

## Akçakatik Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması

Filiz HIRAALİ<sup>1</sup>, Gültekin BASMACI<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği ABD, Burdur

<sup>2</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Burdur

Geliş Tarihi (Received): 20.09.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 02.11.2022

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author\*): [gbasmaci@mehmetakif.edu.tr](mailto:gbasmaci@mehmetakif.edu.tr)

☎ +90 248 2132715 📠 +90 248 2131188

### ÖZ

Burdur'un yöresel peynirlerinden olan Akçakatik peynirine, geleneksel yöntemlerle yapılan kurutma işlemi, tasarımı ve imalatı yeni yapılan, kurutma sıcaklığı 25°C, kurutma hava hızı 1,5 m/s, kurutulmuş üründe nem tayini %20'yi sağlayacak parametrelerle çalışan bir peynir kurutma makinesi ile kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Geleneksel yöntemle, peynir hijyen koşullarında temizlenen ve kurutulan karın içine basılarak, açık havada ve gölgede 3-4 ay olgunlaştırılarak veya güneşte kurutulmaktadır. Kurutma işlemi 3 gün süreyle, her gün 3 saatlik kurutma yapılarak, kurutma işlemi bittikten sonra peynir tekrar yoğurularak ve kurutma işlemi bitince ertesi gün aynı kurutma saatine kadar peynir +4°C'de dinlendirilerek tamamlanmıştır. Kurutma işlemi tamamlanan peynirde, kuru madde oranı %34,44'den %62,55'ye yükselmiş, yağ oranı %18-19,5 arasında değişim göstermiştir. Kuru maddedeki yağ oranları %52,26'dan %31,17'ye düştüğü görülmüştür. Çalışmada elde edilen örneklerin, kuru madde değerleri, en az 2-3 ay olgunlaşma geçiren peynirlerinkine oldukça yakın bir düzeyde bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Akçakatik peyniri, optimizasyon, peynir kurutma, peynir kurutma makinesi, tasarım ve imalat

## Drying of Akçakatik Cheese in a Newly Designed and Manufactured Cheese Dryer

### ABSTRACT

Akçakatik cheese, which is one of the local cheeses of Burdur, is a cheese that works with parameters that will provide the drying process, design and production with traditional methods, a drying temperature of 25 °C, a drying air speed of 1.5 m/s, and a moisture determination of 20% in the dried product. Drying was done with a dryer. With the traditional method, cheese is pressed into the bowel that is cleaned and dried under hygienic conditions, matured in the open air and shade for 3-4 months or dried in the sun. The drying process was completed for 3 days, by drying for 3 hours every day, by kneading the cheese again after the drying process was finished, and resting the cheese at +4°C until the same drying time the next day. Dry matter ratio increased from 34.44% to 62.55% in cheese after drying process, and the fat ratio varied between 18-19.5%. It was observed that the fat ratios in dry matter decreased from 52.26% to 31.17%. The dry matter values of the samples obtained in the study were found to be quite close to those of cheeses that had matured for at least 2-3 months.

**Keywords:** Akçakatik cheese, optimization, cheese drying, cheese drying machine, design and manufacturing

## GİRİŞ

Tarihte gıda kurutma ilk olarak, sebze kurutma ile 18. yüzyılda uygulanmıştır (Arsdel ve Copley, 1963). Dünya üzerinde yaşanan savaşlar nedeniyle gıda kurutma işlemi çok hızlı bir şekilde ilerledi. 1800'lü yılların sonu 1900'lü yılların başında, Amerika meyve kurutmada keskin bir dönüş yaptı. 1919 yılından itibaren, Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilen sebzeler arasında yeşil fasulye, kabak, havuç, kereviz, patates, ıspanak, mısır, turp ve çorba karışımları ilk olarak kurutma işlemi uygulanan sebzelerdi. Güneşte kurutmanın yerini, yapay kurutucular almaya başladı. 2. Dünya savaşıdan önce tambur kurutma ve sprey kurutma makineleri için araştırma ve geliştirmeleri başladı. Bu ilk iki kurutma yöntemi ve makineleri süt ve yumurta ürünlerini kurutmada kullanıldı.

Günümüz çalışma hayatı yoğunluğu içerisinde zamandan kazanım sağlamak, üründe erken hasat yapabilme imkanı (Zielinska ve ark., 2013; Sun ve ark., 2019), kurutma işlemi sonucu elde edilen üründe kullanım kolaylığı sağlamak, üründe raf ömrünü uzatmak (Parikh, 2015), gıdada öğütülme kolaylığı sağlamak (Özdemir ve ark., 2021), ürünün transfer aşamasında ağırlığını azaltmak, soğuk bölmelerde veya dondurucuda saklanması gereken gıdaların, sıcaklığın sorun olduğu tropikal iklimlerde soğuk depolama gereğini ortadan kaldırmak, gıda bünyesinde bulunan su ve oksijen varlığı nedeniyle bekleme esnasında üründe meydana gelen biyokimyasal bozulmaları minimize etmek (İlter, 2018), ısı ve kütle transferi ortamını gerçekleştirmek suretiyle nemi uzaklaştırmak gibi tüm faydalar için, yeni hasat edilmiş ürünün varlığını optimum besin değerlerini sağlayarak sürdürmesi bakımından kurutma işlemi önem kazanmıştır uzaklaştırmak (Hashim ve ark., 2014). Gıda kurutma işlemi, temelde gıda içeriğinde dehidrasyon işlemi gerçekleştirmektir. Kurutma bir nem alma işlemidir. Önemli olan burada dehidrasyon yöntemine de bağlı olarak gıda besin değerlerini mümkün olan en üst düzeyde tutmak, görüntü kalitesini sağlamak ve gıdanın kurutma işlemi sonunda tüketilebilecek seviyede hijyen değerlerini sağlamaktır. Kurutma işleminde besin değerleri bakımından, tüketilebilirlik ve sürdürülebilirlik göz önüne alındığında kurutma süresini kısaltmaktan daha önemli bir olgu ortaya çıkmıştır, daha hızlı değil daha kaliteli ürün eldesi için kurutmaktır (Esper ve Mühlbauer, 1998).

