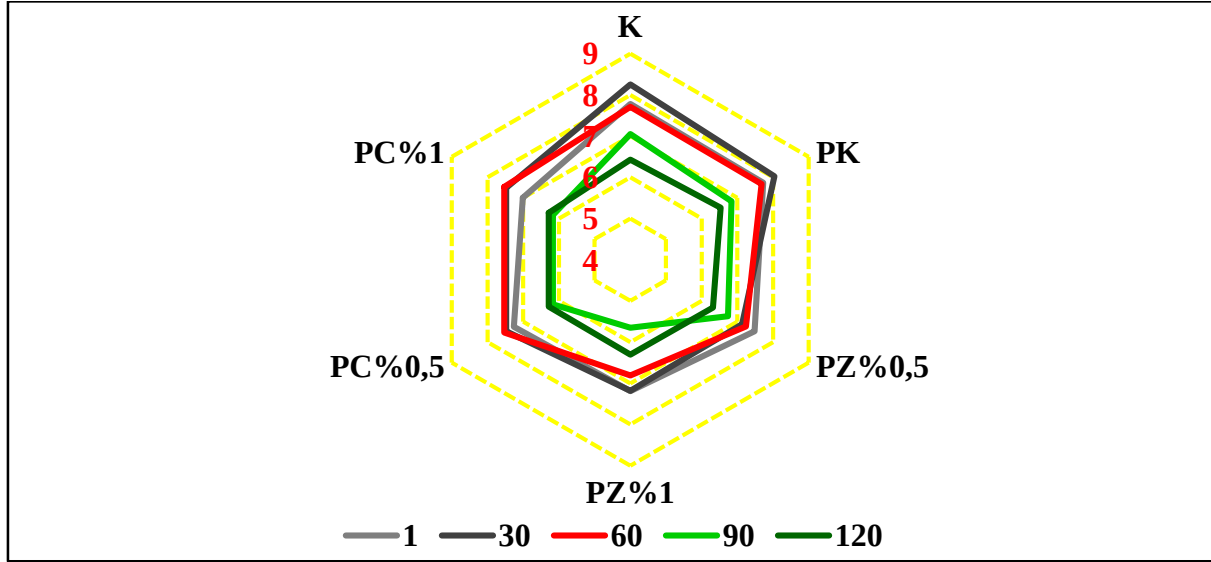
Şekil 53. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tekstür ve görünüş puanındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 47)'na göre, tekstür ve görünüş puanları 6,79-7,57 aralığında değişmiştir ($P<0,01$). Tekstür ve görünüş puanı bakımından %0,5 ZYT ilaveli peynir örneği, kontrol grup örneklerden (K ve PK) sonra en yüksek puanı almıştır. Katılan bitki oranı arttıkça (%0,5 den %1,0'e) tekstür ve görünüş puanı bakımından istatistiksel olarak fark oluşmamış ($P>0,05$), ancak kontrol grubuna (7,42) kıyasla bitki ilavesi tekstür ve görünüş puanını düşürmüştür ($P<0,01$). Bu araştırmada belirlenen etkiye benzer olarak; Aktypis *et al.* (2018) 75 ve 100 mg/L safran, del Olmo *et al.* (2018) deniz yosunu, Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis*, El-Sayed (2020) ıspanak tozu, Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg, Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı, Kamel *et al.* (2023) %0,4 ve %0,6 havuç tozu ilavesinin kontrol grup peynir örneklerine kıyasla tekstür ve görünüş puanını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Yapılan bazı araştırmalarda ise bitki ilavesinin tekstür ve görünüş puanını etkilemediği belirlenmiştir (Tarakçı *et al.* 2006; Tarakçı and Deveci 2019). Olgunlaşma süresince ise tekstür ve görünüş puanı (6,45-7,66) genel olarak azalmıştır ($P<0,01$). Yapılan bazı araştırmalarda da olgunlaşma süresince tekstür puanının azaldığı bildirilmiştir (del Olmo *et al.* 2018; El-Sayed 2020; Mousavi *et al.* 2023).

Koku

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen koku puanları Tablo 46 ve Şekil 54'de verilmiştir. Buna göre; 9 puan üzerinden en düşük koku puanı

olgunlaşmanın 90. gününde PC_{%1} örneğinde (5,45) belirlenmiş, en yüksek puan da 30. günde K örneğinde (8,25) tespit edilmiştir (Şekil 54). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin koku puanı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuş, ancak örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun koku puanı üzerine olan etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 45).



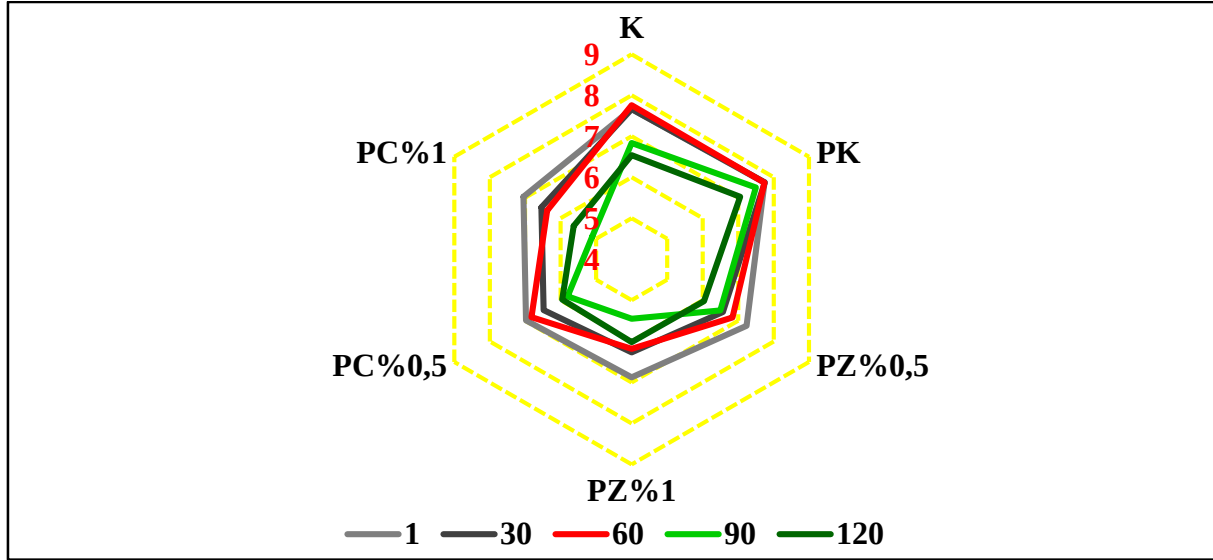
Şekil 54. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince koku puanındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 47)'na göre, örnek değişkenine bağlı koku puanı 6,63-7,44 aralığında değişmiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (7,40) kıyasla koku puanını düşürmüştür ($P<0,01$), ancak ZYT ve CYT ilavesinin etkisi farklı bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu araştırmada belirlenen etkiye benzer olarak; del Olmo *et al.* (2018) deniz yosunu, Tarakçı and Deveci (2019) kırmızıbiber ve isot, Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis*, Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg, Mousavi *et al.* (2023) %1,5 ve %2,0 mantar ekstraktı ilavesinin kontrol grup peynir örneklerine kıyasla koku puanını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu ilavesinin peynirde koku puanını etkilemediğini belirtirken, Tarakçı and Deveci (2019) çörekotu, nane ve kekik ilavesinin peynirde koku puanını artırdığını bildirmişlerdir. Olgunlaşma süresince ise koku puanı (6,29-7,60) genel olarak azalmıştır ($P<0,01$). Benzer şekilde; Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilaveli peynirlerde olgunlaşma süresince koku puanının azaldığını belirlemişler, Tarakçı and Deveci (2019) ise baharat ilavesinin peynirde olgunlaşma süresince koku puanını artırdığını bildirmişlerdir.

Lezzet

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen lezzet puanları Tablo 46 ve Şekil 55'de görülmektedir. Buna göre; 9 puan üzerinden en düşük lezzet puanı olgunlaşmanın 90. gününde PC_{%1} örneğinde (5,11) belirlenmiş, en yüksek puan ise 60. günde

K örneğinde (7,76) tespit edilmiştir (Şekil 55). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin peynir örneklerinin lezzet puanı üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuş, ancak, örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun lezzet puanı üzerindeki etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 45).



Şekil 55. Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince lezzet puanındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 47)'na göre örneklerde lezzet puanı 6,14-7,56 aralığında değişmiştir ($P<0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (7,43) kıyasla lezzet puanını düşürmüştür ($P<0,01$), bitki çeşidi arasındaki fark önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur. Bu araştırmada belirlenen etkiye benzer olarak; Aktypis *et al.* (2018) 75 ve 100 mg/L safran, del Olmo *et al.* (2018) deniz yosunu, Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis*, Tarakçı and Deveci (2019) kırmızıbiber ve isot, El-Sayed (2020) ıspanak tozu, Suna and Yilmaz-Ersan (2022) mikroalg, Mousavi *et al.* (2023) %1,5 ve %2,0 mantar ekstraktı, Kamel *et al.* (2023) %0,4 ve %0,6 havuç tozu ilavesinin kontrol grup peynir örneklerine kıyasla lezzet puanını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Mousavi *et al.* (2023) %0,5 ve %1,0 mantar ekstraktı ilavesinin ise peynirde lezzet puanını artırdığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Tarakçı and Deveci (2019) çörekotu, nane ve kekik ilavesinin peynirde lezzet puanını artırdığını, ancak bu artışın istatistiksel olarak önemsiz olduğunu belirlemişlerdir.

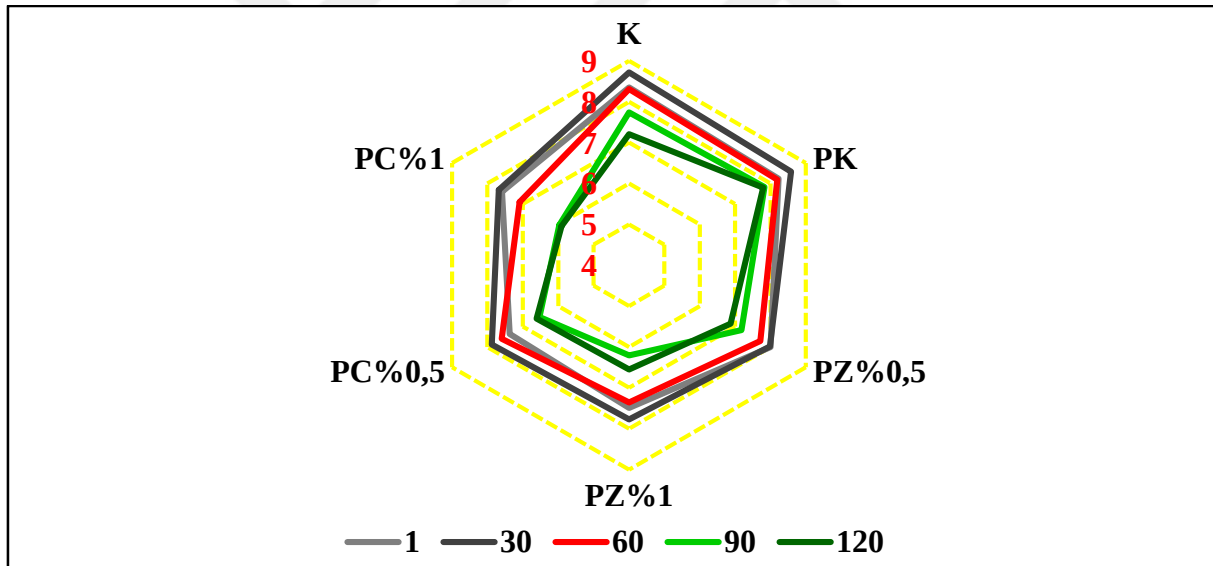
Olgunlaşma süresince lezzet puanı (6,20-7,26) genel olarak azalmıştır ($P<0,01$). Benzer şekilde; El-Sayed (2020) ıspanak tozu, Mousavi *et al.* (2023) mantar ekstraktı ilaveli peynirlerde olgunlaşma süresince lezzet puanının azaldığını belirlemişlerdir.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre, lezzet puanı ile renk ($r= 0,768$), tekstür ve görünüş ($r= 0,794$), koku ($r= 0,851$), istenmeyen yabancı tat ($r= 0,914$) ve genel kabul edilebilirlik ($r= 0,948$) parametreleri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif korelasyonlar tespit edilmiştir (Tablo 48). Yine, lezzet puanı ile WSN (%TN) indeksi ($r= -0,514$) ve pH 4,6-SN

(%TN) indeksi ($r = -0,644$) arasında önemli düzeyde ($P < 0,01$) orta derecede negatif ilişkiler; TCA-SN (%TN) indeksi ($r = -0,767$) ve PTA-SN (%TN) indeksi ($r = -0,763$) arasında önemli düzeyde ($P < 0,01$) güçlü derecede negatif ilişkiler belirlenmiştir. Lezzet puanı ile lipoliz arasında da güçlü bir negatif ilişki olduğu ($r = -0,748$, $P < 0,01$) tespit edilmiştir (Tablo 48).

