

# Bitkisel ve süt bazlı protein kaynaklarından üretilen analog peynirlerin fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri ile aroma profilleri değerlendirilmesi

## Evaluation of physico-chemical, microbiological and sensory properties with aroma profile of analogue cheeses produced from plant and dairy based protein sources

Büşra Nur ESEN<sup>1</sup> , Onur GÜNEŞER<sup>2\*</sup> , Sinem AKYÜZ<sup>3</sup> 

<sup>1,2,3</sup> Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye.  
busranuresen80@gmail.com, onur.guneser@usak.edu.tr, sinemakyuz35@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 24.10.2018  
Kabul Tarihi/Accepted: 26.08.2019

Düzeltilme Tarihi/Revision: 26.08.2019

doi: 10.5505/pajes.2019.99825  
Araştırma Makalesi/Research Article

### Öz

Bu çalışmanın amacı bitkisel ve süt bazlı protein kaynakları kullanılarak peynir benzeri ürünlerin geliştirilmesidir. Bu amaçla, rennet kazein ve nohut unu kullanılarak üretilen peynirlerin bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik, aroma ve duyuşsal özelliklerinde meydana gelen değişimler 60 gün depolama süresince incelenmiştir. Peynir örneklerinin uçucu bileşenleri gaz kromatografisi-kütle spektrometresi ile saptanmıştır. Peynirlerin duyuşsal özellikleri ise duyuşsal spektrum analizi metodu ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, depolama süresince tüm peynir örneklerine ait L, Hue ve Chroma değerlerinde önemli bir değişim belirlenmezken, depolama süresine bağlı olarak sertlik, kırılgenlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde önemli düzeyde bir düşüşün meydana geldiği gözlenmiştir. Ayrıca, peynirlerin suda çözünür azot, toplam serbest yağ asitliği değerleri, toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya-küf sayılarında ise önemli bir artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Süt bazlı protein kaynağı kullanılarak üretilen peynirlerde heksanal, 2-heptanon, 2-etil heksanol ve oktanoik asit; bitkisel protein bazlı peynirlerde ise asetik asit, p-simen, γ-terpinen, linalool ve timol yüksek konsantrasyonda belirlenen aroma maddeleridir. Süt proteini bazlı peynir benzeri üründe tatlı, tuzlu ve ekşi tatlar ile birlikte kremamsı ve kazein aromalarının yüksek yoğunlukta olduğu belirlenirken bitkisel protein bazlı peynir benzeri üründe ise tuzlu tat ile baharat ve hububat aromalarının yüksek yoğunlukta olduğu tespit edilmiştir. Her iki peynir benzeri ürünün duyuşsal nitelikler açısından kabul edilebilir olduğu saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Rennet kazein, Nohut unu, Analog peynir, Aroma, Duyuşsal analiz.

### Abstract

The objective of this study to develop analogue cheese by using plant and dairy based protein sources. For this purpose, the changes of some physical, chemical, microbiological, aroma and sensory attributes of analog cheeses produced from rennet casein and chickpea flour were investigated during 60-day storage. Volatile compounds of the cheese samples were determined by gas chromatography-mass spectrometry. Sensory properties of the cheeses were also determined by Spectrum<sup>®</sup> analysis. As a result, no significant changes were determined in L, Hue and Chroma values of all cheese samples while a significant decrease was observed in hardness, fracturability, gumminess and chewiness of all cheese samples depending on storage. Furthermore, an increase in water soluble nitrogen and hydrolytic rancidity values, and counts of total mesophilic bacteria and yeast-mold of cheese samples was determined. Hexanal, 2-heptanone, 2-ethyl hexanol and octanoic acid for cheese samples produced from dairy protein source; p-cymene, γ-terpinene, linalool and thymol for cheese samples produced from plant protein source were determined at high concentrations. Sweet, salty, sour, creamy and casein for dairy based cheeses; salty, astringency, spicy and cereals for plant protein based cheeses are the characteristic sensory descriptive terms. Sweet, salty and sour taste with creamy and casein flavor in cheese samples produced from dairy protein source were determined at high intensity while salty taste with spicy and cereals aromas were determined to be at high intensity in cheese samples produced from plant protein source. Both cheese analogues were found to be acceptable in terms of sensory properties.

**Keywords:** Rennet casein, Chickpea flour, Analogue cheese, Aroma, Sensory analysis.

## 1 Giriş

Proses peynirler süt orjinli hammaddelerin (Örn; süt proteini, süt yağı, önceden üretilmiş teleme, peynir) ısıtılarak karıştırılması ile üretilmekte olup [1],[2] olup ülkemizde eritme peyniri olarak bilinmektedirler. Peynir benzeri ürünler (analog/imitasyon peynirler) ise genellikle belirli oranlarda süt yağı olmayan yağların, süt proteinleri veya bitkisel proteinlerin karışımı sonucunda üretilen gıda ürünleri olarak tanımlanmaktadır [1]-[3]. Peynir benzeri ürünler; süt bazlı, kısmi süt bazlı ve süt bazlı olmayan şeklinde kategorize edilebilirler. Bir peynir benzeri ürünün hangi kategoriye dahil olduğu içerdiği protein ve/veya yağ içeriğinin hangi kaynaktan

geldiğine bağlıdır. Bileşiminde özellikle bitkisel protein ve bitkisel yağ kullanılanlar kısmi süt bazlı veya süt bazlı olmayan şeklinde ifade edilmektedir [1],[2]. Amerika Birleşik Devletleri'nde peynir benzeri ürünler çok iyi tanımlanmış olup 1970'lerin başında üretimi başlamıştır. Avrupa Birliği ülkelerinde kısıtlayıcı yasal mevzuatlardan dolayı peynir benzeri ürünlerin tüketimi düşük olmakla beraber kullanımları günden güne artmaktadır. Peynir benzeri ürünlerin yıllık yaklaşık üretimleri ABD'de 300000 ton, Avrupa Birliği ülkelerinde ise 20000 tondur. ABD'de üretilen başlıca analog/imitasyon peynirler veya peynir benzeri ürünler; düşük nem içerikli Mozzarella, Cheddar ve pastörize eritme Cheddar'dır [3].

\*Yazışılan yazar/Corresponding author

Proses peynirler ve peynir benzeri ürünlerin üretilmesinde hem ekonomik hem de endüstriyel olarak bazı avantajlar bulunmaktadır. Sunum fazlası peynirlerin veya üretim miktarı fazla olan yayık altı, peynir altı suyu tozu gibi sütçülük yan ürünlerinin değerlendirilmesi, üretilen ürünlerin aseptik ambalajlamaya uygunluğu, mikrobiyolojik yönden güvenli ürün eldesi, ürünlerin dayanım sürelerinin uzun olması ve farklı aroma, tat ve tekstürel özelliklere sahip ürünlerin tüketicilere sunulması endüstriyel avantajlar olarak gösterilmektedir. Söz konusu peynirlerde ucuz bitkisel protein kaynaklarının kullanılması ile peynirlerin çeşitli fonksiyonel özelliklerinin geliştirilebilmesi ve bileşimleri değiştirilerek özel amaçlı diyetlere uygun hale getirilebilmeleri de söz konusudur [4]. Ekonomik açıdan ise bu peynirlerin üretim maliyetleri düşük ancak kar oranı yüksektir [5],[6]. Peynir benzeri ürünlerin veya bir başka deyişle analog/proses/imitasyon peynirlerin, özellikle dondurulmuş hazır pizza, hamburger, soğuk sandviç, peynir soslari, cips ve makarna soslari gibi ürünlerde oldukça yaygın kullanımı vardır [7]. Bu kapsamda, Amar ve Surrono [8] soya proteini, yağsız süt tozu, palm ve süt yağı kullanarak Gouda benzeri bir peynir ürünün yapılabilceğini göstermişlerdir. Awad ve diğ. [9] olgun Ras peyniri ve taze peynir telemesi ile acı bakla ezmesi kullanarak analog peynir üretimi gerçekleştirmişlerdir. Üretilen analog peynirdeki acı bakla ezmesinin miktarı artıkça eriyebilirlik, yağ ayrılması ve sertliğin arttığı, iç yapışkanlık ve dış yapışkanlık değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir. Analog peynirde acı bakla ezmesinin kabul edilebilir ilave edilme miktarının %25 olduğunu ifade etmişlerdir. El-Sayed [10] yaptığı bir çalışmada, analog peynir üretiminde nohut, yer fıstığı ve susam protein izolatlarının kullanımını araştırmıştır. Çalışma sonucunda, peynir benzeri üründe bitkisel protein ilave edilme miktarının artması ile duysal olarak sadece lezzet kabul edilebilirliğin düştüğü, renk ve tekstür skorlarının etkilenmediğini belirlemiştir. Çalışma açısından ancak her üç protein izolatının % 15 oranına kadar peynir yapımında duysal olarak kabul edilebilir olduğu tespit etmiştir. Yapılan diğeri bir çalışmada [11], ise sürülebilir peynir benzeri ürüne %20 oranında nohutunun katılabileceği belirlenmiştir. Beykont [12] yaptığı bir çalışmada fenilketonüri hastalarının tüketimine uygun nişasta bazlı ve düşük protein içeren iki farklı formülasyona sahip peynir benzeri ürün geliştirmiştir.