Gıda kurutma işlemine teknolojik açıdan bakıldığında, hangi kurutma yönteminin seçileceği ilk olarak gıdanın üretim sürecine bağlıdır. Hammadde, ara ürün ve son ürün karakteristikleri ve özellikleri titizlikle değerlendirilmelidir. Son üründe nem içeriğinin ne olması gerek-

tiği çok önemlidir. Kurutma yöntemi ve kurutucu seçiminde; üretim kapasitesi, ürünün başlangıçtaki nem oranı, ürünün parçacık boyutu dağılımı, ürünün kuruma karakteristiği, izin verilebilen en yüksek ürün kurutma sıcaklığı, ürünün nem izotermisi ve ürünün fiziksel datası kritik önem kazanmaktadır (Barbosa ve Mercado, 1996).

Son yıllarda endüstrinin tüm sektörlerinde olduğu gibi gıda kurutma sektöründe de entelektüel akıllı teknoloji yaklaşımı hâkimdir. Günümüzde yapay zeka ile donatılmış farklı kurutma teknolojilerinde lineer olmayan fonksiyonlara yaklaşım, örüntü tanıma, optimizasyon, simülasyon, teşhis, kontrol, veri sıralama, veri gruplama, ses seviyesi düşürme gibi tüm fonksiyonlar kendi kendine öğrenme, uyum yeteneği, yüksek hata toleransı, güvenilir kaynak avantajlarını kullanarak uygulanmaya çalışılmaktadır (Sun ve ark., 2019). Peynir, kurutma ve saklama yöntemiyle oluşturulan süt ve süt ürünleri arasında ilk sıralarda gelir (Yıldırım ve ark., 2019).

Peynir kurutma ilk olarak antikçağda görülmüştür. En çok güneş ve rüzgâr kullanılmış ateşin bulunmasıyla ateş de kurutma işleminde etkili olmuştur, fakat ateşin en çok da tütsüleme işi için kullanıldığı anlaşılmaktadır. Antikçağdan itibaren çok çeşitli besin maddelerinin güneşte kurutulduğuna dair tarihi bulgular yapılan arkeolojik kazılarda gün ışığına çıkarılmıştır. Yine bu kazılarda insanların yaşadıkları tecrübelerden kaynaklı olarak kurutma işlemini sürekli olarak geliştirdikleri ve mevsimsel olumsuzluklara karşı da önlemler aldıkları ortaya çıkmıştır. Güneşte kuruttukları ürünleri yağmurdan, rüzgârdan vb. nasıl koruduklarını anlatan birçok duvar resmi ortaya çıkarılmıştır (Seyirci ve Çağ, 2018).

Bu çalışmada MAKÜ Çiftliği süt işleme merkezi üretimi olan, Akçakatık peynirinin yeni tasarlanan ve imalatı yapılan peynir kurutma makinesinde kurutulması ve geleneksel yöntemle karın içine basılarak 3-4 ay olgunlaştırılan peynirle, kuru madde, titrasyon asitliği, yağ oranı ve tuzluluk değerleri bakımından karşılaştırılması yapılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

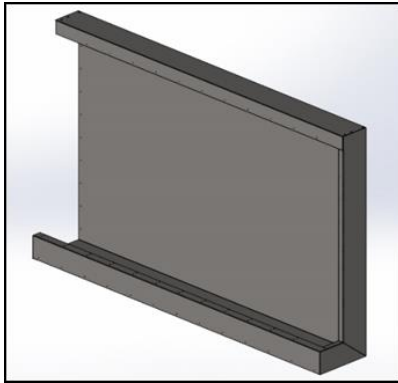
Taze çiğ süt bir tanka alınarak, 90°C'de 20 dakika pastörize edilmiş ve mayalama sıcaklığı olan 45°C'ye soğutularak yoğurt kültürlerinin ilavesi gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 3 saat süren inkübasyon sonrasında, pH 4,7 düzeyine ulaştığında yoğurt haline gelen örnekler soğuk hava deposuna alınarak 1 gece dinlendirilmiştir.

## Akçakatık Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması

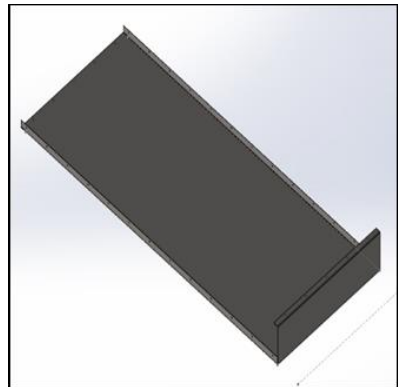
Ertesi gün, temiz süzme bezine aktarılarak önce kendi halinde 2 saat, daha sonra da üzerine ağırlık konularak 2 gün yoğurdun süzülmesi sağlanmış ve kuru maddesi artırılmıştır. Süzme bezinden alınan kuru maddesi artırılmış ürüne %1 oranında tuz, 3 g/10 kg oranında karanfil ve çörekotu ilave edilerek elle 400 g olacak miktarda yuvarlak şekil verilerek kurutmaya hazır hale getirilmiştir. Deney için hazırlanan toplam numune ürün sayısı 10 adet 400'er gramlık yuvarlak formda numunelerdir.

## Yöntem

MAKÜ Çiftliği Akçakatık peynirine kurutma işlemi uygulama ve sonuçlarını değerlendirmek üzere peynir kurutma makinesi tasarlanmıştır. Peynir kurutma makinesi peynir kurutma koşullarına uyum sağlayacak ve doğru sonuçlar almaya odaklanarak sıcaklık, nem ve hava hızı parametreleri önceden belirlenerek ihtiyaca uygun tasarım yapılması hedeflenmiştir. Şekil 1a ve Şekil 1b' de peynir kurutma makinesi gövde elemanları çizimleri görülmektedir.