İstenmeyen yabancı tat

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen istenmeyen yabancı tat puanları Tablo 46 ve Şekil 56’da görülmektedir. Yapılan punlama kriterinde 9-8 puan yabancı tat olmadığını, 7-6 puan çok az yabancı tat olduğunu ifade etmektedir. Buna göre; en düşük istenmeyen yabancı tat puanı olgunlaşmanın 120. gününde PC%1 örneğinde (5,91/az) belirlenirken, en yüksek değer 30. günde K örneğinde (7,72/yok) tespit edilmiştir (Şekil 56). Varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin peynir örneklerinin istenmeyen yabancı tat puanı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P < 0,01$) bulunmuştur. Ancak, örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun istenmeyen yabancı tat üzerine olan etkisi önemsiz ($P > 0,05$) bulunmuştur (Tablo 45).



Şekil 56. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince istenmeyen yabancı tat puanındaki değişim

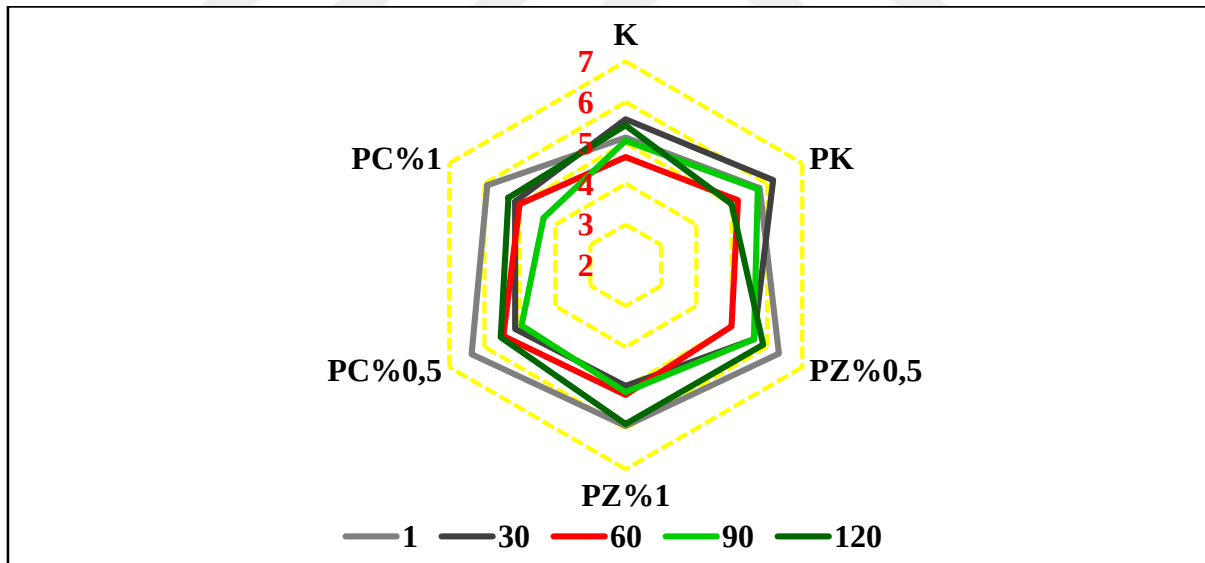
Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 47)’na göre, örnek değişkenine bağlı istenmeyen yabancı tat puanı 6,85-8,12 aralığında değişmiştir ($P < 0,01$). Artan seviyede bitki ilavesi, kontrol gruba (8,09) kıyasla istenmeyen yabancı tat puanını düşürmüştü, en düşük değer CYT içeren grupta (7,02) saptanmıştır ($P < 0,01$).

Kontrol peynir örneklerinde yabancı tat algılanmazken, bitki oranı arttıkça çok az yabancı tat algılanmıştır. Fonksiyonel katkı olarak ilave edilen ZYT ve CYT’nin baharatlar gibi günlük yaşamda kullanılmaması sonucunda bu tatların bilinmemesinin yabancı tat algısını artırdığı düşünülmektedir. Nitekim, del Olmo *et al.* (2018) deniz yosunu, Golmakani *et al.*

(2019) *S. platensis* ilavesinin peynirde yabancı tat (acımsılık, yosun tadı) puanını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Olgunlaşma süresince ise istenmeyen yabancı tat puanı (6,82-8,10) değişkenlik göstermiş, yabancı tadın en fazla algılandığı en düşük değerler 90. ve 120. günlerde tespit edilmiştir ($P<0,01$). Korelasyon analizi sonuçlarına göre; istenmeyen yabancı tat puanı ile koku ($r= 0,920$) ve lezzet ($r= 0,914$) parametreleri arasında önemli düzeyde ($P<0,01$) güçlü pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Tablo 48).

Tuzluluk

Deneme Beyaz peynir örneklerinde olgunlaşma süresince belirlenen tuzluluk puanları Tablo 46 ve Şekil 57’de verilmiştir. Yapılan punlama kriterinde 9-8 puan ideal tuzluluğu, 7-6 puan biraz tuzluluğu, 5-3 puan tuzluluğu ifade etmektedir. Buna göre, en düşük tuzluluk puanı olgunlaşmanın 90. gününde PC%1 örneğinde (4,32/tuzlu) belirlenirken, en yüksek değer 1. günde PC%0,5 örneğinde (6,36/biraz tuzlu) tespit edilmiştir (Şekil 57). Varyans analizi sonucunda, olgunlaşma süresinin peynir örneklerinin tuzluluk puanı üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak, örnek değişkeni ile örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksiyonunun tuzluluk puanı üzerine olan etkileri önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 45).



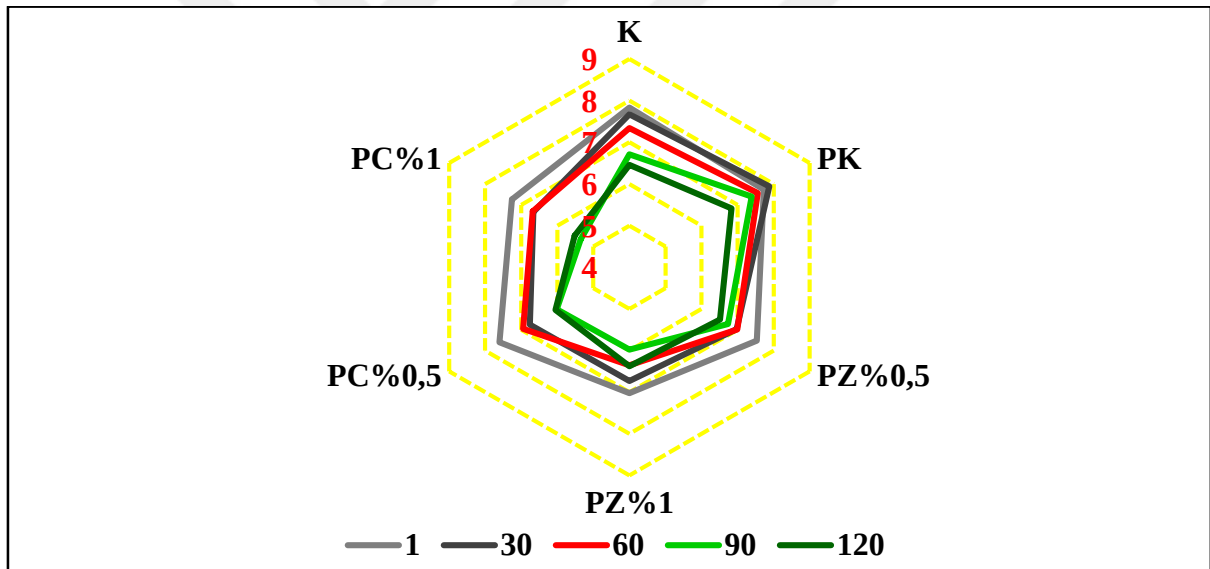
Şekil 57. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince tuzluluk puanındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 47)’na göre, örnek değişkenine bağlı tuzluluk puanı 5,14-5,70 aralığında değişmiştir ($P>0,05$). Bitki çeşidi ve bitki oranının tuzluluk puanı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Golmakani *et al.* (2019) *S. platensis* ilavesinin peynirde tuzluluğu artırarak duyusal puanlarda düşüşe neden olduğunu tespit etmişlerdir. Olgunlaşma süresince ise tuzluluk puanı 5,09-5,91 aralığında değişim göstermiş ($P<0,01$), 1. güne kıyasla diğer günlerde tuzluluğun daha da hissedilmesine

bağlı olarak duyusal puanlarda düşüşler görülmüştür. Bu durum, olgunlaşma süresince salamuradan peynir kitlesine tuz geçişi sonucu örneklerde tuz miktarının nispi olarak artmasından kaynaklanmış olabilir.

Genel kabul edilebilirlik

Deneme Beyaz peynir örneklerinde; Tablo 8’de verilen duyusal değerlendirme kriterlerine göre, uygulanan duyusal analizlerden önemli biri olan genel kabul edilebilirlik puanları Tablo 46’de verilmiş, daha iyi anlaşılması için de Şekil 58’de gösterilmiştir. Dokuz puan üzerinden en düşük genel kabul edilebilirlik puanı, olgunlaşmanın 90. gününde PC%1 örneğinde (5,35), en yüksek puan ise 30. günde PK örneğinde (7,88) tespit edilmiştir (Şekil 58). Yapılan varyans analizi sonucunda, örnek ve olgunlaşma süresi değişkenlerinin peynir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanı üzerine olan etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Ancak, örnek $\times$ olgunlaşma süresi interaksyonu ise önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur (Tablo 45).



Şekil 58. Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince genel kabul edilebilirlik puanındaki değişim

Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (Tablo 47)’na göre; örnek değişkenine bağlı genel kabul edilebilirlik puanı 6,29-7,20 aralığında değişmiş ($P<0,01$), bitki oranı arttıkça kontrol gruba (7,34) kıyasla genel kabul edilebilirlik puanı düşmüş ve en düşük puan CYT içeren grupta (6,48) saptanmıştır ($P<0,01$). Genel kabul edilebilirlik puanı bakımından kontrol grup örneklerden (K ve PK) sonra, en yüksek puanları %0,5 ZYT ve %0,5 CYT ilaveli peynir örnekleri almıştır. Bu sonuçlardan; bu araştırma şeklinde planlanan ve önerilen fonksiyonel Beyaz peynir üretiminde, kurutulmuş zeytin ve/veya ceviz yaprağı tozunun uygun seviyesinin %0,5 olduğu söylenebilir. Bu orandaki katkının kontrollerden daha düşük genel kabuledilebilirlik puanları almasının nedenleri olarak; panelistlerin daha çok sade/katkısız

Beyaz peynir lezzetine alışık olduğu, genel kabuledilebilirlikte lezzetin etkisinin baskın olduğu söylenebilir. Bu araştırmada belirlenen etkiye benzer olarak; Tarakçı and Deveci (2019) kırmızıbiber ve isot, El Hatmi *et al.* (2020) pembe sarımsak tozu, Suna and Yılmaz-Ersan (2022) mikroalg ve Mousavi *et al.* (20223) mantar ekstraktı ilavesinin kontrol grup peynir örneklerine kıyasla genel kabul edilebilirlik puanını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Ancak, Tarakçı and Deveci (2019) çörekotu, nane ve kekik ilavesinin genel kabul edilebilirlik puanını etkilemediğini belirlemişlerdir. Olgunlaşma süresince genel kabul edilebilirlik puanı (7,50'den 6,29'a) azalmıştır ($P<0,01$). Benzer şekilde, Mousavi *et al.* (2023), mantar ekstraktı ilaveli peynirlerde olgunlaşma süresince genel kabul edilebilirlik puanının azaldığını belirlemişlerdir.

Korelasyon analizi sonucunda; genel kabul edilebilirlik puanı ile renk ($r= 0,823$), tekstür ve görünüş ($r= 0,903$), koku ($r= 0,875$), lezzet ($r= 0,948$) ve isenmeyen yabancı tat ($r= 0,902$) parametreleri arasında önemli ($P<0,01$) güçlü pozitif korelasyonlar olduğu belirlenmiştir (Tablo 48).

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sağlık ve beslenme arasındaki ilgi konusunda tüketici bilincinin artmasına bağlı olarak beslenme alışkanlıklarında da değişiklik olmaktadır. Günümüzde tüketici eğiliminin doğal ve fonksiyonel gıdalar yönüne kaydığı, bu nedenle gıda sektöründe bu alanda ciddi talep olduğu görülmektedir. Temel ve kendine özel gıda bileşenleri ve biyoaktif bileşiklerce zengin olan süt ve ürünleri, fonksiyonel özellikleri geliştirilmeye en uygun gıda grubudur. Peynir; en çok tüketilen ve ürün çeşitliliği en fazla olan, farklı üretim teknolojileriyle çeşitlendirilmeye oldukça uygun süt ürünüdür. Beyaz peynir, Türkiye'de en çok üretilen ve tüketilen, ekonomik değeri en fazla olan peynir çeşididir. Diğer taraftan, gerek önceki araştırma sonuçlarından gerekse bu araştırma kapsamında biyoaktif bileşiklerce zengin olduğu anlaşılan, ancak tarımsal atık olarak yeterince değerlendirilmediği görülen zeytin ve ceviz yapraklarının fonksiyonel özellikte ürünlerin geliştirilmesinde ümit verici olduğu görülmüştür.