Ülkemizde peynir benzeri ürünlerin üretimi yok denecek kadar az olmak ile beraber piyasada olan mevcut ürünler çoğunlukla ithal ürünler olup bu ürünlerin ticari boyutu hakkında yeterli bir bilgi bulunmamaktadır. Bu çerçevede, ülkemizde konu hakkında yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Yapılan bu çalışmada süt bazlı protein kaynakları (SBÜ) ve bitkisel bazlı protein kaynakları (BBÜ) kullanılarak peynir benzeri ürünlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen ürünlerde, +4 °C'de 60 gün depolama süresince bazı fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, duysal özellikleri ve aroma profillerindeki değişimler incelenmiştir.

## 2 Materyal ve metod

### 2.1 Materyal

SBÜ yapımında kullanılan rennet kazein (Mapromix RC) ve eritme tuzu karışımı (Kasomel 3112) Maysa Gıda San ve Tic. AŞ.'den, yağsız süt tozu ve peynir altı suyu tozu Uşak Süt ve Gıda Ürünleri San. Tic. AŞ.'den, tereyağı (en az % 85 süt yağı), krema (en az %35 süt yağı), yemek tuzu (NaCl), sitrik asit yerel marketten temin edilmiştir. BBÜ yapımında kullanılan nohut unu Hatay'da faaliyet gösteren Esmertil Baharat San. ve Tic.

(Hatay) firmasından; kullanılan Agar Gusta pastacılık Gıda San. Tic. Şti (İstanbul, Türkiye)'den, Mercimek unu, kuru fasulye unu, buğday nişastası, ayçiçeği yağı, yemek tuzu (NaCl), kimyon, kişniş, pul biber, kekik ve çörek otu ise Uşak'ta yerel bir marketten temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan kimyasal maddeler analitik ve/veya kromatografik saflıktadır. Söz konusu kimyasal maddeler Merck (Darmstadt, Almanya) ve Sigma Chemical Co. (St. Louis, ABD) firmasında alınmıştır.

### 2.2 Metod

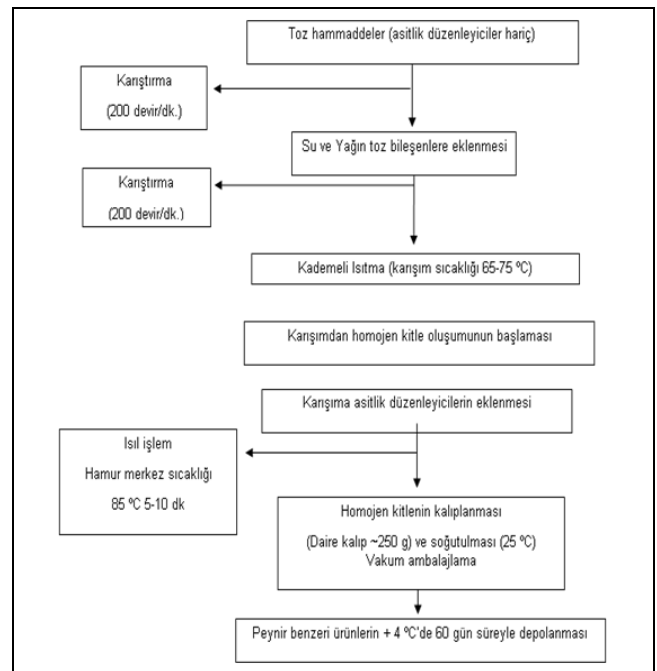
#### 2.2.1 Peynir yapımı

Yapılan ön denemeler sonucunda; BBÜ ve SBÜ formülasyonları belirlenmiştir. Söz konusu ürün formülasyonları Tablo 1'de gösterilmiştir. Belirlenen formülasyonlara göre peynir benzeri ürünlerin üretimleri iki tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).

Tablo 1. BBÜ ve SBÜ'ye ait formülasyonları.

Table 1. Formulations of the VBP and MBP analog cheese samples.

Süt Protein Bazlı Ürün Formülasyonu (SBÜ)		Bitkisel Protein Bazlı Ürün Formülasyonu (BBÜ)	
Bileşen	%	Bileşen	%
Rennet kazein	17.81	Nohut unu	17.42
Yağsız süt tozu	12.95	Mercimek unu	5.22
Peynir altı suyu tozu	3.23	Kuru Fasulye unu	1.74
Tereyağı	12.95	Buğday nişastası	1.74
Krema	4.85	Ayçiçeği yağı	10.45
Eritme tuzu	1.13	Agar	0.17
Yemek tuzu	1.45	Su	60.97
Sitrik asit	0.25	Tuz	1.04
Su	45.3	Kimyon	0.17
		Karabiber	0.17
		Kışniş	0.17
		Pul Biber	0.34
		Kekik	0.17
		Çörekotu	0.17



Şekil 1. Peynir benzeri ürünlere ait üretim akış şeması.

Figure 1. The production steps for the analog cheese samples

Üretilen peynir benzeri ürünler 60 gün boyunca vakumlu ambalaj (Polipropilen-PP) içerisinde +4 °C'de depolanmıştır. Depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde ürünlerde fiziksel, kimyasal ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir.

## 2.2.2 Fiziksel analizler

### 2.2.2.1 Renk analizi

Üretilen peynir benzeri ürünlerde *L*, *Hue* ve *Chroma* renk değerleri Minolta CR-400 (Japonya, Tokyo) renk ölçüm cihazı ile ISO-CIE standart [13]'ün önerdiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.2.2 Doku (tekstür) Profil analizi

Üretilen peynir benzeri ürünlerde doku profil analizi (TPA) Brookfield CT3 4500 tekstür analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır. Peynir benzeri ürün örneklerinin sertlik, çignenebilirlik, elastikiyet (ürüne uygulanan kuvvet kaldırıldığında eski şeklini tamamen alma özelliği), esneme (ürüne uygulanan kuvvet kaldırıldığında tek boyutunun(boy) geri gelme özelliği), iç yapışkanlık (ürünün partiküllerinin birbirine yapışma özelliği), dış yapışkanlık (ürünün partiküllerinin dış yüzeye yapışma özelliği), kırılma (ürünün belli bir kuvvet altında kırılma özelliği) ve sakızimsılık (ürünün ağızda sakız yapısını gösterme özelliği) özelliklerinin belirlenmiştir. Tekstür ölçümleri 20x20x20 mm boyutlarında peynir örneklerinde yapılmıştır. TPA analizi TA11/1000 probu ile gerçekleştirilmiş olup, ölçümler deformasyon miktarı %35; test hızı 1 mm/s; trigger load 0.04 N; load cell 4500 g koşullarında alınmıştır.

## 2.2.3 Kimyasal analizler

### 2.2.3.1 Genel kompozisyon

Üretilen peynir benzeri ürünlerde pH, asitlik, toplam kurumadde (%), kül(%), azot (%) ve yağ (%) miktarları Bradley ve diğ. [14] ve AOAC [15]'e göre yapılmıştır.

### 2.2.3.2 Suda çözünür azot

Ürünlerde suda çözünür azot miktarı Kuchroo ve Fox [16]'ın önerdiği yöntemle göre belirlenmiştir.

### 2.2.3.3 Toplam serbest yağ asitliği

Ürünlerdeki lipoliz derecesini belirlemek için toplam serbest yağ asitliği değeri titrimetrik yöntem ile Renner [17]'e göre yapılmıştır.