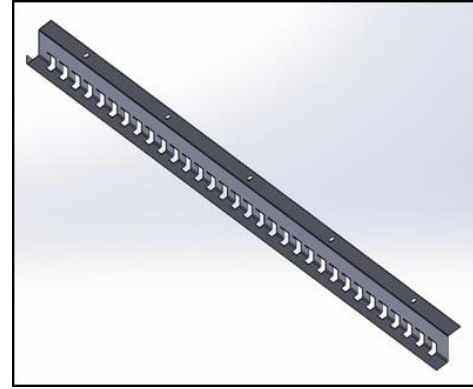
a



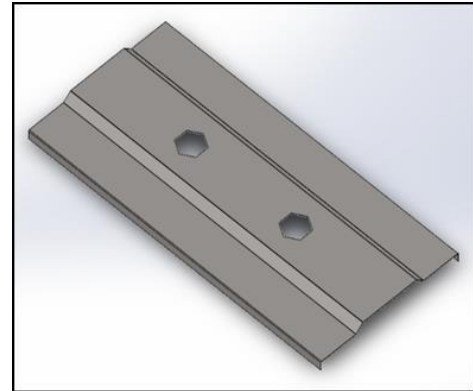
b

**Şekil 1. a.** Peynir kurutma makinesi dolap dış sağ sac; **b.** Peynir kurutma makinesi arka iç sac

Peynir kurutmada yüksek sıcaklıklar olumsuz sonuçlara sebebiyet verdiğinden, geleneksel yöntemlerle yaylalarda kurutulan peynirin ortalama 25°C'de kurutulduğu düşünülerek makinede de 25°C kurutma sıcaklığı uygulanmıştır. Kurumuş üründe nihai nem oranı %20 olacak şekilde ve ortalama 1,5 m/s hava hızı uygulanmıştır. Şekil 2' de peynir kurutma makinesi gövde elemanları çizimleri görülmektedir.



a



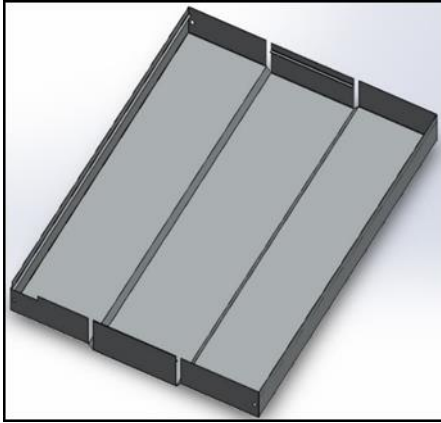
b

**Şekil 2. a.** Peynir kurutma makinesi raf bağlantı sacı; **b.** Peynir kurutma makinesi kabin arka sacı

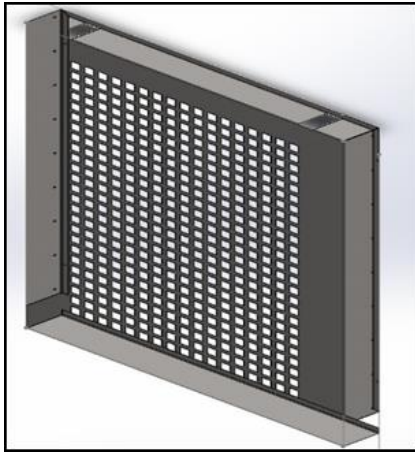
Sıcaklık, nem ve hava hızı parametrelerini sabitlenen değerlerde tutmak suretiyle, kurutma yapabilen kurutma makinesi tasarlanmıştır. Tasarlanan peynir kurutma makinesi çizimleri Solidworks programında yapılmıştır (Şekil 3).

Peynir kurutma makinesini oluşturan tüm sac parçaları 1,5 mm kalınlığında galvaniz sac kullanılarak imal edilmiş olup, içerisine yerleştirilen 6 adet tepsinin imalatı 1 mm paslanmaz çelik sac (AISI 304 kalite krom sac)' dan yapılmıştır.

## Akçakatkı Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması



a



b

**Şekil 3. a.** Peynir kurutma makinesi taban kenar flanşı; **b.** Peynir kurutma makinesi taban iç sacı

Şekil 4'te görülen, ısıtıcı eleman olarak 2 kW gücünde M tipi serpantinli rezistans kullanılmıştır. Şekil 6'da imalatı bitmiş hali görülen Kabin tipi tepsili peynir kurutma makinesinde dışarıdan taze hava beslemesini yapacak ve kabin içinde oluşan buharı uzaklaştıracak toplamda 2 adet olmak üzere Şekil 5'teki alüminyum gövdeli salyangoz fanlar kullanılmıştır. Kurutma makinesi parametrelerini limitleyecek ve limit değerlerini değiştirecek plc ekipmanları kullanılmıştır. Makineyi açma-kapama, hava sıcaklığı ve hava hızı okuma, set değeri atama işlemleri plc ile gerçekleştirilecektir. Makinede zaman saati bulunacak ve işlem süreleri ölçülebilecektir. Rezistans seçimi (Denklem1) eşitliğine göre hesaplanmıştır.

Rezistans seçimi: (URL-2, 2022)

$$kW = (WT * C_p * \Delta T) / 3412 * h \quad (1)$$

WT: Isıtılacak ya da kurutulacak materyalin ağırlığı (lb)

C<sub>p</sub>: Isıtılacak ya da kurutulacak materyalin özgül ısı (BTU/lb°F) (Peynir için, Tablo 1)  
 $\Delta T$ : Sıcaklık artışı (°F)  
 3412: Dönüşüm Faktörü (BTU/kWh)  
 h: Isıtma ya da kurutma zamanı (h)

$$WT = 500 \text{ gr peynir} * 12 \text{ adet} * 6 \text{ tepsi} = 36000 \text{ gr} = 36 \text{ kg} \quad (2)$$

$$C_p = 3,27 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K} = 3,09 \text{ BTU/kg }^\circ\text{K}$$

$$\Delta T = 60 - 20 \text{ }^\circ\text{C} = 40 \text{ }^\circ\text{C} = 313,15 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$h = 6 \text{ saat (kurutma süresi)}$$

$$kW = (36 * 3,09 * 313,15) / (3412 * 6) = 1,7 \text{ kW} = 1701 \text{ Watt}$$

(1) ve (2) eşitliğine göre Rezistans 2000 Watt = 2 kW olarak seçilmiştir. Şekil 4'teki M tipi serpantinli rezistans kullanılmıştır.