Bu nedenlere bağlı olarak planlanan bu çalışmada; değerli birer tarımsal atık olan zeytin ve ceviz yapraklarının Beyaz peynir üretiminde probiyotik bir bakteri olan *L. acidophilus* LA-5 ile birlikte fonksiyonel gıda katkı maddesi ve/veya nutrasötik olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Böylece; zengin biyoaktif bileşik profilleri nedeniyle, hem antioksidan kaynağı hem de sağlık ve beslenme üzerine üstün özellikleri olan bu yaprakların, probiyotik kültür ile birlikte Beyaz peynir üretiminde kullanımıyla, fonksiyonel yeni Beyaz peynirler üretmek amaçlanmıştır. Bu hedeflerle; ayrı ayrı 2 farklı oranda (%0,5 ve %1) zeytin yaprağı tozu (ZYT) ve ceviz yaprağı tozu (CYT) ile birlikte *L. acidophilus* LA-5 ilavesiyle tam yağlı pastörize inek sütünden 2 tekerrürlü olarak üretilen salamura Beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince (+4°C'de; 1., 30., 60., 90. ve 120. günler) kalite özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Çalışmada, peynirin fonksiyonel özelliğini artırmak ve biyoaktif özelliğini zenginleştirmek amacıyla ilave edilen ZYT ve CYT örneklerinin; kurumadde miktarlarının çok yüksek olduğu (sırasıyla %95,73 ve %94,02), protein, kül, mineral, klorofil, TPC, TFC ve antioksidan aktivite bakımından zengin birer kaynak oldukları belirlenmiştir. İki bitki arasında genel bir değerlendirme yapılacak olursa; CYT'nin biyoaktif bileşikler (TPC, TFC, klorofil vb.) ve makro mineraller (K, P, Mg, Mn ve Ca) bakımından ZYT'ye kıyasla daha zengin olduğu ve antioksidan özelliklerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. ZYT'nin ise mikro mineral maddelerden Fe ve Cu bakımından iyi bir kaynak olduğu belirlenmiştir. CYT'nin ZYT'ye göre daha koyu tonlarda olduğu ve yeşil renk değerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.

2. Deneme Beyaz peynir üretiminde kullanılan ZYT ve CYT oranı arttıkça (%0,5 ve %1) peynirlerin fizikokimyasal özelliklerindeki değişim olgunlaşma süresince istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitki ilavesi kontrol grup peynir örneklerine (K ve PK) kıyasla pH, kurumadde, yağ, KM'de yağ, protein ve kalori değerlerinde düşüşe; asitlik, kül, tuz ve KM'de tuz oranlarında artışa neden olmuştur. Olgunlaşma süresince peynirlerde pH, kurumadde, yağ, KM'de yağ, protein ve kül miktarları azalırken ($P<0,01$); asitlik ve KM'de tuz oranları artmıştır ($P<0,01$).

3. Deneme Beyaz peynir örneklerinin renk özellikleri üzerine ZYT ve CYT ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkileri önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Bitki oranı artışı, kontrol grup peynir örneklerine kıyasla, parlaklık değerini (L^*) düşürürken; yeşil ($-a^*$), sarı ($+b^*$), renk ton açısı (H° ; 90° : sarı, 180° : yeşil) ve renk yoğunluğu (C^*) değerlerini artırmıştır ($P<0,01$). En yüksek a^* , b^* , H° ve C^* değerleri CYT ilaveli peynir örneklerinde saptanmıştır. İlk güne kıyasla, olgunlaşma süresince genel olarak L^* ve H° değerleri azalırken; a^* , b^* ve C^* değerleri artmıştır ($P<0,01$).

4. Deneme Beyaz peynir örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri (laktobasil sayısı hariç) üzerine bitki ilavesinin etkisi önemsiz ($P>0,05$), ancak olgunlaşma süresinin etkisi önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Bitki ilavesi kontrol grup peynir örneklerine kıyasla laktobasil sayısını artırırken ($P<0,05$); TAMB, laktokok ve *L. acidophilus* LA-5 sayısını istatistiksel olarak etkilememiştir ($P>0,05$). Olgunlaşma süresince peynirlerde TAMB, laktobasil, laktokok ve *L. acidophilus* LA-5 sayıları önemli derecede azalmıştır ($P<0,01$). Probiyotik ilaveli peynirlerde *L. acidophilus* LA-5 sayısı 60. günden sonra 10^6 kob/g'ın altına düşmüştür. Böylece, fonksiyonel Beyaz peynir üretiminde probiyotik raf ömrü bu araştırma şartlarında 2 ay olarak belirlenmiştir. ZYT ve CYT ilavesinin probiyotik sayısı üzerinde olumsuz bir etki oluşturmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, CYT ilavesi 60 günlük raf ömrü süresince canlılık oranını artırmıştır (%86,52). Peynir örneklerinde mikrobiyolojik kaliteyi belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda; 120 gün süresince tüm peynir örneklerinde koliform grubu bakteri ($< 1 \log$ kob/g), maya ve küf ($< 2 \log$ kob/g) ve *E. coli* ($< 1 \log$ kob/g) sayıları tespit edilebilir sınırın altında kalmıştır.

5. Deneme Beyaz peynir örneklerinin tekstürel özellikleri üzerine bitki ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmuştur. Genel olarak, ZYT ve CYT ile oranları (%0,5 ve %1) arasında tekstürel parametreler bakımından fark bulunmamıştır. Kontrol grup peynir örneklerine kıyasla bitki ilavesi; dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik değerlerini düşürmüştür. Bitki çeşidinin sertlik değeri üzerine olan etkisi önemsiz ($P>0,05$) bulunurken, bitki ilavesi (%0,5 ve %1) sertlik değerini

biraz artırmıştır ($P<0,05$). Olgunlaşma süresince peynirlerde; sertlik, iç yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik, sakızimsılık ve esneklik değerlerinin azaldığı belirlenmiştir ($P<0,01$).

6. Deneme Beyaz peynir örneklerinin mineral madde kompozisyonu üzerine bitki ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmuştur. Bitki ilavesi makro minerallerin (Ca, P, K, Mg ve Na) miktarlarını istatistiksel olarak etkilemezken ($P>0,05$), peynirde mikro minerallerden Fe, Cu ve Mn miktarları bitki oranı arttıkça artmıştır ($P<0,01$). Ancak, artan miktarda bitki ilavesi, peynirlerde Zn miktarını düşürmüştür. Bitki ilavesi Se miktarını ise istatistiksel olarak etkilememiştir ($P>0,05$). Peynirlerde en yüksek Fe ve Cu miktarları ZYT ilaveli örneklerde belirlenirken, en yüksek Mn miktarı CYT ilaveli peynir örneklerinde saptanmıştır. Sonuçlar, kontrol grup peynir örneklerine kıyasla; ZYT ilavesinin Fe miktarını %435, Cu miktarını %157 ve Mn miktarını %450 oranında artırdığını; CYT ilavesinin ise Fe miktarını %173, Cu miktarını %46 ve Mn miktarını %965 oranında artırdığını göstermiştir. Olgunlaşma süresince ise genel olarak en yüksek mineral madde miktarları olgunlaşmanın 120. gününde saptanmıştır. Peynirlerden 100 g tüketim ile yetişkin bir bireyin Fe, Cu ve Mn ihtiyacının sırasıyla; %0,7-4,7, %0,6-1,1 ve %0,5-7,2'sinin karşılandığı hesaplanmıştır.

7. Deneme Beyaz peynir örneklerinin antioksidan özellikleri üzerine bitki ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmuştur. Bitki oranındaki artışla birlikte peynir örneklerinde TPC ve TFC miktarları ile antioksidan aktivite (DPPH, CUPRAC ve FRAP) artmıştır ($P<0,01$). Peynirlerde en yüksek TPC ve TFC miktarları ile antioksidan aktivite CYT ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Sonuçlar, kontrol grup peynir örneklerine kıyasla; CYT ilavesinin TPC miktarını %61, TFC miktarını %409, DPPH antioksidan aktiviteyi %1908, CUPRAC antioksidan aktiviteyi %294 ve FRAP antioksidan aktiviteyi %8141 oranında artırdığını; ZYT ilavesinin ise TPC miktarını %43, TFC miktarını %289, DPPH antioksidan aktiviteyi %1162, CUPRAC antioksidan aktiviteyi %191 ve FRAP antioksidan aktiviteyi %5224 oranında artırdığını göstermiştir. Olgunlaşma süresince TPC miktarı artarken ($P<0,01$), TFC miktarı ve CUPRAC antioksidan aktivite 1. güne kıyasla diğer günlerde azalmıştır ($P<0,01$). Olgunlaşma süresinin FRAP ve DPPH antioksidan aktivite üzerine olan etkisi ise önemsiz ($P>0,05$) bulunmuştur.

8. Deneme Beyaz peynir örneklerinin klorofil bileşimi üzerine bitki ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmuştur. Bitki oranındaki artışla birlikte peynir örneklerinde klorofil *a*, klorofil *b* ve toplam klorofil miktarları artmıştır ($P<0,01$). Peynirlerde en yüksek klorofil miktarları CYT ilaveli örneklerde belirlenmiştir. Sonuçlar, kontrol grup peynir örneklerine kıyasla; CYT ilavesinin toplam klorofil miktarını %1245 oranında, ZYT ilavesinin ise %330 oranında artırdığını göstermiştir. Olgunlaşma süresince ise klorofil

miktarları değişkenlik göstermekle birlikte, 1. güne kıyasla diğer günlerde azalmıştır ($P<0,01$). Genel olarak 30. günden sonra klorofil miktarındaki azalma daha stabil seyretmiştir.

9. Deneme Beyaz peynir örneklerinin proteolize bağlı olgunlaşma indeksi oranları üzerine bitki ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmuştur. Bitki ilavesi, peynirde birincil proteolize bağlı olarak WSN (%TN) ve pH 4,6-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranlarını etkilememiş ($P>0,05$), buna karşın peynirlerde bitki çeşidi ve bitki oranı arasında TCA-SN (%TN) ve PTA-SN (%TN) olgunlaşma indeksi oranları bakımından fark bulunmamış ($P>0,05$), bitki ilavesinin kontrol grup peynir örneklerine kıyasla ikincil proteolizi (TCA-SN ve PTA-SN) artırdığı belirlenmiştir ($P<0,01$). Olgunlaşma süresince azot fraksiyonlarındaki artışa bağlı olarak olgunlaşma indeksi oranlarında önemli derecede artış olmuş ($P<0,01$), olgunlaşmanın ilk 1. ayında olan proteolitik parçalanmanın diğer günlere göre daha fazla olduğu belirlenmiş ve 30. günden sonra olgunlaşma oranındaki artış daha stabil seyretmiştir.

10. Deneme Beyaz peynir örneklerinin lipoliz düzeyi üzerine bitki ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkileri önemli ($P<0,01$) bulunmuştur. Bitki oranındaki artışla birlikte lipoliz oranı artmış, en yüksek değerler CYT ilaveli peynir örneklerinde saptanmıştır. Olgunlaşma süresince ise lipoliz oranı (1,73-2,17 ADV) değişkenlik göstermekle birlikte, 1. güne kıyasla diğer günlerde artmıştır.

11. Deneme Beyaz peynir örneklerinin duyuşal özellikleri (renk, tekstür ve görünüş, koku, lezzet, istemeyen yabancı tat, tuzluluk, genel kabul edilebilirlik) üzerine bitki ilavesi ile olgunlaşma süresinin etkileri önemli bulunmuştur. ZYT ve CYT ilavesiyle üretilen peynir örnekleri, kontrol grup peynirlere kıyasla biraz düşük puan almalarına rağmen, tüm duyuşal parametreler bakımından kabul görmüş ve tüketici paneli tarafından beğenilmiştir. Ancak peynir örnekleri, salamura tip olması nedeniyle kabul edilebilir seviyede biraz tuzlu bulunmuştur. Genel olarak olgunlaşma süresince duyuşal puanlarda bir azalma olmakla birlikte, peynir örnekleri tüm duyuşal parametreler bakımından (tuzluluk puanı dışında) 9 puan üzerinden 6 (iyi) ile 9 (çok iyi) aralığında değerler almıştır. Örnek değişkeni bakımından genel olarak beğeni sıralaması $PK > K > PZ_{\%0,5} > PC_{\%0,5} > PZ_{\%1} > PC_{\%1}$ şeklindedir. Bitki çeşidi bakımından en çok ZYT içeren örnekler beğenilirken, bitki oranı bakımından %0,5 bitki içeren peynir örnekleri beğenilmiştir. Üretilen Beyaz peynirlerde duyuşal kabulü artırmak, tuzluluğu azaltmak ve olgunlaşma süresince peynir bileşimini standart değerlerde tutmak için yeni projeler üretmek veya yeni peynir çeşidi olarak salamurada muhafaza yerine vakum ambalajda muhafaza ve olgunlaşma önerilebilir.