## 2.2.4 Mikrobiyolojik analizler

Toplam aerobik mezofilik canlı ve toplam maya-küf sayımı dökme plak yöntemiyle Temiz [18]'e göre yapılmıştır.

## 2.2.5 Uçucu bileşen analizi

Üretilen peynir benzeri ürünlerde uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu katı faz mikroekstraksiyon tekniği (SPME) ile yapılmıştır. Uçucu bileşenler Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) (GC 6890, MS 6890N, Agilent Technologies, Wilmington, DE, ABD) ile belirlenmiştir [19]. Peynir örneklerindeki uçucu bileşenlerin ayrımı için non polar HP-5MS kolon (30 m x 0.250 mm id x 0.25 µm film kalınlığı) (J&W Scientific, Folsom, CA, ABD) ile gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon için 5 g peynir 40 mL SPME vialine (Supelco, Bellafonte, ABD) tartılmıştır. Vial içine 1 g NaCl ve 2-metil valerik asit ve 2- metil-3-heptanon içeren 10 µL iç standart ilave edilmiştir. Daha sonra SPME vial 40 °C'ye ayarlanmış su banyosunda (GFL, Model 1103, Burgwedel, Almanya) 20 dk.

bekletilmiştir. Süre sonunda, SPME aparatı (2 cm-50/30 µm DVB/Carboxen/PDMS stable flex, Supelco, Bellafonte, ABD) vial tepe boşluğuna yerleştirilerek vial 40 °C'lik su banyosunda yine 20 dk. boyunca ekstraksiyon için bekletilmiştir. Süre sonunda SPME fiber bekletilmeden GC-MS'e injeksiyonu yapılmıştır. Analizde kullanılan GC-MS şartlar aşağıdaki şekildedir [20];

*Taşıyıcı gaz akışı:* Helyum, 1.2 mL/dk.

*Fırın programı:* 40 °C'de 5 dk. bekleme, daha sonra 230 °C'ye dakikada 10 °C olacak şekilde artırılmıştır.

Son sıcaklık ve süre: 230 °C'de 20 dk.'dır.

Peynir örneklerindeki uçucu bileşenler; National Institute of Standards and Technology [21] ve Wiley Registry of Mass Spectral Data [22] kütüphaneleri kullanılarak tanımlanmıştır. Uçucu bileşenlerin miktarlarının belirlenmesi Aşvar ve diğ. [23]'na göre yapılmıştır.

## 2.2.6 Duyusal analizler

Üretilen peynir benzeri ürünlerin duyu karakterizasyonu 500 saatlik deneyimi olan 5 kişilik duyu panel (3 bayan, 2 erkek, yaş ortalaması 30-45) tarafından duyu spektrum analizi metodu ile belirlenmiştir. Üretilen peynir benzeri ürünlerin değerlendirilmesinde 15 puanlı skala kullanılmıştır. Örnekler panelistlere 15-20 g olacak şekilde sunulmuştur. Örnekler arası, panelistlerin ağızlarını temizlemesi için tuzsuz ekmek ve su verilmiştir. Panelistlerin ürünler için daha önceden belirledikleri duyu tanımlar eşliğinde her bir panel oturumunda 2 peynir örneği 2 tekerrür ve 2 paralel olacak şekilde sunulmuş ve değerlendirilmiştir [24].

## 2.2.7 İstatistiksel analizler

Peynirlerin incelenen özellikleri üzerine depolama süresinin etkilerinin belirlenmesi için iki yönlü Varyans Analizinden (Two way ANOVA), örnekler arasındaki farklılıkların belirlenmesinden ise Tukey Çoklu Karşılaştırma Testinden yararlanılmıştır [25]. Söz konusu istatistiksel analizlerin yapılmasında Minitab (version 16), SPSS (Version 20) ve MSTAT-C paket programları kullanılmıştır.

# 3 Bulgular ve tartışma

## 3.1 Fiziksel özellikler

Peynir benzeri ürünlerin bazı fiziksel özelliklerine ait değerlerine uygulanan varyans analizi sonucunda, depolama sonucunda her iki peynir benzeri ürününde *L*, *Hue* ve *Chroma* renk değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). SBÜ'de *L*, *Hue* ve *Chroma* değerlerinin ise sırasıyla 73.66-88.32, -76.08-79.56 ve 14.84-17.98 arasında, BBÜ'de ise sırasıyla 51.66-57.57, 82.43-83.26 ve 18.03-19.80 olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). SBÜ'de sertlik, kırılma, sakızimsılık ve çignenebilirlik özelliklerinde depolama süresine bağlı olarak değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre, söz konusu tekstürel özelliklerin 60 gün depolama süresince önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). SBÜ'de incelenen yapışkanlık, elastikiyet, iç yapışkanlık, gibi tekstürel özelliklerde ise önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir ( $P>0.05$ ). BBÜ incelendiğinde ise SBÜ benzer olarak elastikiyet hariç sertlik, yapışkanlık, kırılma, iç yapışkanlık ve çignenebilirlik depolama süresine bağlı olarak değişim gösterdiği ve söz konusu özelliklerin 60. gün depolama süresince önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir ( $P<0.05$ ) (Tablo 2). BB örneklerinin esneme özelliğinin ise depolamanın 30. ve 60. günlerinde önemli bir farklılığın olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ).

Tablo 2. Peynir benzeri ürünlere ait fiziksel özellikler.  
Table 2. Physical properties of the analog cheese samples.

Renk Değerleri	Ortalama ± SH					
	SBÜ			BBÜ		
	Depolama Süresi (Gün)			Depolama Süresi (Gün)		
	1	30	60	1	30	60
L	88.32±0.79	73.66±0.15	73.66±0.15	51.66±0.41	57.44±0.31	57.57±0.01
Hue	-76.08±1.02	-76.68±0.34	-79.56±3.21	82.43±0.84	83.26±0.18	83.06±0.01
Chroma	17.98±0.82	14.93±0.17	14.84±0.08	18.03±0.53	19.80±0.87	19.37±0.01
Tekstürel Özellikler						
Sertlik (N)	34.63±1.03 <sup>A</sup>	27.64±0.01 <sup>B</sup>	17.18±0.01 <sup>B</sup>	16.88±0.53 <sup>a</sup>	13.21±0.59 <sup>b</sup>	12.79±0.13 <sup>b</sup>
Yapışkanlık (g.cm)	3.90±0.20	4.30±0.01	4.0±0.70	9.0±1.30 <sup>a</sup>	7.67±0.02 <sup>a</sup>	2.47±0.27 <sup>b</sup>
Elastikiyet	0.21±0.01	0.31±0.01	0.24±0.05	0.15±0.02	0.13±0.01	0.10±0.01
Kırılgenlik (N)	34.63±1.03 <sup>A</sup>	27.64±0.01 <sup>B</sup>	17.18±0.01 <sup>B</sup>	16.62±0.69 <sup>a</sup>	12.68±0.41 <sup>b</sup>	12.61±0.10 <sup>b</sup>
İç yapışkanlık	0.49±0.01	0.59±0.01	0.52±0.06	0.27±0.01 <sup>a</sup>	0.25±0.01 <sup>a</sup>	0.20±0.01 <sup>b</sup>
Esneme (mm)	4.85±0.06	5.15±0.09	4.91±0.21	4.55±0.20 <sup>ab</sup>	4.90±0.08 <sup>a</sup>	4.065±0.05 <sup>b</sup>
Sakızımsılık (N)	18.11±0.08 <sup>A</sup>	15.22±0.01 <sup>B</sup>	7.94±0.01 <sup>C</sup>	4.76±0.29 <sup>a</sup>	3.37±0.22 <sup>ab</sup>	2.32±0.25 <sup>b</sup>
Çiğnenbilirlik (g.cm)	928.30±22.1 <sup>A</sup>	796.65±0.35 <sup>B</sup>	380.35±0.35 <sup>C</sup>	236.30±11.40 <sup>a</sup>	179.60±10.3 <sup>b</sup>	103.93±2.17 <sup>c</sup>

<sup>A-C</sup>: SBÜ'de aynı satırda aynı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir (P≥0.05).

<sup>a-c</sup>: BBÜ'de aynı satırda aynı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir (P≥0.05).

S.H: Standart hata.