**Şekil 4.** Serpantinli rezistans M tipi

**Tablo 1.** Süt ürünleri için ortalama özgül ısı kapasiteleri (Josjevic ve ark., 2020)

Süt Ürünleri	Özgül ısı kapasitesi [kJ/kgK]
Tam yağlı süt	3,914
Yağsız süt	3,970
Yoğurt	3,5
Peynir	3,27
Krema	3,51-3,56
Kesilmiş (ekşitilmiş) süt	3,5
Lor peyniri	3,5

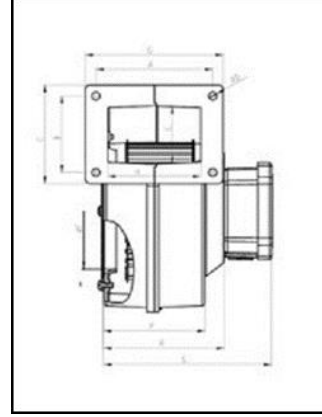
Fan Seçimi:

Şekil 5'te görüldüğü üzere, Peynir kurutma makinesinde 2 (iki) adet alüminyum gövdeli salyangoz tip radyal fan kullanılmıştır. Fanlardan biri kurutma makinesine ısıtılacak havayı beslemek için diğeri ise buhara

## Akçakatık Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması

doymuş nemli havayı kurutma makinesinden uzaklaş-tırmak için kullanılmıştır.  $V = 0,5$  m/s ile 2 m/s aralı-

ğında hava hızlarını sağlayabilecek şekilde fanlar se-çilmiştir. Tablo 2'deki gibi, fanlar BVN Marka fan kata-loğundan BDRAS model fan olarak seçilmiştir.

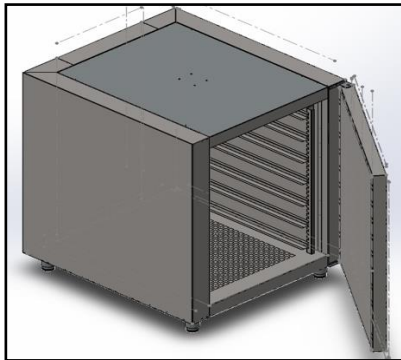


**Şekil 5.** Kabin tipi tepsili kurutma makinesi nem atma ve taze hava fanı

**Tablo 2.** BVN marka BDRAS model fan teknik özellikleri (URL-1, 2022)

Tip	Vol-taj	Frekans	Güç	Akım	Kondansatör	Devir	Debi	Ses Se- viyesi	Yalıtım Sınıfı	Koruma Sınıfı
	V									
BDRAS 85-40	230	50	30	0,13	1	2500	90	40	B	44
BDRAS 108-50	230	50	40	0,19	1,5	1900	155	42	B	44
BDRAS 120-60	230	50	85	0,38	2,5	2400	290	45	B	44
BDRAS 140-60	230	50	138	0,61	4	2300	485	47	B	44
BDRAS 160-60	230	50	200	0,88	6	2250	600	50	B	44

Şekil 6' da tasarımını yapmış olduğumuz kabin tipi tep-sili kurutma makinesinin imalatı bitmiş hali görülmekte-dir.



**Şekil 6.** Kabin tipi tepsili peynir kurutma makinesi bit-miş hali

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Bulgular

#### Akçakatık Peyniri Üretimi

Taze çiğ süt bir tanka alınarak, 90°C'de 20 dakika pas-törize edilmiş ve mayalama sıcaklığı olan 45°C'ye so-ğutularak yoğurt kültürlerinin ilavesi gerçekleştirilmiştir. Yaklaşık 3 saat süren inkübasyon sonrasında, pH 4,7 düzeyine ulaştığında yoğurt haline gelen örnekler so-ğuk hava deposuna alınarak 1 gece dinlendirilmiştir. Ertesi gün, temiz süzme bezine aktarılarak önce kendi halinde 2 saat, daha sonra da üzerine ağırlık konularak 2 gün yoğurdun süzülmesi sağlanmış ve kuru maddesi artırılmıştır. Süzme bezinden alınan kuru maddesi artırılmış ürüne %1 oranında tuz, 3 g/10 kg oranında ka-ranfil ve çörekotu ilave edilerek elle 400 g olacak mik-tarda yuvarlak şekil verilerek kurutmaya hazır hale ge-tirilmiştir.

## Akçakatık Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması

Peynir Analizleri• Titrasyon Asitliği Tayini

Peynir örneğinden hassas terazide 10 g tartılarak 150 ml hacmindeki behere aktarılmıştır. Ardından üzerine 40°C'deki, daha önceden 10 dk kaynatılıp soğutulmuş saf sudan ilave edilerek ve cam bağıtle örneğin ezilmesi sağlanmıştır. Örnek kaba filtre kağıdından süzülerek 25 ml serum örneği alınmış ve üzerine birkaç damla fenol fitalein indikatörü damlatılarak 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon sonucunda büretten harcanan miktara göre % laktik asit değeri hesaplanmıştır (AOAC, 2000a).

• Kuru Madde Tayini

Önceden etüvde kurutulup, tartımı alınan kurutma kabı içerisine, 5 g peynir örneği alınarak ve etüvde, 105°C 'de sabit ağırlığa gelene kadar tutulmuştur. İşlem sonunda % kuru madde miktarı hesaplanmıştır (Anonim, 1983).