Sonuç olarak; ZYT ve CYT'nin Beyaz peynir üretiminde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanım potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm kalite parametreleri dikkate alındığında bu araştırmayla; *L. acidophilus* LA-5 ve %0,5 bitki (ZYT ve CYT) ilaveli, 60 gün boyunca probiyotik raf ömrünü koruyan, biyoktif bileşiklerce (fenolik, flavonoid, klorofil pigment) ve minerallerce (Fe, Cu ve Mn) zengin, sağlıklı beslenme açısından doğal, yeni ve fonksiyonel Beyaz peynirlerin üretilebileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca bu araştırma sonuçları; zeytin ve ceviz yapraklarının çok iyi alternatif kullanım alanı oluşturduğunun tespitine; bu atıkların gıda ve diğer sektörlerde daha fazla kullanılabileceklerine ve bu alanlarda yeni projeler yapmaya temel teşkil edeceğine katkı sağlayabileceği söylenebilir.



KAYNAKLAR

- Abdallah, I.M., Al-Shami, K.M., Yang, E., Wang, J., Guillaume, C. and Kaddoumi, A., 2022. Oleuropein-rich olive leaf extract attenuates neuroinflammation in the Alzheimer's disease mouse model. *ACS Chemical Neuroscience*, 13, 1002-1013.
- Abdelgawad, S.M., Hassab, M.A.E., Abourehab, M.A.S., Elkaeed, E.B. and Eldehna, W.M., 2022. Olive leaves as a potential phytotherapy in the treatment of COVID-19 disease; A mini-review. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 879118.
- Acar, G., 2018. Sığır Eti Köftelerinin Depolama Stabilitesi Üzerine Farklı Oranlarda Zeytin Yaprağı İlavesinin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Adebowale, O.J. and Maliki, K., 2011. Effect of fermentation period on the chemical composition and functional properties of Pigeon pea (*Cajanus cajan*) seed flour. *International Food Research Journal*, 18(4), 1329-1333.
- Agarry, I.E., Ding, D., Li, Y., Jin, Z., Deng, H., Hu, J., Cai, T., Kan, J. and Chen, K., 2023. *In vitro* bioaccessibility evaluation of chlorophyll pigments in single and binary carriers. *Food Chemistry*, 415, 135757.
- Agboola, S.O. and Radovanovic-Tesic, M., 2002. Influence of Australian native herbs on the maturation of vacuum-packed cheese. *LWT-Food Science and Technology*, 35(7), 575-583.
- Ahmadi, A., Shahidi, S.A., Safari, R., Motamedzadegan, A. and Ghorbani-Hasan Saraei, A., 2022. Evaluation of stability and antibacterial properties of extracted chlorophyll from alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Food and Chemical Toxicology*, 163, 112980.
- Ahmed, L.A., Ibrahim, N., Abdel-Salam, A.B. and Fahim, K.M., 2021. Potential application of ginger, clove and thyme essential oils to improve soft cheese microbial safety and sensory characteristics. *Food Bioscience*, 42, 101177, 1-14.
- Akan, E. and Kınık, Ö., 2018. Effect of mineral salt replacement on properties of Turkish White cheese. *Mljekarstvo*, 68(1), 46-56.
- Akça, Y. and Samsunlu, E., 2012. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, proline and nutrient accumulation, and K/Na ratio in walnut. *Pakistan Journal of Botany*, 44(5), 1513-1520.
- Akomolafe, S.F., Oboh, G., Oyeleye, S.I. and Olasehinde, T.A., 2017. Toxicological effects of aqueous extract from African walnut (*Tetracarpidium conophorum*) leaves in rats. *Journal of Evidence-Based Integrative Medicine*, 22(4), 919-925.
- Aktypis, A., Christodoulou, E.D., Manolopoulou, E., Georgala, A., Daferera, D. and Polysiou, M., 2018. Fresh ovine cheese supplemented with saffron (*Crocus sativus* L.): Impact on microbiological, physicochemical, antioxidant, color and sensory characteristics during storage. *Small Ruminant Research*, 167, 32-38.
- Al-Obaidi, L.F.A., 2019. Effect of adding different concentrations of turmeric powder on the chemical composition, oxidative stability and microbiology of the soft cheese. *Plant Archives*, 19(2), 317-321.
- Altin, G., Gültekin-Özgüven, M. and Özcelik, B., 2018. Liposomal dispersion and powder systems for delivery of cocoa hull waste phenolics via Ayran (drinking yoghurt):

- Comparative studies on *in-vitro* bioaccessibility and antioxidant capacity. Food Hydrocolloids, 81, 364-370.
- Altuğ, T., 1993. Duyusal Test Teknikleri. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayınları No: 28, 56 s, İzmir
- Anjum, N., Maqsood, S., Masud, T., Ahmad, A., Sohail, A. and Momin, A., 2014. *Lactobacillus acidophilus*: Characterization of the species and application in food production. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54(9), 1241-1251.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E. and Erçağ, E., 2006. The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 57(5/6), 292-304.
- Arslan, E.E., Karademir, G., Berktaş, S. and Çam, M., 2021. Zeytin yaprağı ekstraktı içeren soğuk çay üretimi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(3), 843-849.
- Aşkın, B., 2020. Some properties of Kırklareli ripened White cheese. Milk Science International, 73(3), 16-22.
- Ataro, A., McCrindle, R.I., Botha, B.M., McCrindle, C.M.E. and Ndibewu, P.P., 2008. Quantification of trace elements in raw cow's milk by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Food Chemistry, 111(1), 243-248.
- Atila Uslu, G. and Uslu, H., 2022. Protective effect of *Juglans regia* L. (walnut) leaves extract against indomethacin induced gastric mucosal damage in rats. World Journal of Advanced Research and Reviews, 13(03), 264-270.
- Authier, H., Bardot, V., Berthomier, L., Bertrand, B., Blondeau, C., Holowacz, S. and Coste, A., 2022. Synergistic effects of licorice root and walnut leaf extracts on gastrointestinal candidiasis, inflammation and gut microbiota composition in mice. Microbiology Spectrum, 12(2), 1-15.
- Avcı, E., Arıkoğlu, H. and Erkoç Kaya, D., 2016. Investigation of juglone effects on metastasis and angiogenesis in pancreatic cancer cells. Gene, 588, 74-78.
- Aydemir, O., 2018. Proteolysis and lipolysis of White-brined (Beyaz) cheese during storage: Effect of milk pasteurization temperature. Journal of Food Processing Preservation, 42(5), 1-6.
- Aytul, K.K., Korel, F., Arserim-Uçar, D.K., Uysal, I. and Bayraktar, O., 2004. Efficacy of olive leaf extract for enhancing quality of beef cubes. In proceedings of the 54 th International Congress of meat science and technology. (pp. 51) South Africa: Cape Town, 51.
- Azhar, R., Ali, S., Khan, H.F., Farooq, F., Noureen, F. and Anjum, A.F., 2021. Effect of ethanolic extract of walnut leaves on lipid profile and atherogenic index in hypercholesterolemic rats. Pakistan Journal of Medical and Health Sciences, 15(12), 3955-3958.
- Aziz, M., Tammam, A.A., Nagm El-diin, M.A.H. and Hamdy, A.M., 2023. Utilization of pomegranate peels powder as a novel preservative in White soft cheese making. Assiut Journal of Agriculture Science, 54(1), 50-65.
- Bahloul, N., Kechaou, N. and Mihoubi, N.B., 2014. Comparative investigation of minerals, chlorophylls contents, fatty acid composition and thermal profiles of olive leaves (*Olea europae* L.) as by-product. Grasas Aceites, 65(3), e035.
- Barać, M., Kresojević, M., Špirović-Trifunović, B., Peši, M., Vučić, T., Kostić, A. and Despotović, S., 2018. Fatty acid profiles and mineral content of Serbian traditional White brined cheeses. Mljekarstvo, 68(1), 37-45.

- Barać, M., Sarić, Z., Vučić, T., Sredović Ignjatović, I., Milinčić, D., Špirović Trifunović, B. and Smiljanić, M., 2021. Effect of ripening in brine and in a vacuum on protein, fatty acid and mineral profiles, and antioxidant potential of reduced-fat White cheese. *Food Technology & Biotechnology*, 59(1), 44-55.
- Barros, L., Cabrita, L., Boas, M.V., Carvalho, A.M. and Ferreira, I.C.F.R., 2011. Chemical, biochemical and electrochemical assays to evaluate phytochemicals and antioxidant activity of wild plants. *Food Chemistry*, 127, 1600-1608.
- Barukcic, I., Filipan, K., Lisak Jakopovic, K., Božanic, R., Blažic, M. and Repajic, M., 2022. The potential of olive leaf extract as a functional ingredient in yoghurt production: The effects on fermentation, rheology, sensory, and antioxidant properties of cow milk yoghurt. *Foods*, 11, 701.
- Başıyigit Kılıç, G., Kuleaşan, H., Eralp, İ. and Karahan, A.G., 2009. Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 1003-1008.
- Baublis, A.J., Lu, C., Clydesdale, F.M. and Decker, E.A., 2002. Potential of wheat-based breakfast cereals as a source of dietary antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 19(3), 308-311.
- Bennacer, A., Sahir-Halouane, F., Aitslimane-Aitkaki, S., Oukali, Z., Oliveira, I.V., Rahmouni, N. and Aissaoui, M., 2022. Structural characterization of phytochemical content, antibacterial, and antifungal activities of *Juglans regia* L. leaves cultivated in Algeria. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 40, 102304.
- Ben-Othman, S., Jôudu, I. and Bhat, R., 2020. Bioactives from agri-food wastes: Present insights and future challenges. *Molecules*, 25, 510, 1-34.
- Benzie, I.F.F. and Strain, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power” The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Bergamini, C.V., Hynes, E.R., Palma, S.B., Sabbag, N.G. and Zalazar, C.A., 2009. Proteolytic activity of three probiotic strains in semi-hard cheese as single and mixed cultures: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus paracasei* and *Bifidobacterium lactis*. *International Dairy Journal*, 19, 467-475.
- Bertin, R.L., Maltez, H.F., Gois, J.S., Borges, D.L.G., Borges, G.S.C., Gonzaga, L.W. and Fett, R., 2016. Mineral composition and bioaccessibility in *Sarcocornia ambigua* using ICP-MS. *Journal of Food Composition and Analysis*, 47, 45-51.
- Beuchad, L.R., Mann, D.A. and Gurtler, J.B., 2007. Comparison of dry sheet media and conventional agar media methods for enumerating yeasts and molds in food. *Journal of Food Protection*, 70(11), 2661-2664.
- Birch, C.S. and Bonwick, G.A., 2018. Ensuring the future of functional foods. *International Journal of Food Science and Technology*, 54(5), 1467-1485.
- Blasi, F., Urbani, E., Simonetti, M.S., Chiesi, C. and Cossignani, L., 2016. Seasonal variations in antioxidant compounds of *Olea europaea* leaves collected from different Italian cultivars. *Journal of applied botany and food quality*, 89, 202-207.
- Bou Abdallah, I., Baatour, O., Mechrgui, K., Herchi, W., Albouchi, A., Chalghoum, A. and Boukhchina, S., 2016. Essential oil composition of walnut tree (*Juglans regia* L.) leaves from Tunisia. *The Journal of essential oil research*, 28, 545-550.
- Boudhrioua, N., Bahloul, N., Ben Slimen, I. and Kechaou, N., 2009. Comparison on the total phenol contents and the color of fresh and infrared dried olive leaves. *Industrial Crops and Products*, 29(2-3), 412-419.