Hennelly ve diğ. [26] inulin jeli ve solüsyonu ile rennet kazein kullanarak ürettikleri Mozzarella tipi imitasyon peynirlerin sertlik değerinin 306.75-408.71 N arasında olduğunu belirlemişlerdir. Dimitrelli ve Thomareis (2007) yaptıkları bir çalışmada farklı oranlarda Gouda peyniri (%42.2-83.9) ve yağsız süt tozu içerecek şekilde üretilen blok tipi proses peynirlerin sertlik değerlerinin 34.58-160.88 N arasında olduğunu belirlemişlerdir. Her iki çalışmada da analog/proses/imitasyon peynirlerde belirlenen sertlik değerleri yapılan bu çalışmada üretilen peynir benzeri ürünlerin sertlik değerlerinden çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan diğer bir çalışmada %25 ve %50 hidrojene bitkisel yağ ilavesi yapılarak üretilen sürülebilir Requeijão cremoso (Brezilya) peynirinin analog çeşitlerinin orijinal peynirden daha yüksek sertlik ve yapışkanlık değerine sahip olduğu belirlenmiştir. %25 ve %50 hidrojene bitkisel yağ ilavesi yapılarak üretilen analog peynirlerin sertlik değerleri sırasıyla 0.86 N ve 0.83 N, yapışkanlık değeri ise sırasıyla 299.33 g.s ve 312.44 g.s olduğu tespit edilmiştir [27]. Solowiej ve diğ. [28] yaptıkları bir çalışmada, asit kazein ve rennet kazein ve bunlarla birlikte peynir altı suyu konsantratu ve izolati kullanılarak ürettikleri analog peynirlerin tekstürel ve reolojik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, peynir formülasyondaki protein konsantrasyonu arttıkça sertlik, iç yapışkanlık ve viskozitenin arttığı eriyebilirlik

özelğinin azaldığı belirlenmiştir. Diğer taraftan rennet kazeinden yapılan peynirlerin asit kazeinden yapılanlara göre daha sert ancak daha az iç yapışkanlığa sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre, %10 rennet kazein ile birlikte %3 peynir altı suyu izolatu içeren analog peynir ve %10 asit kazein ile birlikte %2 peynir altı suyu proteini içeren analog peynirlerin sertlik değerleri sırasıyla 86.91 N ve 14.96 N olduğu tespit edilmiştir.

Literatür bulguları ve yapılan çalışmanın sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, peynir benzeri ürünlerin formülasyonuna giren hammaddelere, üretim tekniğine ve depolamaya bağlı olarak tekstürel ve reolojik özelliklerinin çok fazla çeşitlilik gösterdiği görülmektedir.

### 3.2 Kimyasal özellikler

Depolama süresince SBÜ ve BBÜ'nün bazı kimyasal özelliklerinde görülen değişimler Tablo 3'te verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, depolama süresince SBÜ'de kurumadde, kül, yağ, tuz ve % azot değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı (P>0.05), pH, % asitlik, SÇA ve toplam serbest yağ asitliği değerlerinin önemli düzeyde değiştiği belirlenmiştir. SBÜ'nün kurumadde, kül, yağ tuz ve % azot miktarları sırasıyla %49.57-51.70, 6.24-6.57, 12.00-12.25, 3.25-3.75 ve 3.15-3.57 arasında olduğu tespit edilmiştir. SBÜ ait % asitlik, SÇA ve toplam serbest yağ asitliği değerlerinin ise 60 gün depolama süresince arttığı ancak 30. ve 60. gün depolama günündeki değerleri birbirine benzerdir. Söz konusu ürünün +4 C'de 60 gün depolama süresince SÇA miktarının %25.13'ten %31.36'a yükseldiği, toplam serbest yağ asitliği değerinin ise yaklaşık 2.30 kat arttığı tespit edilmiştir (Tablo 3). Çalışmada SBÜ için elde edilen bulguları genel olarak daha önce yapılmış çalışmalardaki bulgularla benzerdir [7],[27]-[30]-[31]]. Yalman ve diğ. [7] tarafından çiğ süten yapılan kaşar peyniri ve rennet kazeinden üretilen blok tip kaşar peynirlerinde kurumadde, protein, tuz ve kül miktarları sırasıyla %48.75-50.68, %17.98-26.86, %0.87-1.16 ve %3.24-4.15 olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada [30], İrlanda'da yerel markette satılan Cheddar, Mozeralla peyniri ve analog (pizza) peynirlerin genel kompozisyon ve tekstürel özellikleri belirlenmiştir. Araştırmacılar, analog peynirlerin pH, nem, protein, yağ ve kül içeriklerinin sırasıyla ortalama %48.9, %18.4, %25 ve %4.2 olarak tespit etmişlerdir. Dimitrelli ve Thomareis [29] farklı oranlarda Gouda peyniri (%42.2-83.9) ve yağsız süt tozu içerecek şekilde üretilen blok tipi proses peynirlerin pH, nem, protein, yağ ve kül içeriklerini sırasıyla ortalama 6.3, %48.9, %18.4, %25 ve 54.2 olarak tespit etmişlerdir.

BBÜ incelendiğinde, pH değerinin depolama süresince önemli düzeyde azaldığı, % asitlik, SÇA ve toplam serbest yağ asitliği değerlerinin ise önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (P<0.05). BBÜ'de kurumadde, yağ, tuz ve % azot değerlerinde ise önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir (P>0.05).

Depolamanın 1. ve 30. gününde BBÜ'nün % asitlik değerlerinin birbirine benzer olduğu, Ancak 60. gün 0.96 (% laktik asit) ile en yüksek değeri aldığı belirlenmiştir. Benzer durum pH değeri içinde gözlenmiş olup, depolamanın 60. gününde pH'nın 4.70 ile en düşük değeri aldığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, 60 gün depolama süresince BBÜ'nün SÇA miktarının % 24.47'den %27.52 'a yükseldiği, toplam serbest yağ asitliği değerinin ise 1.59 (meq KOH/100 g)'dan 2.18 (meq KOH/100 g) (yaklaşık 1.40 kat) arttığı tespit edilmiştir (Tablo 3). Literatürde nohut, mercimek ve fasulye gibi hububat proteinleri kullanılarak yapılan peynir benzeri ürünlere ait çalışmalar yok denecek kadar azdır. Hububat ürünlerinin peynir yapımında kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde ise Seelet ve diğ. [11] tarafından yapılan bir çalışmada, Mısır'da geleneksel olarak üretilen Ras peyniri ve Cheddar peynirine farklı oranlarda pişmiş nohut ilavesi (%10-30) ile ürettikleri sürülebilir peynir örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikler incelenmiştir. Çalışma sonucunda, üretilen peynir örneklerine nohut ilave oranının artması ile toplam kurumadde, toplam protein ve kül değerlerini arttığını belirlemiştir. Diğer taraftan, peynirlerin 3 aylık depolama süresince % asitlik, % suda çözünür azot ve toplam uçucu yağ asitlerinin miktarlarında önemli bir artış olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde, Lu ve diğ. [32] çiğ süte %0-12 oranında susam protein izolatu katarak ürettikleri taze peynirlerde susam protein izolatu miktarı arttıkça nem miktarının arttığı, yağ miktarının ise azaldığını tespit etmişlerdir.

### 3.3 Mikrobiyolojik özellikler

Depolama süresince SBÜ ve BBÜ'nün toplam mezofilik canlı ve maya-küf sayılarında görülen değişimler Tablo 4'te sunulmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda, hem SBÜ hem de BBÜ'nün toplam mezofilik canlı ve maya-küf sayılarında depolama süresine bağlı olarak önemli değişimlerin olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Tablo 4 incelendiğinde, SBÜ'de her iki peynir örneğinde toplam mezofilik ve maya küf sayılarında önemli artışın meydana geldiği görülmektedir. SBÜ'de toplam aerobik mezofilik canlı sayısının 3.24 log kob/g'dan 4.69 kob/g'a BBÜ' de ise 3.04 kob/g'dan 6.43 kob/g'a yükseldiği belirlenmiştir. Depolama süresince SBÜ'de maya-küf sayısının yaklaşık 5 log artış gösterdiği, BBÜ'de ise bu artışın ortalama 4.42 kob/g olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada mikrobiyolojik analizler sonucunda peynir benzeri ürünlerde elde edilen bulgular, starter kültür kullanılmadan salamurada olgunlaştırılan veya eritme tuzu kullanılarak pıhtısı haşlanan çeşitli peynirlerde elde edilen sonuçlarla benzerdir [33]-[35]. Öner ve diğ. [34] domates püresi ilave edilerek üretilen kaşar peynirlerinin toplam mezofilik aerob bakteri sayısının 4.07-6.35 log kob/g arasında olduğu belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada [36], kaşar peyniri, Kompanisti peyniri, soya yağı ve peynir altı suyu protein konsantratu ile hazırladıkları proses peynirlerde, 2-4 log kob/g düzeyinde toplam mezofilik bakteri, 2-3 log kob/g düzeyinde psikrofil bakteri sayısının olduğunu belirlenmiştir.