• Yağ Tayini

Gerber peynir bütirometresinin kadehcik kısmına 3 g peynir örneği tartılmış ve üzerine 10 ml d=1.55 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> konularak 70°C'lik su banyosunda örnek eritilmiştir. Daha sonra örnek üzerine önce 1 ml amil alkol, sonra bütirometrenin 35 taksimatına kadar d=1.55 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiş ve bütirometrenin ağız lastik tıpayla kapatılıp 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra, bütirometre skalasından % g olarak yağ miktarı okunmuştur. Kuru maddede % yağ oranı, örneklerin yağ ve kuru madde yüzdelerinin oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

• Tuz Tayini

Yaklaşık 5 g peynir örneği saf su ile havanda ezilerek, yalnız sulu kısım 500 ml'lik ölçülü balona alınıp saf suyla çizgisine kadar tamamlanmıştır. Kaba filtre kağıdından süzülerek, süzüntüden 25 ml alınmış ve üzerine 0,5 ml K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (potasyum kromat) indikatörü ilave edilerek 0,1 N AgNO<sub>3</sub> (gümüş nitrat) ile kalıcı kiremit kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanan gümüş nitrat miktarına göre % tuz hesaplanmıştır (AOAC, 2000b). Kuru maddede % tuz oranı, örneklerin tuz ve kuru madde yüzdelerinin oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

Akçakatık peyniri, süzme yoğurdun karanfil, tuz ve çörekotu ilavesinden sonra kuzu/oğlak derisi olarak bilinen Karın içerisinde, serin ve gölge olan bir yerde kendi halinde kurutulması ile oluşan bir peynir çeşididir (Simsek ve Gün, 2009). Yoğurt pihitsından suyun uzaklaşması zaman aldığından, ürün hafif ekşi bir tada sahiptir. Sütün yağının alınması veya yağı alınmadan ürüne işlenmesi durumuna göre de besin değeri değişmektedir. Bu çalışmada, yörede geleneksel kurutma teknikleri ile karın içerisinde kurutularak üretilen Akçakatık peynirinin, geliştirmiş olduğumuz fırında, endüstriyel kurutma tekniği ile kurutulmasının ürün üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, kurutma sıcaklığı, yaz aylarında yaylalarda ölçülen 25°C tercih edilmiştir. Akçakatık peynirinin nem kaybı sonucu ürün özelliklerinde meydana gelen değişim Tablo 3' de verilmiştir.

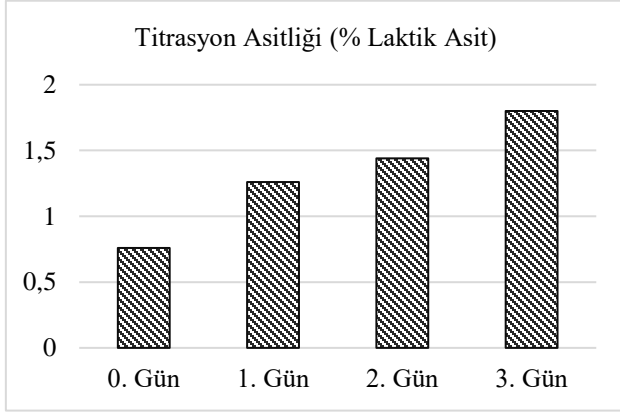
**Tablo 3.** Akçakatık peynirinde kuruma esnasında meydana gelen değişim

Örnek	Titrasyon Asitliği (%laktik asit)	Toplam Kuru madde (%)	Yağ (%)	KM'de de %Yağ	Tuz (%)	KM'de de %Tuz
0. Gün	0,76±0,03 <sup>d</sup>	34,44±0,6 <sup>d</sup>	18,0±0,01 <sup>b</sup>	52,26±0,8 <sup>a</sup>	1,30±0,11 <sup>c</sup>	3,77±0,15 <sup>a</sup>
1. Gün	1,26±0,04 <sup>c</sup>	45,68±0,8 <sup>c</sup>	18,0±0,02 <sup>b</sup>	39,40±0,5 <sup>b</sup>	1,40±0,08 <sup>b</sup>	3,06±0,03 <sup>b</sup>
2. Gün	1,44±0,03 <sup>b</sup>	57,51±0,5 <sup>b</sup>	18,5±0,03 <sup>b</sup>	32,16±0,4 <sup>c</sup>	1,45±0,07 <sup>a</sup>	2,52±0,06 <sup>c</sup>
3. Gün	1,8±0,06 <sup>a</sup>	62,55±1,1 <sup>a</sup>	19,5±0,02 <sup>a</sup>	31,17±0,2 <sup>d</sup>	1,45±0,05 <sup>a</sup>	2,32±0,04 <sup>d</sup>

Örneklerin titrasyon asitliğine bakıldığında, ürünün oda sıcaklığına yakın bir değerde kurutulması asitlik gelişiminin de devam etmesine neden olmuştur. Bu durum, ürün özelliği açısından beklenmektedir. Çünkü ürün yapımında kullanılan yoğurt bakterileri (*Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) faaliyetlerini sürdürmeye devam ederek, süt şekeri olan laktozdan laktik asit yani süt asiti üretmeye devam etmektedir. Bu nedenle de Akçakatık peyniri hafif ekşimsi bir aromaya sahiptir. Şekil 7'den de görüleceği gibi, ürün

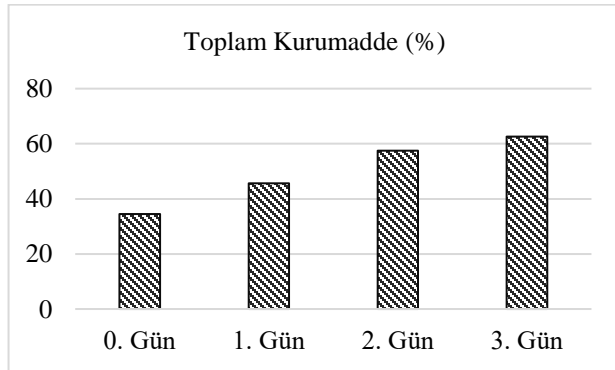
laktik asit değeri 3 gün süresince düzenli bir artış göstermiş ve günler arası asitlik gelişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P< 0.05). Yapılan bir çalışmada üretilen Akçakatık peynirlerinin titrasyon asitliği değerleri %1,5-2,96 laktik asit düzeyinde belirlenmiştir (Şimşek ve Tuncer, 2018).