- Brahmi, F., Mechri, B., Dhibi, M. and Hammami, M., 2013. Variations in phenolic compounds and antiradical scavenging activity of *Olea europaea* leaves and fruits extracts collected in two different seasons. *Industrial Crops and Products*, 49, 256-264.
- Carr, R.L., 1965. Evaluating flow properties of solids. *Chemical Engineering*, 72, 163-168.
- Carvalho, M., Ferreira, P.J., Mendes, V.S., Silva, R., Pereira, J.A., Jerónimo, C. and Silva, B.M., 2010. Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia* L. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 441-447.
- Cavalheiro, C.V., Picoloto, R.S., Cichoskia, A.J., Wagner, R., de Menezes, C.R., Zepkaa, L.Q., Da Crocec, D.M. and Barin, J.S., 2015. Olive leaves offer more than phenolic compounds-fatty acids and mineral composition of varieties from Southern Brazil. *Industrial Crops and Products*, 71, 122-127.
- Cemeroğlu B., 2018. Gıda Analizlerinde Genel Yöntemler. 4. Basım. In: Gıda Analizleri (Editör: B. Cemeroğlu). Ankara, Bizim Grup Basımevi, ISBN: 978-605-63419-3-9. s 1-81.
- Chel-Guerrero, L., Peã Rez-Flores, V., Betancur-Ancona, D. and Daã Vila-Ortiz, G., 2002. Functional properties of flours and protein isolates from *Phaseolus lunatus* and *Canavalia ensiformis* seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(3), 584-591.
- Cheng, W.J., Xu, Y.J., Huang, G.M., Rahman, M.M., Xiao, Z.Y. and Wu, Q.S., 2020. Effects of five mycorrhizal fungi on biomass and leaf physiological activities of walnut. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(4), 2021-2031.
- Cho, W.Y., Kim, D.H., Lee, H.J., Yeon, S.J. and Lee, C.H., 2020. Quality characteristic and antioxidant activity of yogurt containing olive leaf hot water extract. *CyTA Journal of Food*, 18(1), 43-50.
- Choi, Y.J., Zaikova, K., Yeom, S.J., Kim, Y.S. and Lee, D.W. 2022., Biogenesis and lipase-mediated mobilization of lipid droplets in plants. *Plants*, 11, 1243.
- Clodoveo, M.L., Crupi, P., Annunziato, A. and Corbo, F., 2022. Innovative extraction technologies for development of functional ingredients based on polyphenols from olive leaves. *Foods*, 11, 103.
- Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H. and Wilkinson, M.G., 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: A review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13(11), 841-866.
- Cosmulescu, B.S. and Trandafir, I., 2012. Anti-oxidant activities and total phenolics contents of leaf extracts from 14 cultivars of walnut (*Juglans regia* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 87(5), 504-508.
- Cosmulescu, S., Trandafir, I. and Nour, V., 2014. Seasonal variation of the main individual phenolics and juglone in walnut (*Juglans regia*) leaves. *Pharmaceutical Biology*, 52(5), 575-580.
- Coşkun, H. and Tunçtürk, Y., 2000. The effect of *Allium* sp. on the extension of lipolysis and proteolysis in Van herby cheese during maturation. *Nahrung*, 44(1), 52-55.
- Çakır, Y., Çakmakçı, S. and Hayaloğlu, A.A., 2022. Proteolysis and lipolysis in Tulum cheeses ripened in plastic barrels and goat skin bags made using *Penicillium roqueforti* 41 strain. *Small Ruminant Research*, 216, 106810.
- Çakmakçı, S. ve Kurt, A., 1993. Salamura tuz oranının ve olgunlaşma süresinin CaCl_2 ve lesitin ilavesiyle üretilen Beyaz salamura peynir kalitesine etkisi. *Gıda*, 18(1), 21-28.

- Çakmakçı, S. ve Salık, M.A., 2021. Türkiye'nin coğrafi işaretli peynirleri. Akademik Gıda, 19(3), 325-342.
- Çakmakçı, S., 2016. Süt Fizik ve Kimyası Ders Notları. Atatürk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum.
- Çakmakçı, S., 2021. Türkiye Peynirleri (19. Bölüm: 739-771). In: Peynir Biliminin Temelleri. (Editörler: A.A. Hayaloğlu ve B. Özer), ISBN: 978-625-439-14-7, Nobel, Atlas Akademik Basım Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti. 812s.
- Çakmakçı, S., Cantürk, A. ve Çakır, Y., 2017. Peynir üretimi için sütü pıhtılaştırıcı enzimlere genel bir bakış ve bazı gelişmeler. Akademik Gıda, 15, 396-408.
- Çakmakçı, S., Gülçin, İ., Gündoğdu, E., Ertem Öztekin, H. and Taslimi, P., 2023. The comparison with commercial antioxidants, effects on colour, and sensory properties of green tea powder in butter. Antioxidants, 12, 1522.
- Çalışkan Koç, G. and Dirim, S.N., 2018. Spray dried spinach juice: Powder properties. Journal of Food Measurement and Characterization, 12, 1654-1668.
- Çelik, Ö.F., Kılıç, Ö., Kurt, S. and Tarakçı, Z., 2022. Determination of the effect of garden cress (*Lepidium sativum* L.) on the ripening parameters of White cheese. KSU Journal Agriculture and Nature 25 (Suppl 1), 222-230.
- Dağdemir, E., 2001. Salamura Beyaz Peynir Üretiminde Farklı Starter Kültür Kullanımının Peynir Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- de Bock, M., Derraik, J.G.B., Brennan, C.M., Biggs, J.B, Morgan, P.E, Hodgkinson, S.C., Hofman, P.L. and Cutfield, W.S., 2013. Olive (*Olea europaea* L.) leaf polyphenols improve insulin sensitivity in middle-aged overweight men: A randomized, Placebo-Controlled, Crossover Trial. Plos One, 8(3), e57622, 1-8.
- de Oliveira, N.M., Lopes, L., Chéu, M.H., Soares, E., Meireles, D. and Machado, J., 2023. Updated mineral composition and potential therapeutic properties of different varieties of olive leaves from *Olea europaea*. Plants, 12, 916.
- Değirmencioğlu, N., Yildiz, E., Guldaz, M. and Gurbuz, O., 2020. Health benefits of kombucha tea enriched with olive leaf and honey. Journal of Obesity and Chronic Diseases, 4(1), 1-5.
- del Olmo, A., Picon, A. and Nunez, M., 2018. Cheese supplementation with five species of edible seaweeds: Effect on microbiota, antioxidant activity, colour, texture and sensory characteristics. International Dairy Journal, 84, 36-45.
- Demirci, M., 2014. Beslenme (7. Baskı). İstanbul: Gıda Teknolojisi Yayın No:44, 384s.
- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K. and Liu, R.H., 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 3010-3014.
- Difonzo, G., Pasqualone, A., Silletti, R., Cosmai, L., Summo, C., Paradiso, V.M. and Caponio, F., 2018. Use of olive leaf extract to reduce lipid oxidation of baked snacks. Food Research International, 108, 48-56.
- Difonzo, G., Squeo, G., Calasso, M., Pasqualone, A. and Caponio, F., 2019. Physico-chemical, microbiological and sensory evaluation of ready-to-use vegetable pâté added with olive leaf extract. Foods, 8(4), 138, 1-12.
- Diniz-Silva, H.T., Brandão, L.R., de Sousa Galvão, M., Madruga, M.S., Maciel, J.F., Leite de Souza, E. and Magnani, M., 2020. Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and

- Escherichia coli* O157:H7 in Minas Frescal cheese made with oregano and rosemary essential oils. Food microbiology, 86, 103348, 1-9.
- Doğru, E., 2019. Zeytin Yaprağı İlavesi ile Ayvalık Çeşidi Zeytin Meyvesinden Üretilen Natürel Zeytinyağının Oksidatif Stabilitésinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Ehsani, A., Hashemi, M., Afshari, A. and Aminzare, M., 2018. Probiotic White cheese production using coculture with *Lactobacillus* species isolated from traditional cheeses. Veterinary World, 11(5), 726-730.
- Eid, M.Z., Mostafa, M.S., Shalabi, O.M.A.K., Ismail, M.M. and El-Metwally, R.I., 2022. Effect of adding *Alpinia officinarum* powder on the properties and shelf life of White soft cheese made from goat's milk. Journal of Food and Dairy Sciences Mansoura University, 13(12), 211-216.
- Ekholm, P., Reinivuo, H., Mattila, P., Pakkala, H., Koponen, J., Happonen, A., Hellström, J. and Ovaskainen, M.L., 2007. Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland. Journal of Food Composition and Analysis, 20(6), 487-495.
- El Hatmi, H., Jrad, Z., Mkadem, W., Chahbani, A., Oussaief, O., Zid, M.B., Nouha, M., Zaidi, S., Khorchani, S., Belguith, K. and Mihoubi, N.B., 2020. Fortification of soft cheese made from ultrafiltered dromedary milk with *Allium roseum* powder: Effects on textural, radical scavenging, phenolic profile and sensory characteristics. LWT-Food Science and Technology, 132, 109885, 1-8.
- El, S.N. and Karakaya, S., 2009. Olive tree (*Olea europaea*) leaves: Potential beneficial effects on human health. Nutrition Reviews, 67(11), 632-638.
- El-Sayed, S.M. and Ibrahim, O., 2021. Physicochemical characteristics of novel UF-Soft cheese containing red radish roots nanopowder. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 33, 101980, 1-8.
- El-Sayed, S.M. and Youssef, A.M., 2019. Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. Heliyon, 5, e01989, 1-7.
- El-Sayed, S.M., 2020. Use of spinach powder as functional ingredient in the manufacture of UF-Soft cheese. Heliyon, 6, e03278, 1-6.
- Eren-Vapur, U., Cinar, A. and Altuntas, S., 2022. Protective culture: Is it a solution to improve the quality of culture-free White cheese? Journal of Food Processing and Preservation, 46, e16432.
- Erkaya, T. and Şengül, M., 2015. Bioactivity of water soluble extracts and some characteristics of White cheese during the ripening period as effected by packaging type and probiotic adjunct cultures. Journal of Dairy Research, 82, 47-55.
- Ertürkmen, P., Akbal, S. and Arısoy, Z., 2022. The physico-chemical and microbial content of White cheese obtained using plant-based, animal and microbial enzymes. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 10(11), 2252-2262.
- Escalada Pla, M.F., Ponce, N.M., Stortz, C.A., Gerschenson, L.N. and Rojas, A.M., 2007. Composition and functional properties of enriched fiber products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret). Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 40, 1176-1185.
- Espeso, J., Isaza, A., Lee, J.Y., Sörensen, P.M., Jurado, P., Avena-Bustillos, R.J., Olaizola, M. and Arbolea, J.C., 2021. Olive leaf waste management. Frontiers in Sustainable Food Systems, 5, 1-13.

- Everard, C., O'callaghan, D., Howard, T., O'donnell, C., Sheehan, E. and Delahunty, C., 2006. Relationships between sensory and rheological measurements of texture in maturing commercial cheddar cheese over a range of moisture and pH at the point of manufacture. *Journal of Texture Studies*, 37, 361-382.
- Ezz El-Din Ibrahim, M., Alqurashi, R.M. and Alfaraj, F.Y., 2022. Antioxidant activity of *Moringa oleifera* and olive *Olea europaea* L. leaf powders and extracts on quality and oxidation stability of chicken burgers. *Antioxidants*, 11, 496.
- Famiglietti, M., Savastano, A., Gaglione, R., Arciello, A., Naviglio, D. and Mariniello, L., 2022. Edible films made of dried olive leaf extract and chitosan: Characterization and applications. *Foods*, 11, 2078.
- FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) 2001. Human Vitamin and Mineral Requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Available Online: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y2809e/y2809e00.pdf> (Erişim Tarihi: 22.07.2023).
- FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) 2013. Food Wastage Footprint Impacts on Natural Resources. Available online: <http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf> (Erişim Tarihi: 11.03.2022).
- FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) 2015. Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Available online: <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf> (Erişim Tarihi: 11.03.2022).
- FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 10.10.2021).
- Ferreira, D.M., de Oliveira, N.M., Chéu, M.H., Meireles, D., Lopes, L., Oliveira, M.B. and Machado, J., 2023. Updated organic composition and potential therapeutic properties of different varieties of olive leaves from *Olea europaea*. *Plants*, 12, 688.
- Ferrentino, G., Asaduzzaman, M. and Scampicchio, M.M. 2018. Current technologies and new insights for the recovery of high valuable compounds from fruits by-products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58 (3), 386-404.
- Filgueira-Garro, I., González-Ferrero, C., Mendiola, D. and Marín-Arroyo, M.R., 2022. Effect of cultivar and drying methods on phenolic compounds and antioxidant capacity in olive (*Olea europaea* L.) leaves. *AIMS Agriculture and Food*, 7(2), 250-264.
- Gharibzadeh, S.M.T. and Jafari, S.M., 2017. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science and Technology*, 62, 119-132.
- Golmakani, M.T., Soleimani-Zad, S., Alavi, N., Nazari, E. and Eskandari, M.H., 2019. Effect of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) powder on probiotic bacteriologically acidified feta-type cheese. *Journal of Applied Phycology*, 31, 1085-1094.
- Gomes, A.A., Braga, S.P., Cruz, A.G., Cadena, R.S., Lollo, P.C.B., Carvalho, C., Amaya-Farfán, J., Faria, J.A.F. and Bolini, H.M.A., 2011. Effect of the inoculation level of *Lactobacillus acidophilus* in probiotic cheese on the physicochemical features and sensory performance compared with commercial cheeses. *Journal of Dairy Science*, 94, 4777-4786.
- Gomes, A.M.P. and Malcata, F.X., 1999. *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus acidophilus*: Biological, biochemical, technological and therapeutical properties relevant for use as probiotics. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 139-157.