Tablo 3. Peynir benzeri ürünlere ait kimyasal özellikler.

Table 3. Chemical properties of the analog cheese samples.

Kimyasal Özellikler	Ortalama ± SH					
	SBÜ			BBÜ		
	Depolama Süresi (Gün)			Depolama Süresi (Gün)		
	1	30	60	1	30	60
pH	6.20±0.01 <sup>A</sup>	6.24±0.01 <sup>B</sup>	6.37±0.01 <sup>C</sup>	6.51±0.01 <sup>A</sup>	6.16±0.01 <sup>AB</sup>	4.70±0.01 <sup>B</sup>
Asitlik (% laktik asit)	0.65±0.01 <sup>B</sup>	0.71±0.01 <sup>A</sup>	0.74±0.01 <sup>A</sup>	0.52±0.06 <sup>B</sup>	0.48±0.01 <sup>B</sup>	0.96±0.01 <sup>A</sup>
Kurumadde (%)	49.57±0.33	50.16±0.79	51.70±0.01	38.02±0.01	36.65±0.36	36.62±1.08
Kül (%)	6.57±0.01	6.30±0.01	6.24±0.19	2.73±0.01 <sup>A</sup>	2.44±0.01 <sup>C</sup>	2.64±0.01 <sup>B</sup>
Yağ (%)	12.00±0.35	12.12±0.17	12.25±0.35	13.15±0.01	13.11±0.01	13.21±0.01
Tuz (% Kurumadde)	3.35±0.01	3.75±0.05	3.25±0.19	5.01±0.01	4.48±0.04	4.47±0.22
% Azot	3.51±0.06	3.15±0.10	3.57±0.04	0.98±0.01	0.99±0.01	1.00±0.01
SÇA (% WSN/TN)	25.13±0.46 <sup>B</sup>	29.58±0.17 <sup>A</sup>	31.36±0.41 <sup>A</sup>	24.47±0.16 <sup>A</sup>	26.11±0.01 <sup>B</sup>	27.52±0.21 <sup>C</sup>
Toplam Serbest Yağ Asitliği (meq KOH/100g)	1.36±0.25 <sup>A</sup>	2.10±0.12 <sup>B</sup>	3.12±0.01 <sup>B</sup>	1.59±0.01 <sup>B</sup>	1.49±0.01 <sup>C</sup>	2.18±0.01 <sup>A</sup>

<sup>A-C</sup>: SBÜ'de aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>a-c</sup>: BBÜ'de aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05). S.H: standart hata.

Tablo 4. Peynir benzeri ürünlere ait mikrobiyolojik özellikler.

Table 4. Microbiological properties of the analog cheese samples.

Mikrobiyolojik Özellikler	Ortalama (log kob/g)± S.H					
	SBÜ			BBÜ		
	Depolama Süresi (Gün)			Depolama Süresi (Gün)		
	1	30	60	1	30	60
Toplam Aerobik Mezofilik Canlı	3.24±0.01 <sup>C</sup>	4.59±0.01 <sup>B</sup>	4.69±0.01 <sup>A</sup>	3.04±0.01 <sup>C</sup>	6.43±0.01 <sup>a</sup>	5.65±0.01 <sup>b</sup>
Toplam maya-küf	<1 <sup>C</sup>	4.74±0.01 <sup>B</sup>	6.05±0.01 <sup>A</sup>	2.05±0.01 <sup>C</sup>	4.43±0.01 <sup>b</sup>	6.47±0.01 <sup>a</sup>

Mikrobiyolojik Özellikler	Ortalama (log kob/g)± S.H					
	SBÜ			BBÜ		
	Depolama Süresi (Gün)			Depolama Süresi (Gün)		
	1	30	60	1	30	60
Toplam Aerobik Mezofilik Canlı	3.24±0.01 <sup>C</sup>	4.59±0.01 <sup>B</sup>	4.69±0.01 <sup>A</sup>	3.04±0.01 <sup>C</sup>	6.43±0.01 <sup>a</sup>	5.65±0.01 <sup>b</sup>
Toplam maya-küf	<1 <sup>C</sup>	4.74±0.01 <sup>B</sup>	6.05±0.01 <sup>A</sup>	2.05±0.01 <sup>C</sup>	4.43±0.01 <sup>b</sup>	6.47±0.01 <sup>a</sup>

<sup>A-C</sup>: SBÜ'de aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05).

<sup>a-c</sup>: BBÜ'de aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0.05). S.H: standart hata.

Yayık altı suyunun analog peynir üretiminde kullanım olanağının araştırıldığı bir çalışmada [37], yayık altı suyu ile üretilmiş analog peynirlerin +6 °C'de 4 hafta depolama süresince toplam bakteri sayılarının 1.84 log kob/g düzeyinde olduğu ve peynirlerde maya-küf gelişiminin gözlenmediği belirlenmiştir. O'Malley ve diğ. [38] farklı laktasyon zamanlarında elde edilen sütlerden üretilen rennet kazein ile üretilmiş Mozzarella benzeri analog peynirlerin 32 hafta süresince depolanmasında toplam bakteri yükünün 7-8 log kob/g düzeyinde olduğunu tespit etmişlerdir.

### 3.4 Uçucu bileşen profili

Peynir benzeri ürünlerde yapılan uçucu bileşen analizleri sonucunda SBÜ'de 20 adet, BBÜ'de ise 27 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. Söz konusu bileşenler, asit, aldehit, keton, terpen ve alkol türevlidir (Tablo 5, 6). SBÜ'de hekzanal, butanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit, 2-heptanon ve 2-etil-hekzanol ve diğer uçucu bileşenlere göre daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. Depolama süresince özellikle butanoik asidin miktarının düzenli bir şekilde arttığı, 2-heptanon, hekzanoik asit, hekzanal, 1-okten-3-ol miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Diğer uçucu bileşenlerin miktarında ise önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresince SBÜ'de butanoik asit, hekzanoik asit ve oktanoik asit miktarları sırasıyla 0-45.62 µg/kg, 1.15-28.40 µg/kg ve 86.89-117.02 µg/kg arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Aldehitler, ketonlar, asitler, esterler, alkoller ve laktonlar peynirin aromasına katkıda bulunan yaygın uçucu bileşenler olarak belirtilmektedir. Söz konusu uçucu bileşenler, süt ve süt ürünlerinde işleme ve depolama süresince enzimatik ve mikrobiyal reaksiyonları veya ısıl işlem sonucu meydana gelmektedir. Örneğin; butanoik asit, hekzanoik asit, oktanoik asit gibi asit karakterdeki uçucu bileşenler süt ve süt ürünlerinde bulunan mikrobiyal floranın lipolitik aktivitesi sonucu ortaya çıkmaktadırlar. Benzer şekilde, keton grubu uçucu bileşenler yağ metabolizmasıyla oluşmaktadır [39]. Yapılan bu çalışmada, SBÜ'de belirlenen uçucu bileşenler birçok süt ve süt ürünü için

karakteristik özellikteki aromatik bileşiklerdir. Nitekim SBÜ'de yüksek miktarda bulunan hekzanoik asit, oktanoik asit, hekzanal, heptanon ve nonanon olgunlaştırılmış veya taze olarak tüketilen birçok peynirde başlıca uçucu bileşenler olarak belirlenmiştir [20],[40],[41]. Yalman ve diğ. [7] yaptıkları bir çalışmada rennet kazeinden üretilmiş kaşar peyniri benzeri analog peynirin aroma aktif bileşenlerinin 2-/3-metil butirik asit, 2-asetil-2-tiyazolin, maltol, δ-dekalakton ve γ-dodekalakton olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda SBÜ'de elde ettiğimiz uçucu bileşen profiline benzer olarak, Danimarka'da satılan proses peynirlerin uçucu bileşen profilinde 2-butanon, 2-pentanon, 3-hidroksi-2-butanon, hekzanal, 2-heptanon, 2-nonanon, 2-undekanon ve benzaldehit'in yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu belirlenmiştir [42].