## Akçakatkı Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması



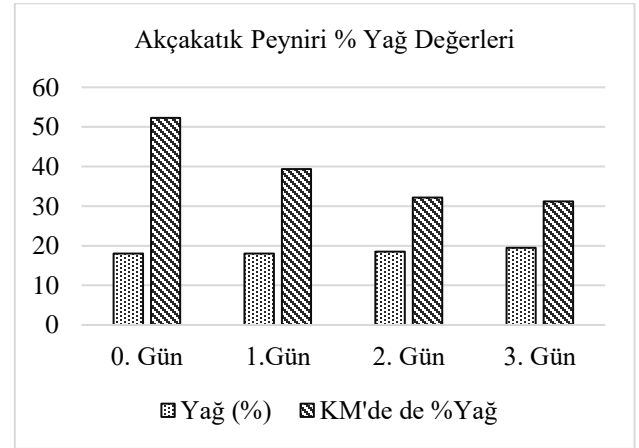
**Şekil 7.** Akçakatkı peynirinin titrasyon asitliği değerleri

Bu çalışmada elde edilen peynirler hava hızı 1,5 m/s ve sıcaklığı 25°C olan fırında 3 saat süreyle kurutulup, işlem 3 gün sürdüğünden Şekil 8'de görüleceği üzere, kuru madde değerinde önemli bir artış gözlenmiştir. Başka bir ifade ile uygulanan işlem aşamalarında peynir bünyesinden hızlı bir şekilde suyunu kaybederek, %34,44'den %62,55 kuru maddeye ulaştığı gözlenmiştir. Peynirin üretildiği ilk günden itibaren örneklerdeki kuru madde artışı, geliştirilen cihazın önemli bir şekilde kurutmayı hızlandırdığını göstermektedir. Örneklerde kuruma sırasında gözlenen kuru madde artışının istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ( $P < 0,05$ ). Akçakatkı peyniri üzerine yapılan bir çalışmada, peynir kuru madde içeriğinin taze Akçakatkı peynirlerinde %62,66-77,55, olgunlaştırılmış Akçakatkı peynirlerinde ise %61,68- 82,63 arasında değiştiğini saptamıştır (Şimşek ve Tuncer, 2018). Yapılan bir başka çalışmada, Akçakatkı peynirlerinin 90 gün süren olgunlaşma sürecinde kuru madde içerikleri %43,52-84,67 arasında değişim göstermiştir (Kırdar ve ark., 2017; Albayrak, 2018).



**Şekil 8.** Akçakatkı peynirinin kuru madde değerleri

Şekil 9'da deneme örneklerinin yağ oranı %18-19,5 arasında değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu değişimin en önemli nedeni peynirin buharlaşma nedeniyle nemini kaybetmesi ve bileşen oranlarının nem kaybına bağlı olarak değişim göstermesidir. Nitekim bu değişimi daha iyi gözlemleyebilmek adına peynirin kuru maddedeki yağ yüzdesi hesaplanmış ve Tablo 3'de verilmiştir. Ürün kurutulmaya başlamadan önceki kuru maddedeki yağ oranı %52,26 olarak belirlenirken, kuru maddesi artan peynir örneklerinde %31,17'ye düştüğü gözlenmiştir. Akçakatkı peynirinin yağ oranını %25,52 olarak belirlerken, piyasadan toplanan 15 adet örnekte yağ oranı %21-34 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Şimşek ve Gün, 2009). 90 gün olgunlaşma aşamasında Akçakatkı peynirlerinin yağ içeriğini %23,33-24,33 düzeyinden %22-39 seviyesine değiştiğini, özellikle karın ambalajda nem içeriğinin azalması sonucu yağ oranının da etkilendiğini belirtmektedir (Albayrak, 2018). Kuru madde üzerinden hesaplanan yağ içeriğine göre örneklerin kuru maddedeki yağ oranları %52,26'dan %31,17'ye düştüğü görülmektedir. Yapılan bir çalışmada Akçakatkı peynirinde kuru madde de yağ oranı %32,18 olarak tespit edilmiştir (Kırdar ve ark., 2017).

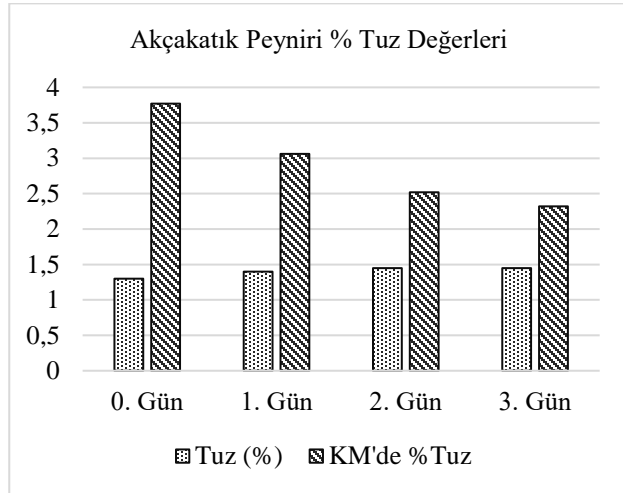


**Şekil 9.** Akçakatkı peynirinin yağ ve kuru maddede % yağ değerleri

Şekil 10'da görüldüğü gibi, Akçakatkı peynirinde % tuz oranı kurutma işlemi sırasında artış göstermekle birlikte, kuru maddedeki tuz içeriği olarak hesaplandığında azalma olduğu görülmektedir. Bununla birlikte elde edilen verilere bakıldığında, peynirin düşük tuz içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada, taze ve olgunlaştırılmış Akçakatkı peynirlerin tuz içeriklerinin %4,32-16,54 arasında değiştiği gözlenmiştir (Şimşek ve Tuncer, 2018). 3 ay olgunlaştırılmış Akçakatkı peynirlerinde tuz oranlarının %3,96 ile %9,28 arasında değiştiğini belirlemişlerdir (Kırdar ve ark., 2017). Örneklerin fazla tuz içermesi, üreticilerin

## Akçakatık Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması

damak zevkine, el alışkanlıklarına ve ürünü daha uzun süre dayandırmak istemelerine göre değiştiği söylenebilir.



**Şekil 10.** Akçakatık peynirinin tuz ve kuru maddede %tuz değerleri

Örneklerin titrasyon asitliğine bakıldığında, ürünün oda sıcaklığına yakın bir değerde kurutulması asitlik gelişiminin de devam etmesine neden olmuştur. Bu durum, ürün özelliği açısından beklenmektedir. Ürünün laktik asit değeri 3 gün süresince düzenli bir artış göstermiş ve günler arası asitlik gelişimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ).