- Granato, D., Santos, J.S., Salem, R.D.S., Mortazavian, A. M., Rocha, R.S. and Cruz, A.G. 2018. Effects of herbal extracts on quality traits of yogurts, cheeses, fermented milks, and ice creams: A technological perspective. *Current Opinion in Food Science*, 19, 1-7.
- Guinee, T.P. and Fox, P.F., 2017. Salt in Cheese: Physical, Chemical and Biological Aspects, *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00013-2>, 317-375.
- Gul, K., Singh, A.K. and Jabeen, R., 2016. Nutraceuticals and functional foods: The foods for the future World. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(16), 2617-2627.
- Gupta, U.C. and Gupta, S.C., 2014. Sources and deficiency diseases of mineral nutrients in human health and nutrition: A review. *Pedosphere*, 24(1), 13-38.
- Gür, F., Ağgöl, A.G. ve Gülaboğlu, M., 2020. Su ile hazırlanan zeytin yaprağı özütünün ratlarda streptozotosin kaynaklı oksidatif stres ve lipid peroksidasyonu üzerine etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(4), 2406-2415.
- Gürkan, H., 2019. Bazı Mayaların Beyaz Peynirde Uçucu Aroma Bileşikleri ve Proteoliz Düzeyine Katkısı ile Biyoaktif Peptit Üretme Performanslarının Belirlenmesi. Doktora Tezi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Halıcı Demir, F., 2021. Koyun, İnek ve Keçi Sütlerinden Üretilen Edirne Beyaz Peynirlerinin Depolama Süresince Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik, Tekstürel ve Duyusal Açından Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Halkman, K., 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ankara: Başak Matbaacılık.
- Harrigan, W.F., 1998. *Laboratory Methods in Food Microbiology*. Academic Press, San Diego, USA.
- Hasneen, D.F., Zaki, N.L., Abbas, M.S., Soliman, A.S., Ashoush, I.S. and Fayed, A.E., 2020. Comparative evaluation of some herbs and their suitability for skimmed milk yoghurt and cast Kariesh cheese fortification as functional foods. *Annals of Agricultural Sciences*, 65, 6-12.
- Hausner, H.H., 1967. Friction conditions in a mass of metal powder. *International Journal of Powder Metallurgy*, 3, 7-13.
- Hayaloğlu, A.A., Fox, P.F., Güven, M. and Çakmakçı, S., 2007. Cheeses of Turkey: 1. Varieties ripened in goat-skin bags. *Lait*, 87, 79-95.
- Hayaloğlu, A.A., 2003. Starter Olarak Kullanılan Bazı *Lactococcus* Suşlarının Beyaz Peynirin Özellikleri ve Olgunlaşmaları Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hayaloğlu, A.A., Güven, M. and Fox, P.H., 2002. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish White cheese 'Beyaz Peynir'. *International Dairy Journal*, 12, 635-648.
- Hayaloğlu, A.A., Güven, M., Fox P.H. and McSweeney, P.H.L, 2005. Influence of starters on chemical, biochemical, and sensory changes in Turkish White-brined cheese during ripening. *Journal of Dairy Science*, 88, 3460-3474.
- Hayaloğlu, A.A., Topcu, A. and Koca., N., 2011. Peynir Analizleri (17. Bölüm). Peynir Biliminin Temelleri. Ed: Hayaloğlu, A.A., Özer, B., Sidas Yayıncılık, 489-562 s, İzmir.
- Hayes, M. and Ferruzzi, M.G., 2020. Update on the bioavailability and chemopreventative mechanisms of dietary chlorophyll derivatives. *Nutrition Research*, 81, 19-37.

- Heilman, J., Anyangwe, N., Tran, N., Edwards, J., Beilstein, P. and López, J., 2015. Toxicological evaluation of an olive extract, H35: Subchronic toxicity in the rat. *Food and Chemical Toxicology*, 84, 18-28.
- Hemmat, H., Ashrafi Yorghanlu, A. and Pirouzifard, M., 2022. Effect of alginate gum and walnut leaf extract on mechanical, physical and antimicrobial properties of wheat protein isolate. *Quarterly Scientific Journal of Technical and Vocational University*, 18(4), 175-188.
- Hosseini, S., Jamshidi, L., Mehrzadi, S., Mohammad, K., Najmizadeh, A.R., Alimoradi, H. and Huseini, H.F., 2014. Effects of *Juglans regia* L. leaf extract on hyperglycemia and lipid profiles in type two diabetic patients: A randomized double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Ethnopharmacology*, 152(3), 451-456.
- Hosseinzadeh, H., Zarei, H. and Taghiabadi, E., 2011. Antinociceptive, anti-inflammatory and acute toxicity effects of *Juglans regia* L. leaves in mice. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 13(1), 27-33.
- IDF (International Dairy Federation), 1991. Standard Method 50B: Milk and Milk Products. Routine methods for determination of free fatty acids in milk. IDF, Brussels, Belgium.
- IDF (International Dairy Federation), 1993. Standard Method 20B: Milk. Determination of Nitrogen content. IDF, Brussels, Belgium.
- Işık, E., 2017. Farklı Yöntemlerle Kurutulan Zeytin Yaprağından Üretilen Bitki Çayının Biyoaktif Bileşenleri, Antioksidan Kapasitesi ve Duyusal Beğenisi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Jafari, S.M., Ghanbari, V., Dehnad, D. and Ganje, M., 2017. Neural networks modeling of *Aspergillus flavus* growth in tomato paste containing microencapsulated olive leaf extract. *Journal of Food Safety*, 38,1, 2396, 1-10.
- Jahanban-Esfahlan, A., Ostadrahimi, A., Tabibiazar, M. and Amarowicz, R., 2019. A comparative review on the extraction, antioxidant content and antioxidant potential of different parts of walnut (*Juglans regia* L.) fruit and tree. *Molecules*, 24, 2133, 1-40.
- Jemai, H., El Feki, A. and Sayadi, S., 2009. Antidiabetic and antioxidant effects of hydroxytyrosol and oleuropein from olive leaves in alloxan-diabetic rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(19), 8798-8804.
- Jinapong, N., Suphantharika, M. and Jamnong, P., 2008. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84,194-205.
- Kamel, G., Hammam, A.R.A., Nagm El-diin, M.A.H., Awasti, N. and Abdel-Rahman, A.M., 2023. Nutritional, antioxidant, and antimicrobial assessment of carrot powder and its application as a functional ingredient in probiotic soft cheese. *Journal of Dairy Science*, 106, 1672-1686.
- Kara, S. ve Köse, Ş., 2020. Geleneksel yöntemle üretilen otlu peynirlerin bazı kalite özelliklerinin ve biyoaktivitesinin belirlenmesi. *Gıda*, 45(5), 942-953.
- Karaca, O.B. and Güven, M., 2018. Effects of proteolytic and lipolytic enzyme supplementations on lipolysis and proteolysis characteristics of White Cheeses. *Foods*, 7, 0125.
- Karimi, R., Mortazavian, A.M. and Da Cruz, A.G., 2011. Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: A review. *Dairy Science and Technology*, 91(3), 283-308.

- Kavas, N., Kavas, G., Kınık, Ö., Ateş, M., Şatır, G. and Kaplan, M., 2022. Effect of probiotic and symbiotic microencapsulation supplementation on the physico-chemical characteristics and organic acid content of goat cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46, e16815, 1-12.
- Kazemi, M. and Mokhtarpour, A., 2021. *In vitro* and *in vivo* evaluation of some tree leaves as forage sources in the diet of Baluchi male lambs. *Small Ruminant Research*, 201, 106416, 1-8.
- Kobayashi, T., Nozoye, T. and Nishizawa, N.K., 2019. Iron transport and its regulation in plants. *Free Radical Biology and Medicine*, 133, 11-20.
- Kocaçalışkan, İ., Albayrak, A., İlhan, S. and Terzi, İ., 2018. Varietal differences in antimicrobial activities of walnut (*Juglans regia* L.) leaf extracts. *Gaziosmanpaşa Journal of Scientific Research*, 7(3), 173-180.
- Kolcuoğlu, G. ve Halkman, A.K., 2021. Çeşitli bitkisel ekstraktlar ve kombinasyonlarının köftede antimikrobiyel etkisinin araştırılması. *Gıda*, 46(5), 1092-1104.
- Koyuncu, M. and Tunçtürk, Y., 2020. Evaluation of the quality characteristics of Siirt herby cheese: A traditional Turkish variety. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(2), 1023-1029.
- Köse, Ş. and Ocak, E., 2020. Determination of antioxidant and antimicrobial activity of Herby cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1-12.
- Kranz, P., Braun, N., Schulze, N. and Kunz, B., 2010. Sensory quality of functional beverages: Bitterness perception and bitter masking of olive leaf extract fortified fruit smoothies. *Journal of Food Science*, 75(6), 308-311.
- Kuchroo, C.N. and Fox, P.F., 1982. Soluble nitrogen in cheese: Comparison of extraction procedures. *Milchwissenschaft*, 3, 331-335.
- Kumar, S., Kushwaha, R. and Verma, L.M., 2020. Recovery and utilization of bioactives from food processing waste. *Biotechnological Production of Bioactive Compounds*, 37-68.
- Kumar, S.S., Manoj, P. and Giridhar, P., 2015. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) analysis, chlorophyll content and antioxidant properties of native and defatted foliage of green leafy vegetables. *Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 8131-8139.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A., 2012. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi (10. Basım). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No:252/D, 254 s.
- Li, H.Y., Zhou, D.D., Gan, R.Y., Huang, S.Y., Zhao, C.N., Shang, A., Xu, X.Y. and Li, H.B., 2021. Effects and mechanisms of probiotics, prebiotics, synbiotics, and postbiotics on metabolic diseases targeting gut microbiota: A narrative review. *Nutrients*, 13, 3211, 2-22.
- Lima, K.G.C., Kruger, M.F., Behrens, J., Destro, M.T., Landgraf, M. and Melo Franco, B.D.G., 2009. Evaluation of culture media for enumeration of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium animalis* in the presence of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 491-495.
- Liu, L., Chen, P., Zhao, W., Li, X., Wang, H. and Qu, X., 2017. Effect of microencapsulation with the Maillard reaction products of whey proteins and isomaltooligosaccharide on the survival rate of *Lactobacillus rhamnosus* in White brined cheese. *Food Control*, 79, 44-49.
- Liu, R., Su, C., Xu, Y., Shang, K., Sun, K., Li, C. and Lu, J., 2020. Identifying potential active components of walnut leaf that action diabetes mellitus through integration of UHPLC-

- Q-Orbitrap HRMS and network pharmacology analysis. *Journal of Ethnopharmacology*, 253, 112659, 1-9.
- Mahmoudi, R., Khosrowshahi Asl, A. and Zomorodi, S., 2012a. The influence of probiotic bacteria on the properties of Iranian White cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 65, 1-7.
- Mahmoudi, R., Tajik, H., Ehsani, A., Farshid, A.A., Zare, P. and Hadian, M., 2012b. Effects of *Mentha longifolia* L. essential oil on viability and cellular ultrastructure of *Lactobacillus casei* during ripening of probiotic Feta cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 65, 1-6.
- Mahmoudian, M., Rahemi, M., Karimi, S., Yazdani, N., Tajdini, Z., Sarikhani, S. and Vahdati, K., 2021. Role of kaolin on drought tolerance and nut quality of Persian walnut. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20, 409-416.
- Mahran, M.Z., El-Zahraa Elsherif, F. and Hussein, A.I., 2023. Potential effects of curry (*Murraya koenigii*) and Walnut Leaves (*Juglans regia*) on diabetic rats induced by Alloxan. *Journal of Home Economics*, 33(1), 15-33.
- Malekjani, N. and Jafari, S.M., 2022. Valorization of olive processing by-products via drying technologies: A case study on the recovery of bioactive phenolic compounds from olive leaves, pomace, and wastewater. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, doi: 10.1080/10408398.2022.2068123
- Marhamatizadeh, M.H., Ehsandoost, E., Gholami, P. and Mohaghegh, M.D., 2013. Effect of olive leaf extract on growth and viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* for production of probiotic milk and yoghurt. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(17), 572-578.
- Markhali, F.S., Teixeira, J.A. and Rocha, C.M.R. 2020. Olive tree leaves-a source of valuable active compounds. *Processes*, 8, 1177, 1-18.
- Martín-García, B., De Montijo-Prieto, S., Jiménez-Valera, M., Carrasco-Pancorbo, A., Ruiz-Bravo, A., Verardo, V. and Gómez-Caravaca, A.M., 2022. Comparative extraction of phenolic compounds from olive leaves using a sonotrode and an ultrasonic bath and the evaluation of both antioxidant and antimicrobial activity. *Antioxidants*, 11, 558.
- Martiny, T.R., Raghavan, V., Moraes, C.C., Rosa, G.S.D. and Dotto, G.L., 2020. Bio-based active packaging: Carrageenan film with olive leaf extract for lamb meat preservation. *Foods*, 9(12), 1759, 1-14.
- Matias, S.V., Padilha, M., Bedani, R. and Saad, S.M.I., 2016. *In vitro* gastrointestinal resistance of *Lactobacillus acidophilus* La-5 and *Bifidobacterium animalis* Bb-12 in soy and/or milk-based synbiotic apple ice creams. *International Journal of Food Microbiology*, 234, 83-93.
- Mazinani, S., Fadaei, V. and Khosravi-Darani, K., 2016. Impact of *Spirulina platensis* on physicochemical properties and viability of *Lactobacillus acidophilus* of probiotic UF Feta cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40, 1318-1324.
- Medic, A., Jakopic, J., Hudina, M., Solar, A. and Veberic, R., 2022. Identification and quantification of major phenolic constituents in *Juglans regia* L. leaves: Healthy vs. infected leaves with *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* using HPLC-MS/MS. *Journal of King Saud University-Science*, 34, 101890.
- Mehdizadeh, T., Razavi, M. and Koutamehr, M.E., 2019. The effect of wild leek (*Allium Ampeloprasum*) on growth and survival of *Lactobacillus acidophilus* and sensory properties in Iranian White cheese. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 7(4), 431-444.