BBÜ'de özellikle terpen karakterdeki uçucu bileşenlerin varlığı tespit edilmiştir. Buna göre, β-pinen, α-fellandren, p-simen, γ-terpinen linalool, kuminaldehit ve timol'un diğer uçucu bileşenlere göre yüksek miktarlarda olduğu tespit edilmiştir. BBÜ'de belirlenen p-simen, γ-terpinen, linalool ve kuminaldehit konsantrasyonlarının sırasıyla 309.04-418.88 µg/kg, 346.15-603.05 µg/kg, 152.96-197.67 µg/kg ve 210.75-292.79 µg/kg arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, birçok terpenik karakterdeki uçucu bileşenin miktarının depolama süresince artış göstermiştir. BBÜ belirlen terpen karakterdeki uçucu bileşenlerin ürüne katılan baharatlardan geldiği açıkça görülmektedir. BBÜ yüksek miktarda belirlenen terpenik karakterdeki uçucu bileşenlerin birçoğu ürüne ilave edilen kimyon, karabiber, kişniş, kekik, pul biber ve çörek otunda belirlenmiştir. Nitekim timol, α-terpineol ve linalool özellikle kekik bitkisinin başlıca uçucu bileşenleri iken γ-terpinen ve kuminaldehit kimyon tohumlarında yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Ayrıca çörek otunda α-thujen, p-simen ve timokinon başlıca uçucu bileşenleri olarak belirtilmektedir (Tablo 5 ve 6)[43]-[47].

Tablo 5. SBÜ'ye ait uçucu bileşen profili.

Table 5. Volatile profile of the MBP.

No	Uçucu Bileşen	Aroma Algısı	SBÜ Ortalama (µg/kg) ± SH		
			Depolama Süresi (Gün)		
			0	30	60
1	2-pentanon	Meyvemsi, tatlı	N.D	N.D	19.96±0.01
2	hekzanal	Çimen	27.35± 14.74	8.28±1.76	13.73±0.01
3	butanoik asit	Peynirimsi, keskin	N.D	1.21±1.71	45.62±2.69
4	furfuril alkol	Karamel, tatlı	11.62±6.77	3.04±0.67	6.53±1.97
5	2-heptanon	Bitkisel, yağimsı	42.67±21.83	23.80±9.16	22.34±0.01
6	benzaldehit	Acı badem	1.10±0.20	0.52±0.22	0.56±0.79
7	1-okten-3-ol	Mantar	4.56±1.55	2.87±0.01	1.77±2.50
8	hekzanoik asit	Eksi, peynirimsi	28.40±4.04	0.65±0.39	1.15±0.01
9	o-simen	Terpenik	9.40±4.22	4.22±0.52	6.69±1.16
10	2-etil hekzanol	Sitrus, bitkisel	31.73±0.01	17.85±0.01	21.68±3.25
11	hekzil propiyonat	Olgunlaşmış meyve	N.D	2.63±0.19	3.41±0.09
12	2-nonanon	Meyvemsi, sabun	13.52±5.73	6.59±0.18	9.50±0.01
13	linalool	Sitrus, çiçek	2.88±0.67	2.10±0.25	4.47±2.54
14	nonanal	Vaks, yağimsı	7.68±3.32	3.93±0.10	8.30±3.34
15	oktanoik asit	Ransit yağ	117.02±0.01	86.89±7.76	100.99±17.06
16	etil oktanoat	Çiçek, bitkisel	2.60±1.14	2.07±0.08	2.75±0.61
17	dekanal	Sitrus, vaks	2.96±0.84	2.09±0.18	2.48±0.56
18	metil nonanoat	Tropikal meyve	7.28±0.01	2.83±0.09	4.56±0.91
19	hekzil kaproat	Bitkisel, çimen	N.D	1.84±0.44	2.41±0.17
20	undekanon	Kremamsı, zambak	6.14±4.50	2.54±0.02	7.89±6.95

N.D: Tespit edilmedi, S.H: standart hata.

Tablo 6. BBÜ'ye ait uçucu bileşen profili.

Table 6. Volatile profile of the VBP.

No	Uçucu Bileşen	Aroma Algısı	BBÜ Ortalama ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) $\pm$ SH		
			Depolama Süresi (Gün)		
			0	30	60
1	asetik asit	Keskin, sirke	N.D	286.27 $\pm$ 16.18	249.19 $\pm$ 9.90
2	1-pentanol	Balsamik, tatlı	12.61 $\pm$ 2.07	15.76 $\pm$ 2.42	17.46 $\pm$ 0.02
3	hekzanal	Çimen	20.2 $\pm$ 1.15	5.54 $\pm$ 7.83	14.87 $\pm$ 21.03
4	$\alpha$ -pinen	Odunumsu	22.20 $\pm$ 1.62	28.27 $\pm$ 6.59	47.42 $\pm$ 15.20
5	benzaldehit	Acı badem	0.21 $\pm$ 0.30	N.D	N.D
6	$\beta$ -pinen	Saman	74.89	356.53 $\pm$ 103.15	491.67 $\pm$ 130.30
7	$\alpha$ -fellandren	Bitkisel, terpenik	88.79 $\pm$ 11.60	108.20 $\pm$ 40.82	273.56 $\pm$ 69.23
8	4-karen	Terpenik	31.84 $\pm$ 2.20	35.06 $\pm$ 8.63	79.28 $\pm$ 15.14
9	$p$ -simen	Sitrus, baharat	309.04 $\pm$ 137.45	381.10 $\pm$ 9.17	418.88 $\pm$ 114.31
10	$\gamma$ -terpinen	Bitkisel, terpenik	346.15 $\pm$ 48.51	419.55 $\pm$ 87.54	603.05 $\pm$ 163.85
11	1-sabinen hidrat	Okaliptüs, nane	11.55 $\pm$ 0.26	15.48 $\pm$ 6.06	11.83 $\pm$ 0.09
12	3,5 oktadien-2-on	Yağimsı, meyvemsi	10.05 $\pm$ 2.48	3.71 $\pm$ 5.25	9.68 $\pm$ 2.77
13	linalool	Sitrus, çiçek	173.85 $\pm$ 20.68	152.96 $\pm$ 5.32	197.67 $\pm$ 16.90
14	fenil etil alkol	Gül	3.45 $\pm$ 0.01	6.01 $\pm$ 0.82	11.53 $\pm$ 0.10
15	D-kamfor	Fenolik, odunumsu	7.86 $\pm$ 0.65	7.54 $\pm$ 0.36	9.92 $\pm$ 0.13
16	Borneol	Balsamik, bitkisel	11.70 $\pm$ 3.06	8.74 $\pm$ 0.32	19.26 $\pm$ 0.05
17	4-terpineol	Terpenik, baharat	5.74 $\pm$ 0.33	6.17 $\pm$ 0.58	9.88 $\pm$ 0.92
18	terpineol	Lime, bitkisel	3.07 $\pm$ 0.23	7.56 $\pm$ 6.79	2.99 $\pm$ 1.92
19	kuminaldehit	Baharat, bitkisel	210.75 $\pm$ 26.16	229.22 $\pm$ 11.46	292.79 $\pm$ 5.83
20	2-karen-10-al	Terpenik	20.79 $\pm$ 1.33	23.69 $\pm$ 0.39	35.09 $\pm$ 0.75
21	$\alpha$ -propil benzil alkol	Çiçek, bitkisel	32.28 $\pm$ 2.60	35.84 $\pm$ 3.84	45.46 $\pm$ 1.44
22	timol	Fenolik, ilaç	64.63 $\pm$ 19.15	60.59 $\pm$ 8.49	80.77 $\pm$ 1.59
23	2,4 dekadienal	Yanmış yağ	2.87 $\pm$ 0.01	3.07 $\pm$ 0.37	5.77 $\pm$ 0.28
24	karyopfilen	Karanfil, odunumsu	4.70 $\pm$ 0.34	4.80 $\pm$ 1.02	5.95 $\pm$ 0.96
25	$\alpha$ -bergamot	Portakal kabuğu	2.31 $\pm$ 0.17	1.78 $\pm$ 0.09	2.25 $\pm$ 0.06
26	farnasen	Çiçek, bitkisel	2.23 $\pm$ 0.89	1.80 $\pm$ 0.03	2.21 $\pm$ 0.04
27	$\beta$ -bisabolen	Balsamik, odun	3.26 $\pm$ 1.05	2.96 $\pm$ 0.07	3.75 $\pm$ 0.05