Bu çalışmada elde edilen peynirler hava hızı 1,5 m/s ve sıcaklığı 25°C olan fırında 3 saat süreyle kurutulup, işlem 3 gün sürdüğünden kuru madde değerinde önemli bir artış gözlenmiştir. Başka bir ifade ile uygulanan işlem aşamalarında peynir bünyesinden hızlı bir şekilde suyunu kaybederek, %34,44'den %62,55 kuru maddeye ulaştığı gözlenmiştir. Peynirin üretildiği ilk günden itibaren örneklerdeki kuru madde artışı, geliştirilen cihazın önemli bir şekilde kurutmayı hızlandırdığını göstermektedir. Örneklerde kuruma sırasında gözlenen kuru madde artışının istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir ( $P < 0.05$ ).

Literatür bilgilerinden de anlaşılacağı üzere, çalışmada elde edilen örneklerin kuru madde değerleri en az 2-3 ay olgunlaşma geçiren peynirlerinkine oldukça yakın bir düzeydedir. Bu nedenle üründen hızlı nem kaybının olduğu ve kuru madde değerlerinin arzu edilen düzeye kısa sürede ulaştığı söylenebilir.

Peynir teknolojisinde, ürünün içerdiği yağ miktarı önemli bir parametredir. Süt yağı, sadece lezzet açısından değil, tekstürel yapı açısından da ürün kalitesini

etkiler. Ayrıca ürün yağ içeriği ambalaj materyaline de bağlıdır. Deri ve karın gibi gözenekli yapıdaki geleneksel ambalaj materyallerinden yağ sızması görülebilmekte, ancak bu durum polietilen ve plastik ambalajda olgunlaştırılan peynirlerde görülmemektedir (Albayrak, 2018). Deneme örneklerinin yağ oranı %18-19,5 arasında değişim göstermiştir. Bu değişimin en önemli nedeni peynirin buharlaşma nedeniyle nemini kaybetmesi ve bileşen oranlarının nem kaybına bağlı olarak değişim göstermesidir.

Tuzlama, peynir lezzetinin algılanmasında önemli olduğu gibi, peynirde mikrobiyal gelişimin durdurulmasını da sağlayan önemli bir aşamadır. Bu nedenle peynir teknolojisinde, yasal sınırlar içerisinde bulunması gerekir. Akçakatık peyniri düşük tuz içeriğine sahip bir peynirdir.

Akçakatık peynirinde % tuz oranı kurutma işlemi sırasında artış göstermekle birlikte, kuru maddedeki tuz içeriği olarak hesaplandığında azalma olduğu görülmektedir. Bununla birlikte elde edilen verilere bakıldığında, peynirin düşük tuz içeriğine sahip olduğu görülmektedir.

## SONUÇ

- MAKÜ Çiftliği Akçakatık peyniri için ideal kurutma sıcaklığı yaklaşık 25°C civarlarındadır. Daha yüksek sıcaklıklarda peynirde renk ve koku bozulmaları oluşmaya başlamıştır. Renk kahverengi sarımsı bir hal almaya başlamıştır.
- 3 saatlik kurutma periyotları sonunda nem kaybı hızlı bir şekilde gerçekleşmiştir. İlk gün ki nem kaybı diğer iki güne göre daha fazla olmuştur.
- Her kurutma işleminden sonra peyniri yeniden yoğurmak kurutma işlemine olumlu etki sağlamıştır. Peynirde kuruma işlemi yüzeyden başlamış, peynir iç kısmının daha nemli kaldığı gözlenmiş, peynirin yüzey kısmında kurutma sonuna doğru sertleşme (kabuk) oluşmuştur. Yoğurma işlemi yüzeyde oluşan kabuğun giderilmesine ve merkezdeki suyun yüzeye taşınmasına yardımcı olmuştur.
- Kurutma işleminde hava hızının yüksek seçilmesinin herhangi bir avantajı olmadığı gibi bazı dezavantajları olduğu literatür çalışmalarından da anlaşılmaktadır.
- Peynirin oda sıcaklığı ortamında 25°C'de kurutulması, titrasyon asitliği bakımından üründe asitlik



## Akçakatık Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması

gelişiminin devam ettiğini göstermiştir. Peynir içindeki bakterilerin varlığı ile değişen ve yaşayan bir besin maddesidir. Kurutma işlemi boyunca peynirde laktik asit gelişimi düzenli bir artış göstermiştir.

- Kurutma işlemi sonrası depolama işlemi +4°C'de gerçekleştirildiğinden asidik gelişim geleneksel yöntemle göre daha yavaş bir şekilde meydana gelmiştir.
- Kurutma işlemi esnasında kuru madde düzeyinde önemli bir artış olmuştur. Başka bir ifade ile uygulanan işlem aşamalarında peynir bünyesinden hızlı bir şekilde suyunu kaybederek, %34,44'den %62,55 kuru maddeye ulaştığı gözlenmiştir.
- Çalışmadan elde edilen örneklerin kuru madde değerleri en az 2-3 ay olgunlaşma geçiren peynirlerine oldukça yakın bir düzeydedir. Bu nedenle üründen hızlı nem kaybının olduğu ve kuru madde değerlerinin arzu edilen düzeye kısa sürede ulaştığı söylenebilir.
- Peynir içerisindeki suda ve kuru maddede bulunan yağ oranına bakıldığında peynirin kuruma esnasında hızlı bir şekilde nem kaybetmesi peynir suyu içindeki yağın önemli ölçüde kaybolmasına sebep olmuştur. Geleneksel yöntemle kurutulan peynirde de karın içine basılması nedeniyle gözenekli yapıda yağ kaybolması olmaktadır. Kuru madde içindeki yağ oranı literatür çalışmalarına bakıldığında benzerlik göstermektedir.
- Peynir kurutma makinesine teknoloji yönünden bakıldığında enerji bakımından geliştirmeler yapılabilir. Makineden nem atma fanı ile atılan ısıtılmış ve nem bakımından zengin hava fan çıkışına entegre edilecek bir ısı geri kazanım ünitesi ile geri kazanılabilir. Ayrıca nem alma ünitesi ilave edilerek ısıtılmış hava nemi alınmış olarak yeniden kabin içine yönlendirilebilir.
- Peynir kurutma makinesine güneş panelleri entegre edilerek rezistans tarafından elektrik enerjisiyle ısıtılan hava güneş enerjisi ile ısıtılabilir.
- Peynir kurutma makinesine vakum pompası entegre edilerek kabin içi havası vakumlanır ve ortamdaki nem ve oksijen uzaklaştırılarak kurutulan üründe hızlı kuruma ve bozulmanın önüne geçilebilir.