- Metry, W.A., Hassaan, H.M.H., Khalifa, E.A.S. and Nasr, N.M., 2022. Functional low-fat soft cheese supplemented with bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) seeds. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(5), 585-596.
- Milek, M., Ciszakowicz, E., Lecka-Szlachta, K., Miłoś, A., Zagula, G., Pasternakiewicz, A. and Dżugan, M., 2022. Mineral composition, antioxidant, anti-urease, and antibiofilm potential of *Juglans regia* leaves and unripe fruits. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food Technology*, XXVI (1), 69-82.
- Mirzaei, H., Pourjafar, H. and Homayouni, A., 2012. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian White brined cheese. *Food Chemistry*, 132, 1966-1970.
- Mkaouer, S., Charfi, B., Tounsi, L., Bahloul, N., Allaf, K. and Kechaou, N., 2022. Instant controlled pressure drop (DIC) effect on compositional analysis of olive leaves (*Olea europaea* L.). *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16, 1494-1501.
- Moghaddam, M.F.Z., Jalali, H., Nafchi, A.M. and Nouri, L., 2020. Evaluating the effects of lactic acid bacteria and olive leaf extract on the quality of gluten-free bread. *Gene Reports*, 21, 100771.
- Mohammadi, A., Jafari, S.M., Esfanjani, A.F. and Akhavan, S., 2016. Application of nano-encapsulated olive leaf extract in controlling the oxidative stability of soybean oil. *Food Chemistry*, 190, 513-519.
- Mollica, A., Zengin, G., Locatelli, M., Stefanucci, A., Macedonio, G., Bellagamba, G., Onaolapo, O., Onaolapo, A., Azeez, F., Ayileka, A. and Novellino, E., 2017. An assessment of the nutraceutical potential of *Juglans regia* L. leaf powder in diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*, 107, 554-564.
- Moneeb, A.H.M., Ali, A.K., Ahmed, M.E. and El-Derwy, M.A., 2022. Characteristics of low-fat White soft cheese made with different ratios of *Bifidobacterium bifidum*. *Assiut Journal of Agriculture Science*, 53(1), 31-44.
- Mousavi, R.S., Nateghi, L., Soltani, M. and Asgarpanah, J., 2023. Innovative UF-White cheese fortified with *Ganoderma lucidum* extract: Antioxidant capacity, proteolysis, microstructure and sensory characteristics. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 17, 1651-1661.
- Nabi, B.G., Mukhtar, K., Ahmed, W., Manzoor, M.F., Nawaz Ranjha, M.M.A., Kieliszek, M., Bhat, Z.F. and Aadil, R.M., 2023. Natural pigments: Anthocyanins, carotenoids, chlorophylls, and betalains as colorants in food products. *Food Bioscience*, 52, 102403.
- Nabrzyski, M., 2006. Chemical and functional properties of food components. In: Sikorski Z.E. (Ed), *Mineral components*, CRC Press, pp 61-92, ISBN 1420009613, 9781420009613.
- Nagpal, R., Behare, P.V., Kumar, M., Mohania, D., Yadav, M., Jain, S., Menon, S., Parkash, O., Marotta, F., Minelli, E., Henry, C.J.K. and Yadav, H., 2012. Milk, milk products, and disease free health: An updated overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(4), 321-333.
- Nasiry, D., Khalatbary, A.R., Ghaemi, A., Ebrahimzadeh, M.A. and Hosseinzadeh, M.H., 2022. Topical administration of *Juglans regia* L. leaf extract accelerates diabetic wound healing. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 22, 255, 1-12.
- Nicoli, F., Negro, C., Vergine, M., Aprile, A., Nutricati, E., Sabella, E., Miceli, A., Luvisi, A. and De Bellis, L., 2019. Evaluation of phytochemical and antioxidant properties of 15 Italian *Olea europaea* L. cultivar leaves. *Molecules*, 24(10), 1998, 1-12.

- Nour, V., Trandafir, I. and Cosmulescu, S., 2013. HPLC determination of phenolic acids, flavonoids and juglone in walnut leaves. *Journal of Chromatographic Science*, 51(9), 883-890.
- Nunes, M.A., Pimentel, F.B., Costa, A.S., Alves, R.C. and Oliveira, M.B., 2016. Olive by-products for functional and food applications: Challenging opportunities to face environmental constraints. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 35, 139-148.
- Ocak, E. ve Köse, 2015. Van otlu peynirinin üretimi ve mineral madde içeriği. *Gıda*, 40(6), 343-348.
- Oğur, S. ve Duruk, M., 2021. Bitlis otlu peynirinin besin kompozisyonunun ve kimyasal bileşiminin standartlara göre değerlendirilmesi. *Food Health*, 7(2), 91-102.
- Okur, Ö.D., 2021. An evaluation of the quality characteristics of kefir fortified with olive (*Olea europaea*) leaf extract. *British Food Journal*, doi: 10.1108/BFJ-07-2021-072.
- Oluk, C.A., 2022. Effect of production variations on the composition, textural and microstructural properties, and volatile compounds of Turkish white cheese during ripening. *LWT-Food Science and Technology*, 173, 114348.
- Ozogul, F., Yazgan, H. and Ozogul, Y., 2022. Lactic Acid Bacteria: *Lactobacillus* spp.: *Lactobacillus acidophilus*. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Third edition), 187-197.
- Öner, Z. and Karahan, A.G., 2006. Changes in the microbiological and chemical characteristics of an artisanal Turkish White cheese during ripening. *LWT-Food Science and Technology*, 39(5), 449-454.
- Özcan, M.M. and Matthäus, B., 2017. A review: Benefit and bioactive properties of olive (*Olea europaea* L.) leaves. *European Food Research and Technology*, 243, 89-99.
- Özcan, Ö., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L., Akpınar-Bayazıt, A. and Delikanlı, B., 2016. The use of prebiotics of plant origin in functional milk products. *Food Science and Technology* 4(2), 15-22.
- Özcan, T. and Kurdal, E., 2012. The effects of using a starter culture, lipase, and protease enzymes on ripening of Mihalic cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 65, 1-9.
- Özer, B., Kirmaci, H.A., Şenel, E., Atamer, M. and Hayaloğlu, A.A., 2009. Improving the viability of *Bifidobacterium bifidum* BB-12 and *Lactobacillus acidophilus* LA-5 in White-brined cheese by microencapsulation. *International Dairy Journal*, 19, 22-29.
- Özsoy, N., 2012. Isıl İşlemin Ezine Peynirinin Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tez Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Palmeri, R., Parafati, L., Trippa, D., Siracusa, L., Arena, E., Restuccia, C. and Fallico, B., 2019. Addition of olive leaf extract (OLE) for producing fortified fresh pasteurized milk with an extended shelf life. *Antioxidants*, 8(8), 255, 1-14.
- Panth, N., Paudel, K.R. and Karki, R., 2016. Phytochemical profile and biological activity of *Juglans regia*. *Journal of Integrative Medicine*, 14(5), 359-373.
- Papachristodoulou, A., Tsoukala, M., Benaki, D., Kostidis, S., Gioti, K., Aligiannis, N., Pratsinis, H., Kletsas, D., Skaltsounis, A., Mikros, E. and Tenta, R., 2016. Oleuropein is a powerful sensitizer of doxorubicin-mediated killing of prostate cancer cells and exerts its action via induction of autophagy. *Journal of Cancer Research and Treatment*, 4(4), 61-68.

- Park, Y.W., 2001. Proteolysis and lipolysis of goat milk cheese. *Journal of Dairy Science*, 84 (E. Suppl.): E84-E92.
- Peker, H. and Arslan, S., 2016. Effect of olive leaf extract on the quality of low fat apricot yogurt. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e13107, 1-10.
- Pennisi, R., Ben Amor, I., Gargouri, B., Attia, H., Zaabi, R., Chira, A.B., Saoudi, M., Piperno, A., Trischitta, P., Tamburello, M.P. and Sciortino, M.T., 2023. Analysis of antioxidant and antiviral effects of olive (*Olea europaea* L.) leaf extracts and pure compound using cancer cell model. *Biomolecules*, 13, 238.
- Pereira, A.P., Ferreira, I.C., Marcelino, F., Valentão, P., Andrade, P.B., Seabra, R., Estevinho, L., Bento, A. and Pereira, J.A., 2007. Phenolic compounds and antimicrobial activity of olive (*Olea europaea* L. Cv. Cobrançosa) leaves. *Molecules*, 12(5), 1153-1162.
- Pereira, J.A., Oliveira, I., Sousa, A., Valentao, P., Andrade, P.B., Ferreira, I.C.F.R., Ferreres, F., Bento, A., Seabra, R. and Estevinho, L., 2007. Walnut (*Juglans regia* L.) leaves: Phenolic compounds, antibacterial activity and antioxidant potential of different cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 2287-2295.
- Pérez-Soto, E., Cenobio-Galindo, A.d.J., Espino-Manzano, S.O., Franco-Fernández, M.J., Ludeña-Urquiza, F.E., Jiménez-Alvarado, R., Zepeda-Velázquez, A.P. and Campos-Montiel, R.G., 2021. The addition of microencapsulated or nanoemulsified bioactive compounds influences the antioxidant and antimicrobial activities of a fresh cheese. *Molecules*, 26, 2170.
- Perrinjaquet-Moccetti, T., Busjahn, A., Schmidlin, C., Schmidt, A., Bradl, B. and Aydogan, C., 2008. Food supplementation with an olive (*Olea europaea* L.) leaf extract reduces blood pressure in borderline hypertensive monozygotic twins. *Phytotherapy Research*, 22(9), 1239-1242.
- Ponnampalam, E.N., Kiani, A., Santhiravel, S., Holman, B.W.B., Lauridsen, C. and Dunshea, F.R., 2022. The importance of dietary antioxidants on oxidative stress, meat and milk production, and their preservative aspects in farm animals: Antioxidant action, animal health, and product quality-invited review. *Animals*, 12, 3279.
- Pourghorban, S., Yadegarian, L., Jalili, M. and Rashidi, L., 2022. Comparative physicochemical, microbiological, antioxidant, and sensory properties of pre-and post-fermented yoghurt enriched with olive leaf and its extract. *Food Science & Nutrition*, 10, 751-762.
- Prasathkumar, M., Anisha, S., Dhriya, C. and Becky, R., 2021. Therapeutic and pharmacological efficacy of selective Indian medicinal plants-a review. *Phytomedicine Plus*, 1(2), 100029.
- Quintaes, K.D. and Diez-Garcia, R.W., 2015. The importance of minerals in the human diet. *Handbook of Mineral Elements in Food*, First Edition. Edited by Miguel de la Guardia and Salvador Garrigues, 21pp.
- Rahmanian, N., Jafari, S.M. and Wani, T.A., 2015. Bioactive profile, dehydration, extraction and application of the bioactive components of olive leaves. *Trends in Food Science and Technology*, 42, 150-172.
- Rao, P. and Rathod, V., 2019. Valorization of food and agricultural waste: A step towards greener future. *The Chemical Record*, 19(9), 1858-1871.
- Rather, M.A., Dar, B.A., Yousuf-Dar, M., Wani, B.A., Shah, W.A., Bhat, B.A., Ganai, B.A., Bhat, K.A., Anand, R. and Qurishi, M.A., 2012. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the leaf essential oil of *Juglans regia* L. and its constituents. *Phytomedicine*, 19(13), 1185-1190.

- Ratnam, D.V., Ankola, D.D., Bhardwaj, V., Sahana, D.K. and Ravi Kumar, M.N.V., 2006. Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. *Journal of Control Release*, 113, 189-207.
- Ritota, M. and Manzi, P., 2020. Natural preservatives from plant in cheese making. *Animals*, 10, 749, 1-16.
- Roberts, I.N., Caputo, C., Criado, M.V. and Funk, C., 2012. Senescence-associated proteases in plants. *Physiologia Plantarum*, 145(1), 130-139.
- Rubel, S.A., Yu, Z.N., Murshed, H.M., Ariful Islam, S.M., Sultana, D., Rahman, S.M.E. and Wang, J., 2021. Addition of olive (*Olea europaea*) leaf extract as a source of natural antioxidant in mutton meatball stored at refrigeration temperature. *Journal of Food Science and Technology*, 58(10), 4002-4010.
- Ruzzolini, J., Peppicelli, S., Andreucci, E., Bianchini, F., Scardigli, A., Romani, A., la Marca, G., Nediani, C. and Calorini, L., 2018. Oleuropein, the main polyphenol of *Olea europaea* leaf extract, has an anti-cancer effect on human BRAF melanoma cells and potentiates the cytotoxicity of current chemotherapies. *Nutrients*, 10(12), 1950, 1-17.
- Sadeghi, E., Basti, A.A., Noori, N., Khanjari, A. and Partovi, R., 2012. Effect of *Cuminum cyminum* L. essential oil and *Lactobacillus acidophilus* (a probiotic) on *Staphylococcus aureus* during the manufacture, ripening and storage of White brined cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 1-7.
- Sağun, E., Tarakçı, Z., Sancak, H. ve Durmaz, H., 2005. Salamura otlı peynirde olgunlaşma süresince mineral madde değişimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(1), 21-25.
- Salah, M.B., Abdelmelek, H. and Abderraba, M., 2012. Study of phenolic composition and biological activities assessment of olive leaves from different varieties grown in Tunisia. *Medicinal Chemistry*, 2(5), 107-111.
- Saleh, E., Morshdy, A.E., El-Manakhly, E., Al-Rashed, S.F., Hetta, H., Jeandet, P., Yahia, R., El-Saber Batiha, G. and Ali, E., 2020. Effects of olive leaf extracts as natural preservative on retailed poultry meat quality. *Foods*, 9(8), 1017, 1-12.
- Salık, M.A. ve Çakmakçı, S., 2021a. Zeytin (*Olea europaea* L.) yaprağının fonksiyonel özellikleri ve gıdalarda kullanım potansiyeli. *Gıda*, 46(6), 1481-1493.
- Salık, M.A. ve Çakmakçı, S., 2021b. Süt ve konjuge yağ asidinin sağlık ve beslenmedeki önemi. 3. Uluslararası Bakü Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 15-16 Ekim, Bakü, Azerbaycan, 736-741.
- Salık, M.A. ve Çakmakçı, S., 2023. Ceviz (*Juglans regia* L.) yaprağı ve yeşil kabuğu: Fonksiyonel özellikleri, sağlığa yararları ve gıdalarda kullanım potansiyeli. *Akademik Gıda*, 21(1), 90-100.
- Salimi, M., Majd, A., Sepahdar, Z., Azadmanesh, K., Irian, S., Ardestaniyan, M.H., Hedayati, M.H. and Rastkari, N., 2012. Cytotoxicity effects of various *Juglans regia* (walnut) leaf extracts in human cancer cell lines. *Pharmaceutical Biology*, 50(11), 1416-1422.
- Salum, P., Govce, G., Kendirci, P., Bas, D. and Erbay, Z., 2018. Composition, proteolysis, lipolysis, volatile compound profile and sensory characteristics of ripened White cheeses manufactured in different geographical regions of Turkey. *International Dairy Journal*, 87, 26-36.
- Santos, A., Barros, L., Calhella, R.C., Duenas, M., Carvalho, A.M., Santos-buelga, C. and Ferreira, I.C.F.R., 2013. Leaves and decoction of *Juglans regia* L.: Different