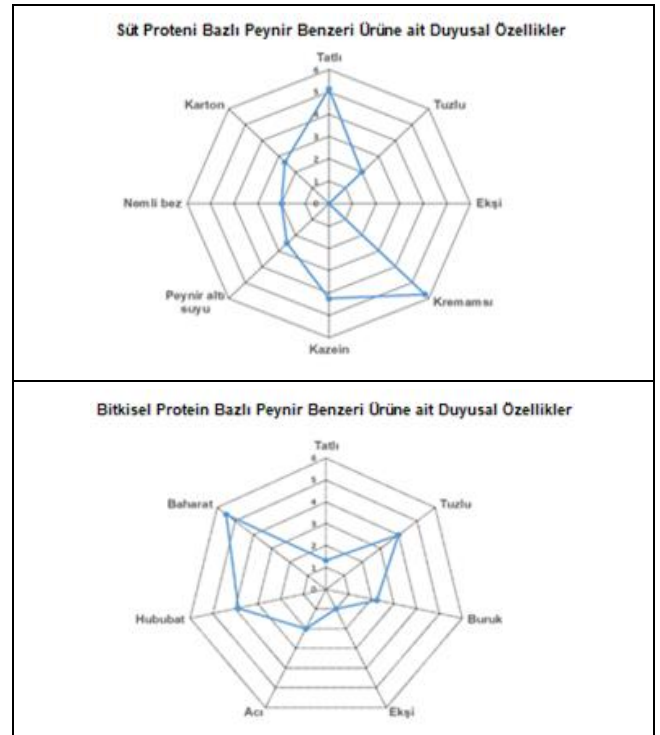
N.D: Tespit edilmedi. S.H: standart hata.

### 3.5 Duyusal özellikler

Üretilen peynir benzeri ürünlerde gerçekleştirilen tanımlayıcı duysal analizde, SBÜ ürününde tatlı, tuzlu, ekşi, kremamsı, kazein, peynir altı suyu, nemli bez ve karton terimleri belirlenirken, BBÜ'de tatlı, tuzlu, buruk, ekşi, acı, hububat ve baharat terimleri belirlenmiştir. SBÜ ve BBÜ'de bulunan aroma ve tat terimlerine ait örümcek ağı modelleri Şekil 2'te gösterilmiştir. Şekil 2 incelendiğinde, SBÜ'de tatlı tat ile kremamsı ve kazein aromalarının yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, nemli bez, karton ve peynir altı suyu aromalarının yoğunluklarında benzer olduğu tespit edilmiştir. Panelistler BBÜ'de ise tuzlu tat ile hububat ve baharat aromalarının yüksek yoğunlukta olduğunu belirlemişlerdir. Diğer taraftan, üründe acı tat ile buruk özelliğinin aynı yoğunlukta algılandığını tespit etmişlerdir (Şekil 2).

## 4 Sonuç

Çalışma sonucunda; depolama süresince üretilen süt ve bitkisel protein bazlı peynir benzeri ürünlerin L, Hue ve Chroma renk değerlerinde önemli bir değişimin olmadığı belirlenmiştir. Depolama süresine bağlı olarak söz konusu peynirlerde sertlik, kırılabilirlik, sakızimsılık ve çignenebilirlik değerlerinde önemli düzeyde bir düşüşün meydana geldiği tespit edilmiştir. Peynir benzeri ürünlerde SÇA ve toplam serbest yağ asitliği değerleri ile birlikte toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya-küf sayılarında önemli bir artışın meydana geldiği belirlenmiştir



Şekil 2. SBÜ ve BBÜ'e ait duysal özellikler.

Figure 2. Sensory Properties of the MBP and VBP samples.

SBÜ ve BBÜ ürününde sırasıyla toplam 20 ve 27 adet uçucu bileşen belirlenmiştir. SBÜ üründe özellikle asit ve aldehit karakterleri uçucu bileşenlerin konsantrasyonları yüksek olduğu tespit edilirken, BBÜ ise içerisine katılan baharatlardan kaynaklı terpen karakterdeki uçucu bileşenlerin konsantrasyonları yüksek bulunmuştur.

Yapılan duyu analizler sonucunda; SBÜ için tatlı, tuzlu ve ekşi tat özellikleri ile birlikte kremamsı ve kazein aromalarını yoğun olarak içerdiği; BBÜ ise tuzlu tat özellikleri ile baharat ve hububat aromalarını yoğun olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, BBÜ'de kimyasal his faktörü olan burukluğunda algılandığı tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda nohut unu, mercimek ve fasulye unundan yapılacak bitkisel protein bazlı peynir benzeri ürünlerin vegan beslenme tarzını benimseyen bireyler için ideal olduğu düşünülmektedir. Peynir üreticilerinin ülkemizde bu tür ürünleri üretilmesi için AR&GE çalışmalarını arttırması büyük önem arz etmektedir. Böylece özellikle Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'ne bu tür ürünleri ihraç ederek önemli ekonomik kazançlar sağlayabilirler. Bu tür peynir benzeri ürünlerin üretilmesi gastronomi açısından tüketicilere yeni tatların sunulmasına olanak sağlayacaktır.

## 5 Conclusion

As a result of this study, it was determined that the *L*, *Hue* and *Chroma* values of analog cheeses produced by dairy and plant protein sources during the storage did not change significantly. Depending on the storage period, it was determined a significant decrease in the hardness, fracturability, gumminess, and chewiness of the analog cheese samples. It was determined that a significant increase occurred in the numbers of total mesophilic aerobic bacteria and yeast-mold together with the WSN and total free fatty acid values in the analog cheese samples.

A total of 20 and 27 volatile compounds were determined in the MBP and VBP samples, respectively. Especially, acids and aldehydes characteristics volatiles were determined MBP cheese analog at high concentrations while terpene characteristics volatiles originated from spices added to VBP cheese analog were found to be high.

As a result of the sensory analysis; it was determined that MBP has sweet, salty, and sour taste as well as cream and casein aromas at high intensity while salty taste with spicy and cereal aromas was found in VBP at high intensity. On the other hand, astringency as a chemical feeling factor was determined in VBP. As a result of the study, it is thought that plant protein-based cheese analogs produced from chickpea flour, lentil, and bean flour are ideal for individuals following a plant-based diet. It is of great importance for cheese producers to increase their R & D studies to produce such products in our country. Thus, they can gain significant economic income by exporting such products especially to Europe and the United States. The production of this kind of cheese analogs will allow to present novel tastes for the consumers in terms of gastronomy.

## 6 Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından "2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı" kapsamında desteklenmiştir. Çalışmada nohut ununun Hatay'dan temin edilmesinin sağlayan Doç. Dr. Yaser AÇIKBAŞ'a ve duyu analiz değerlendirmelere katılan panel üyelerine teşekkür ederiz.