- Gıda kurutma endüstrilerinde, yaz aylarında üretim hattında soğutma yapılması gereken alanlarda, soğutma grupları ile soğutma işlemi yapılırken, soğutma grubunda kompresörlerin ürettiği ısı eşanjörler vasıtasıyla geri kazanılarak kurutma süreçlerinde kullanılabilir. Kış aylarında ise ısıtma yapılması gereken alanlarda kalorifer kazanlarında ısıtılmış su yine eşanjörler vasıtasıyla geri kazanılarak kurutma proseslerinde kullanılabilir.

Sonuç olarak, peynir kurutma makinesi ile MAKÜ Çiftliği Akçakatık peyniri kurutma işleminde, peynirin kuruma sıcaklığının 25°C ve nem oranının %20 mertebesinde olması ve hava hızının da yaklaşık 1,5 m/s olması hem makinenin tükettiği enerji bakımından hem de peynirdeki renk ve tat gelişimin olumlu olması bakımından önerilmektedir. Peynir bünyesindeki nem ve kuruma sırasındaki sıcaklık ölçümü kabin içi bir nem ve sıcaklık sensörü ile değil de direkt peynirlerin içine daldırma tip sensörlerle ölçülmesi önerilebilir. Peynir kurutma makinesi bünyesinde elektrik enerjisiyle çalışan rezistans ve fanların enerji tüketimleri yukarıda bahsedilen sistemlerin makineye entegrasyonu ile önemli ölçüde düşürülebileceği öngörülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP), Proje Numarası: 0778-YL-21 tarafından desteklenmiştir. Çalışmada "Peynir Kurutma Makinesi Tasarımı ve İmalatı" başlıklı yüksek lisans tezinin verileri kullanılmıştır.

## KAYNAKLAR

- Albayrak, A. (2018). Asit ve maya pıhtısıyla üretilen Akçakatık peynirinde farklı starter kültür ve ambalaj kullanımının etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur, Türkiye.
- Anonim (1983). *Gıda maddeleri muayene ve analiz metotları*. T.C. Tarım, Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- AOAC (2000a). AOAC Official Method 926.124. Acidity of cheese. titrimetric method. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 2(17): Gaithersburg, USA.
- AOAC (2000b). AOAC Official method 975.20. Salt in cheese. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 2(17): Gaithersburg, USA.
- Barbosa-Canovas, G.V., Vega-Mercado, H. (1996). *Introduction to dehydration of food*, Birinci Baskı. Washington, USA, 157-320.
- Esper, A., Mühlbauer, W. (1998). Solar drying - an effective means of food preservation, *Renewable Energy*, 15(1-4): 95-100.

**Akçakatık Peynirinin, Tasarımı ve İmalatı Yeni Yapılan Peynir Kurutma Makinesinde Kurutulması**

- Hashim, N., Daniel, O., Rahaman, E. (2014). Kinetic model of drying process of pumpkins (*Cucurbita Moschata*) in a convective hot air dryer, *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2: 345-352.
- Josijevic, M.M., Sustersic, V.M., Gordic, D.R. (2020). Ranking energy performance opportunities obtained with energy audit in dairies. *Thermal Science*, 24(5 Part A): 2865-2878.
- Kırdar, S.S., Köse, Ş., Yurdakul, Ö., Ocak, E. (2017). A survey on the microbiological and chemical characteristics of Akçakatık cheese in the West Mediterranean Region. *European International Journal of Science and Technology*, 6: 25-35.
- Kökmen-Seyirci, H., Çağ, Ç. (2018). Antikçağda gıdaların korunması. *Cedrus*, 6: 701-711.
- Özdemir, E.E., Görgüç, A., Gençdağ, E., Yılmaz, F.M. (2021). Püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemlerinin temelleri ve bu yöntemler ile gıda atıklarından toz ürünlerin üretimi. *Gıda*, 46(3): 583-607.
- Parikh, D.M. (2015). Vacuum drying basics and application. *Chemical Engineering*. 122(4): 48-54.
- Sun, Q., Zhang, M., Mujumdar A.S. (2019). Recent developments of artificial intelligence in drying of fresh food: A review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(14): 2258-2275.
- Şimşek, B., Gün, İ. (2009). Free fatty acid composition of Akçakatık cheese, a traditional Turkish dairy product. *Asian Journal of Chemistry*, 21(8): 5923-5928.
- Şimşek, B., Tuncer, Y. (2018). Some properties of fresh and ripened traditional akçakatık cheese. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(1): 110.
- URL-1 (2022). <https://www.bvnair.com/urunler/de-tay/5823/bdras> (Erişim Tarihi: 13.09.2022)
- URL-2 (2022). <https://www.omega.com/en-us/resources/how-calculate-heater-wattage> (Erişim Tarihi: 20.09.2022)
- Van Arsdel, W. B., Copley, M. J. (1963). *Food dehydration*, I: Principles.
- Yıldırım, K. D., Özyetgin, A. M. (2019). Memlük-Kıpçak sahasındaki Türk mutfak kültürü ile ilgili sözcükler üzerine: kurutma ve saklama yöntemiyle oluşan yiyecekler. *Asos Journal, The Journal of Academic Social Science*. 7(95): 372-385.
- Zielinska, M., Zapotoczny, P., Alves-Filho, O., Eikevik, T. M., Blaszcak, W. (2013). A multi-stage combined heat pump and microwave vacuum drying of green peas. *Journal of Food Engineering*, 115(3): 347-356.