- performances regarding bioactive compounds and *in vitro* antioxidant and antitumor effects. *Industrial Crops and Products*, 51, 430-436.
- Schober, P., Boer, C. and Schwarte, L.A., 2018. Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768.
- Seth, S., Chakravorty, D., Kumar Dubey, V. and Patra, S., 2014. An insight into plant lipase research-challenges encountered. *Protein Expression and Purification*, 95, 13-21.
- Sevim, D. ve Tuncay, Ö., 2012. Ayvalık ve memecik zeytin çeşitlerinin yaprağı ve meyvelerinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktiviteleri. *Gıda*, 37(4), 219-226.
- Shehata, M.G., Abd El-Aziz, N.M., Darwish, A.G. and El-Sohaimy, S.A., 2022. *Lactocaseibacillus paracasei* KC39 immobilized on prebiotic wheat bran to manufacture functional soft White cheese. *Fermentation*, 8, 496.
- Shin, H.S, Lee, J.H, Pestka, J.J. and Ustunol, Z., 2000. Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* spp. in skim milk containing oligosaccharides and inulin. *Journal Food Science*, 65(5), 884-887.
- Shiravani, M. and Ansari, S., 2020. Yogurt fortification with walnut leaf extract and investigation of its physicochemical and sensory properties. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, 12(4), 1-17.
- Šimat, V., Skroza, D., Tabanelli, G., Cagalj, M., Pasini, F., Gómez-Caravaca, A.M., Fernández-Fernández, C., Sterniša, M., Smole Možina, S., Ozogul, Y. and Generalic Mekinac, I., 2022. Antioxidant and antimicrobial activity of hydroethanolic leaf extracts from six mediterranean olive cultivars. *Antioxidants*, 11, 1656.
- Singla, M. and Talwar, G., 2022. Effect of various packaging techniques on quality characteristics of mozzarella cheese. *Indian Farmer*, 9(11), 523-528.
- Speck, M.L., 1984. *Compendium of Methods For The Microbiological Examination of Foods*. American Public Health Association, Washington.
- Steele, J.L. and Ünlü, G., 1992. Impact of lactic acid bacteria on cheese flavor development: Use of biotechnology to enhance food flavor. *Food Technology*, 46(11), 128-135.
- Stefanou, C.R., Bartodziejska, B., Gajewska, M. and Szosland-Fałtyń, A., 2022. Microbiological quality and safety of traditional raw milk cheeses manufactured on a small scale by polish dairy farms. *Foods*, 11, 3910.
- Subaşı, K., 2021. Coğrafi İşaretli Ezine ve Edirne Beyaz Peynirleri ile Malkara Eski Kaşar Peynirlerinin Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin ve Yağ Asidi Bileşimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Sudjana, A.N., D'Orazio, C., Ryan, V., Rasool, N., Ng, J., Islam, N., Riley, T.V. and Hammer, K.A., 2009. Antimicrobial activity of commercial *Olea europaea* (olive) leaf extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 33(5), 461-463.
- Sulejmani, E., Sahingil, D. and Hayaloglu, A.A., 2020. A comparative study of compositional, antioxidant capacity, ACE-inhibition activity, RP-HPLC peptide profile and volatile compounds of herbal artisanal cheeses. *International Dairy Journal*, 111, 104837, 1-10.
- Suna, G. and Yilmaz Ersan, L., 2022. Utilization of microalgae in probiotic White brined cheese. *Mljekarstvo*, 72(2), 88-104.

- Suna, G., 2020. *Spirulina platensis* ve *Chlorella vulgaris* ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Beyaz Peynir Üretiminin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Susalit, E., Agus, N., Effendi, I., Tjandrawinata, R.R., Nofiarny, D., Perrinjaquet-Moccetti, T. and Verbruggen, M., 2011. Olive (*Olea europaea*) leaf extract effective in patients with stage-1 hypertension: Comparison with captopril. *Phytomedicine*, 18(4), 251-258.
- Tarakçı, Z. and Deveci, F., 2019. The effects of different spices on chemical, biochemical, textural and sensory properties of White cheeses during ripening. *Mljekarstvo*, 69(1), 64-77.
- Tarchoune, I., Sgherri, C., Eddouzi, J., Zinnai, A., Quartacci, M.F. and Zarrouk, M., 2019. Olive leaf addition increases olive oil nutraceutical properties. *Molecules*, 24(3), 545, 1-15.
- Tekin, A. and Hayaloğlu, A.A., 2023. Understanding the mechanism of ripening biochemistry and flavour development in brine ripened cheeses. *International Dairy Journal*, 137, 105508.
- Terpou, A., Bosnea, L., Kanellaki, M., Plessas, S., Bekatorou, A., Bezirtzoglou, E. and Koutinas, A.A., 2018. Growth capacity of a novel potential probiotic *Lactobacillus paracasei* K5 strain incorporated in industrial White brined cheese as an adjunct culture. *Journal of Food Science*, 83(3), 723-731.
- Tutulescu, F., Boruzi, A.I. and Nour, V., 2019. Antibacterial activity of walnut leaves and sweet cherry stems in cooked pork patties. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 10(2), 65-75.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2023). Süt ve Süt Ürünleri Üretim İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=85&locale=tr> (Erişim Tarihi: 07.03.2023)
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2019). Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2019-30685> (Erişim Tarihi: 10.10.2021).
- Türk Gıda Kodeksi 2015. Peynir Tebliği (Tebliğ No: 2015/6), Resmi Gazete Sayı: 29261, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150208-16.htm>
- Türkmen, D. and Güler, Z., 2022. Influence of chymosin type and brine concentration on chemical composition, texture, microstructural and colour properties of Turkish White cheeses. *International Dairy Journal*, 133, 105408.
- Untea, A.E, Varzaru, I., Panaite, T.D., Gavris, T., Lupu, A. and Ropota, M., 2020. The effects of dietary inclusion of bilberry and walnut leaves in laying hens' diets on the antioxidant properties of eggs. *Animals*, 10(2), 191, 1-13.
- Uylaşer, V. and Yıldız, G., 2014. The historical development and nutritional importance of olive and olive oil constituted an important part of the mediterranean diet. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(8), 1092-1101.
- Uymaz, B., Akçelik, N. and Yüksel, Z., 2019. Physicochemical and microbiological characterization of protected designation of origin Ezine cheese: Assessment of non-starterlactic acid bacterial diversity with antimicrobial activity. *Food Science of Animal Resources*, 39(5), 804-819.
- Uysal, S., Zengin, G., Aktumsek, A. and Karatas, S., 2016. Chemical and biological approaches on nine fruit tree leaves collected from the Mediterranean region of Turkey. *Journal of Functional Foods*, 22, 518-532.

- Uzkuç, H. and Karagül Yüceer, Y., 2023. Effects of heat treatment, plant coagulant, and starter culture on sensory characteristics and volatile compounds of goat cheese. *International Dairy Journal*, 140, 105588.
- Üçüncü, M., 2013. *Süt ve Mamülleri Teknolojisi*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 571s.
- Verma, R.S., Padalia, R.C., Chauhan, A. and Thul, S.T., 2013. Phytochemical analysis of the leaf volatile oil of walnut tree (*Juglans regia* L.) from western Himalaya. *Industrial Crops and Products*, 42, 195-201.
- Vieira, V., Pereira, C., Pires, T.C., Calhella, R.C., Alves, M.J., Ferreira, O., Barros, L. and Ferreira, I.C., 2019. Phenolic profile, antioxidant and antibacterial properties of *Juglans regia* L. (walnut) leaves from the Northeast of Portugal. *Industrial Crops and Products*, 134, 347-355.
- Vukić, D., Pavlić, B., Vukić, V. Ilić, M., Kanurić, K., Bjekić, M. and Zeković, Z., 2021. Antioxidative capacity of fresh kombucha cheese fortified with sage herbal dust and its preparations. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 2274-2283.
- Wainstein, J., Ganz, T., Boaz, M., Bar Dayan, Y., Dolev, E., Kerem, Z. and Madar, Z., 2012. Olive leaf extract as a hypoglycemic agent in both human diabetic subjects and in rats. *Journal of Medicinal Food*, 15(7), 605-610.
- Yalçıntaş Gülbaş, S. and Saldamlı, I., 2005. The effect of selenium and zinc fortification on the quality of Turkish White cheese. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(2), 141-146.
- Yapıcı, S. ve Kıvanç, M., 2023. Ceviz yaprak ekstratlarının antioksidan, antimikrobiyel ve antibiyofilm aktivitesi. *Gıda*, 48(2), 405-421.
- Yerlikaya, O. and Karagözlü, C., 2014. Effects of added caper on some physicochemical properties of White cheese. *Mljekarstvo*, 64(1), 34-48.
- Yılmaztekin, M., Özer, B.H. and Atasoy, F., 2004. Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in White-brined cheese. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55(1), 53-60.
- Yiğit, D., Yiğit, N., Aktaş, E. ve Özgen U., 2009. Ceviz (*Juglans regia* L.)'in antimikrobiyal aktivitesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 39(1-2), 7-11.
- Zamberlin, Š., Antunac, N., Havranek, J. and Samaržija, D., 2012. Mineral elements in milk and dairy products. *Mljekarstvo*, 62(2), 111-125.
- Zhang, C., Xin, X., Zhang, J., Zhu, S., Niu, E., Zhou, Z. and Liu, D., 2022. Comparative evaluation of the phytochemical profiles and antioxidant potentials of olive leaves from 32 cultivars grown in China. *Molecules*, 27, 1292.
- Zhang, X.B., Zou, C.L., Duan, Y.X., Wu, F. and Li, G., 2015. Activity guided isolation and modification of juglone from *Juglans regia* as potent cytotoxic agent against lung cancer cell lines. *BMC Complement and Alternative Medicine*, 15, 396, 1-8.
- Zurek, N., Pycia, K., Pawłowska, A., Potocki, L. and Kapusta, I.T., 2023. Chemical profiling, bioactive properties, and anticancer and antimicrobial potential of *Juglans regia* L. leaves. *Molecules*, 28, 1989.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Mehmet Ali SALIK
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Eğitim	
Lise:	Bayburt Lisesi (2012)
Lisans:	Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü (2016)
Yüksek lisans:	Bayburt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Atatürk Üniversitesi Ortak) (2019)
Doktora:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2023)
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	İyi
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Gıda Mühendisleri Odası (2014-2016)	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	
1. Çakmakçı S. ve Salık M.A., 2021. Zeytin (<i>Olea europaea</i> L.) ve Ceviz (<i>Juglans regia</i> L.) Yapraklarının Fonksiyonel Özellikleri ve Kullanım Potansiyelleri. 3. Uluslararası Bakü Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 15-16 Ekim, Bakü, Azerbaycan (Sözlü Sunum-Tam Metin) 2. Salık M.A. ve Çakmakçı S., 2021. Zeytin (<i>Olea europaea</i> L.) yaprağının fonksiyonel özellikleri ve gıdalarda kullanım potansiyeli. Gıda, 46(6), 1481-1493. 3. Salık M.A. ve Çakmakçı S., 2023. Ceviz (<i>Juglans regia</i> L.) yaprağı ve yeşil kabuğu: Fonksiyonel özellikleri, sağlığa yararları ve gıdalarda kullanım potansiyeli. Akademik Gıda, 21(1), 90-100.	