## 7 Kaynaklar

- [1] Bachmann HP. "Cheese analogues: a review". *International Dairy Journal*, 11, 505-515, 2001.
- [2] O'Riordan, ED, Duggan E, O'Sullivan M, Noronha N. *Production of Analogue Cheeses*. Editor: Tamime AY. Processed Cheese and Analogues, 1-24, Oxford, UK, Wiley-Blackwell, 2011.
- [3] Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PL. *Fundamentals of Cheese*. New York, USA, Springer Science & Business Media, 2017.
- [4] Cumhuriyet Ö. Peynir Benzeri Bir Üründe Farklı Protein Kaynaklarının Yapısal Özelliklere Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2008.
- [5] Koca N, Metin M. "Textural, melting and sensory properties of low-fat fresh kashar cheeses produced by using fat replacers". *International Dairy Journal*, 14, 365-373, 2004.
- [6] Üçüncü M. *A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi*, Cilt II. İzmir, Türkiye, Meta Basım, 2004.
- [7] Yalman M, Güneşer O, Karagül-Yüceer Y. "Evaluation of some physical, chemical and sensory properties of Kasar cheese and its processed and analogue types". *Journal of Agricultural Sciences*, 23(1), 63-75, 2017.
- [8] Amar A, Surono IS. "Physico-chemical, and sensory properties of soy based gouda cheese analog made from different concentration of fat, sodium citrate and various cheese starter cultures". *Makara Journal of Technology*, 16(2), 149-156, 2012.
- [9] Awad RA, Salama WM, Farahat AM. "Effect of lupine as cheese base substitution on technological and nutritional properties of processed cheese analogue". *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 13(1), 55-64, 2014.
- [10] El-Sayed MM. "Use of plant protein isolates in processed cheese". *Food/Nahrung*, 41(2), 91-95, 1997.
- [11] Seleet, FL, Kassem JM, Hala M, Bayomim HM, Abd-Rabou NS, Ahmed NS. "Production of functional spreadable processed cheese analogue supplemented with chickpea". *International Journal of Dairy Science*, 9, 1-14, 2014.
- [12] Beykont E. Peynir Benzeri Bir Üründe Depolama Süresinde Meydana Gelen Değişimler. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [13] International Commission on Illumination of the International Organization for Standardization (ISO). "CIE Standard Colorimetry, part 4: CIE 1976 L\*a\*b\* colour space 11664-4". [https://infostore.saiglobal.com/preview/98699364393.pdf?sku=875330\\_saig\\_nsai\\_nsai\\_20808292008](https://infostore.saiglobal.com/preview/98699364393.pdf?sku=875330_saig_nsai_nsai_20808292008). (10.10.2018.)
- [14] Bradley JR, Arnold JE, Barbano DM, Semerad RG, Smith DE, Vines BK. *Chemical and Physical Methods*. Editor: Marshal RT. Standard Methods for the Examination of Dairy Products, Washington DC, USA, American Public Health Association, 1992.
- [15] Horwitz W. *Official Methods of Analysis of AOAC*. 17<sup>th</sup> ed. Gaithersburg, USA, AOAC International, 2000.
- [16] Kuchroo CN, Fox, PF. "Soluble nitrogen in Cheddar cheese: Comparison of extraction procedures". *Milchwissenschaft*, 37, 331-335, 1982.
- [17] Renner E. *Milchpraktikum Skriptum zu den Übungen*. Giesen, Germany, Jestus Liebing Universität, 1993.



- [18] Temiz A. *Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri* 1. Baskı, Ankara, Türkiye, Hatiboğlu Yayınevi, 2000.
- [19] Pawliszyn J. *Theory of Solid Phase Microextraction*. Editor: Pawliszyn J, Handbook of Solid Phase Microextraction, 13-59. Waltham, MA, USA. Elsevier Inc, 2012.
- [20] Uzkuç H, Güneşer O, Karagül Yüceer Y. "Effects of lipase enzyme and adjunct culture on goat cheese ripening". *GIDA*, 43(2), 250-263, 2018.
- [21] NIST. NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (NIST 08). National Institute of Standards and Technology Standard Reference Data Program, Gaithersburg, MD 20899, 2008.
- [22] McLafferty FW. *Wiley Registry of Mass Spectral Data*. 7<sup>th</sup> ed. GC-MS library Reference Data Program, Wiley-Blackwell, 2005.
- [23] Avsar YK, Karagül-Yuceer Y, Drake MA, Singh TK, Yoon Y, Cadwallader KR. "Characterization of nutty flavor in Cheddar cheese". *Journal of Dairy Science*, 87(7), 1999-2010, 2004.
- [24] Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. *Descriptive Analysis Techniques*. Editors: Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. Sensory Evaluation Techniques, 3<sup>rd</sup> ed. 161-170. Boca Raton, FL, CRC Press, Inc., 1999.
- [25] Sheskin DJ. *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*, 3<sup>rd</sup> ed. New York, USA, Chapman and Hall/CRC Press, 2004.
- [26] Hennelly PJ, Dunne PG, O'Sullivan M, O'Riordan ED. "Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin". *Journal of Food Engineering*, 75(3), 388-395, 2006.
- [27] Cunha RC, Dias AI, Viotto W. "Microstructure, texture, colour and sensory evaluation of a spreadable processed cheese analogue made with vegetable fat". *Food Research International*, 43(3), 723-729, 2010.
- [28] Solowiej B, Cheung IWY, Li-Chan ECY. "Texture, rheology and meltability of processed cheese analogues prepared using rennet or acid casein with or without added whey proteins". *International Dairy Journal*, 37(2), 87-94, 2014.
- [29] Dimitrelli G, Thomaries AS. "Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to its apparent viscosity". *Journal of Food Engineering*, 79, 1364-1373, 2007.
- [30] Guniee T, Harrington D, Corcora MO, Mulholland EO, Mullins C. "The compositional and functional properties of commercial mozzarella, cheddar and analogue pizza cheeses". *International Journal of Dairy Technology*, 53(2), 51-56, 2000.
- [31] O'Sullivan MM, Mulvihill DM. "Influence of some physico-chemical characteristics of commercial rennet caseins on the performance of the casein in Mozzarella cheese analogue manufacture". *International Dairy Journal*, 11, 153-163, 2001.
- [32] Lu X, Schmitt D, Chen S. "Effect of sesame protein isolate in partial replacement of milk protein on the rheological, textural and microstructural characteristics of fresh cheese". *International Journal of Food Science & Technology*, 45, 1368-1377, 2010.
- [33] Karabey B, Eroglu D, Vural C, Ozdemir G, Yerlikaya O, Kinik Ö. "Determination of the microbial flora in traditional Izmir Tulum cheeses by denaturing gradient gel electrophoresis". *Journal of Food Science and Technology*, 55(3), 956-963, 2018.
- [34] Öner Z, Demir E, Şanlı Aloğlu H. "Chemical and microbiological properties of kashar cheese with tomato puree". *Academik Gıda*, 10(2), 19-25, 2012.
- [35] Ozer B H, Atasoy AF, Akin MS. "Some properties of Urfa cheese (a traditional white-brined Turkish cheese) made from bovine's and ovine's milk". *International Journal of Dairy Technology*, 55(2), 94-99, 2002.
- [36] Kaminarides S, Stachtiaris S. "Production of processed cheese using kasseri cheese and processed cheese analogues incorporating whey protein concentrate and soybean oil". *International Journal of Dairy Technology*, 53, 69-74, 2000.
- [37] Doosh KS, Alhusyne LA, almosawi BN. "Utilization of concentrated buttermilk in functional processed cheese manufacturing and studying of its physicochemical properties". *Pakistan Journal of Nutrition*, 13(1), 33-37, 2014.
- [38] O'Malley AM, Mulvihill DM, Singh KT. "Proteolysis in rennet casein-based cheese analogues". *International Dairy Journal*, 10, 743-753, 2000.
- [39] McSweeney PLH, Sousa MJ. "Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review". *Lait*, 80(3), 293-324, 2000.
- [40] Guneser O, Karagül-Yuceer Y. "Characterisation of aroma-active compounds, chemical and sensory properties of acidcoagulated cheese: Circassian cheese". *International Journal of Dairy Technology*, 64(4), 517-525, 2011.
- [41] Massouras T, Pappa EC, Mallatou H. "Headspace analysis of volatile flavour compounds of Teleme cheese made from sheep and goat milk". *International Journal of Dairy Technology*, 59(4), 250-256, 2006.
- [42] Sunesen LO, Sorensen, LP, Holmer, G. "Development of volatile compounds in processed cheese during storage". *LWT-Food Science and Technology*, 35(2), 128-134, 2002.
- [43] Kiralan M. "Volatile Compounds of Black Cumin seeds (*Nigella sativa* L.) from microwave-heating and conventional roasting". *Journal of Food Science*, 77, 481-484, 2012.
- [44] Msaada K, Hosni K, Taarit MB, Chahed T, Kchouk ME, Marzouk B. "Changes on essential oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits during three stages of maturity". *Food Chemistry*, 102(4), 1131-1134, 2007.
- [45] Yousif A, Durance T, Scaman C, Girard B. "Headspace volatiles and physical characteristics of vacuum-microwave, air, and freeze dried Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer)". *Journal of Food Science*, 65, 926-930, 2000.
- [46] Jagella T, Grosch W. "Flavour and off-flavour compounds of black and white pepper (*Piper nigrum* L.) I. Evaluation of potent odorants of black pepper by dilution and concentration techniques". *European Food Research Technology*, 209(1), 16-21, 1999.
- [47] Lee SJ, SJ, Umano K, Shibamoto T, Lee KG. "Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties". *Food Chemistry*, 91(1), 131-137, 2005.