



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa
Bilimleri Dergisi**
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



Araştırma Makalesi / Research Article

**Poli(Vinil Alkol)/Selüloz Kompozit Membranlarla Zn(II)
İyonlarının Sulu Çözeltilerden Ayrılması**

Cemal Çifci^{1}, Ayten Kaya²*

¹*Kimya Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar, Türkiye*

²*Kimya Bölümü, Fen Edebiyat Fakültesi, Afyonkarahisar, Türkiye*

Geliş: 5 Mayıs 2019

Kabul: 24 Mayıs 2019 / Received: 5 May 2019

Accepted: 24 May 2019

Abstract

In this study separation of Zn(II) ions from aqueous solutions was investigated using filtration technique. Poly(vinyl alcohol)/cellulose composite membranes were used in the retention. Alginate acid and polyvinyl alcohol polymers were used as complexing agents to enhance the retention. Aqueous solution of Zn(II) were filtrated at different pH, contents of the membranes and pressure. The optimum retention for Zn(II) was found as 52% using 0.25% PVA (m/v)/cellulose composite membranes when filtration was carried out in the presence of AA at pH 7.0, pressure of 60 Psi.

Keywords: *Filtrasyon, kompozit membran, Zn(II) iyonu.*

Özet

Bu çalışmada Zn(II) iyonlarının sulu çözeltilerden filtrasyon tekniği ile ayrılması araştırılmıştır. Ayrırma işlemleri poli(vinil alkol)/selüloz kompozit membranları ile yapılmıştır. Aljinik asit ve polivinil alkol polimerleri tutulmayı arttırma amacıyla kompleksleştirici polimerler olarak kullanılmıştır. Zn(II) iyonları içeren sulu çözeltiler değişik çözelti pH değerlerinde değişik membranlar kullanılarak değişik basınçlarda filtre edilmiştir. Zn(II) iyonları için uygun tutulma değeri %0,25 PVA (m/v)/selüloz kompozit membranlar kullanılarak AA varlığında pH 7’de, 60 Psi basınçta %52 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Filtrasyon, kompozit membran, Zn(II) iyonu.*

©2019 Usak University all rights reserved.

1. Giriş

Membran teknolojisi; yaygın ayırma metotlarına göre ekonomikliği ve uygulama kolaylığı bakımından son yıllarda ayırma işlemlerinde oldukça fazla tercih edilmektedir [1]. Membran imalatındaki temel amaç, uygun mekanik kuvvete sahip ve yüksek seçicilik derecesiyle yüksek süzüntü sağlayabilen bir materyal üretmektir. Yüksek dereceli seçiciliğe, küçük gözeneklere sahip bir membran kullanımıyla ulaşılabilir ve bu yüzden, bu tür membranlarda düşük geçirgenlik görülür. Geçirgenlik gözenekliğinin artışıyla

*Corresponding author:

E-mail: cificemal@aku.edu.tr

artmaktadır [2]. Membranların çalışma sistemi temelde filtrasyon boyunca çözeltinin derişik ve süzüntü şeklinde ikiye ayrılması ve filtrasyon sonunda derişik kısmın tutulması süzüntünün membrandan geçmesi şeklinde ifade edilebilir [3-6]. Günümüzde membranların yapımında polimerler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu polimer içerikli membranların özellikleri amaca yönelik olarak rahatlıkla geliştirilebilir [7].

Endüstriyel gelişimin artması ile metaller hava, su ve toprakta birikmeye başlamıştır. Metaller, yeryüzü sularının yanında bitki ve hayvan toplulukları üzerinde de zararlı bir etkiye sahiptir. Atık sulardan ağır metal iyonu uzaklaştırılması teknolojik araştırmaların başında gelir. Bu nedenle sulu ortamdaki ağır metallerin insan sağlığına çok zararlı olan toksin etkilerinin azaltılması ve ekonomik öneme sahip olan ağır metallerin geri kazanımı gerekmektedir. Ağır metallerin sulu ortamdan uzaklaştırılmasında membranların kullanımı günümüzde çok önem kazanmıştır [8-9].

Bu çalışmada Zn(II) iyonlarının, polivinil alkol ve aljinik asit kompleksleştiricileri varlığında sulu çözeltilerden filtrasyon tekniği ile ayrılması, polivinil alkol/selüloz kompozit membranlar kullanılarak araştırılmıştır. Filtrasyon basıncının, karıştırma hızının, çözelti pH'sının ve membranın PVA içeriğinin tutulma ve akı üzerine etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Çözeltilerin Filtrasyonu

Filtrasyon sistemi basınç ayarlayıcı azot gaz tüpü, manyetik karıştırıcı ve filtrasyon hücresinden oluşmaktadır. pH'ı ve konsantrasyonu ayarlanmış 300 mL metal çözeltisi filtrasyon hücresinin çözelti konan bölümüne konur ve azot gazı yardımıyla istenen basınç ayarlanarak, filtrasyon sistemine yerleştirilmiş 7,6 cm çapındaki membrana gönderilir. 300 mL çözelti membrandan tamamen geçene kadar geçen süre, akı hesaplamak için not edilir. Filtrat çözeltisinden numune alınarak metal analizi yapılır.

2.2. Deneylerde Kullanılan Maddeler

Poli(vinil alkol) (PVA); Sigma firmasına ait PVA membran yapımında ve filtrasyon işlemlerinde kompleksleştirici polimer olarak kullanılmıştır. Aljinik Asit (AA); Sigma firmasına ait AA (orta viskoziteli sodyum tuzu) filtrasyon işlemlerinde kompleksleştirici polimer olarak kullanılmıştır. Selüloz Filtre (Macherey-Nagel, MN 640 de); Macherey - Nagel firmasına ait selüloz filtre membran yapımında destek olarak kullanılmıştır. (ZnCl₂)·H₂O; Merck firmasına ait bu madde yapay olarak ağır metal içeren sulu çözeltilerin hazırlanmasında kullanılmıştır. Diğer kimyasal maddeler; Merck firmasına ait olan ve çalışmalarda kullanılan diğer kimyasal maddelerden HCl ve NH₃ ise pH'ı ayarlamak için kullanılmıştır.

2.3. Membranların Hazırlanması

Membranlar önceki çalışmamızda açıklandığı gibi hazırlandı [10]. Membranların hazırlanması kısaca şöyledir; %0,25 (m/v) ve %0,35 (m/v) içerikli kompozit membran hazırlamak için %4'lük poli(vinil alkol) (PVA) çözeltisi hazırlandı. Hazırlanan çözeltilerden ayrı ayrı beherlere 2,5 mL ve 3,5 mL PVA alınarak su ile 40 mL'ye tamamlandı ve oluşan 40 mL'lik çözeltiler 30 dakika manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Çapı 7,6 cm olan selüloz filtreler hazırlandı. 30 dakika karıştırılan çözeltiler petri kablarına döküldü. Hazırlanan selüloz filtreler petri kabının içine daldırıldı. Dökülen membranlar 60 °C'de etüvde tam

kuruluğa ulaşıncaya kadar bekletildi. Kurutulan membranlar 100 °C'de 3 saat etüvde bekletildi. Hazırlanan %0,25 (m/v) PVA/selüloz ve %0,35(m/v) PVA/selüloz kompozit membranları sırasıyla MI ve MII şeklinde isimlendirilmiştir.

2.4. Yüzde Tutulma ile Akının Bulunması

Filtrattaki Zn(II) iyonlarının derişimleri ICP – OES (Perkin-Elmer, 4300 DV) cihazı ile bulunmuştur.

İyonların tutulması;

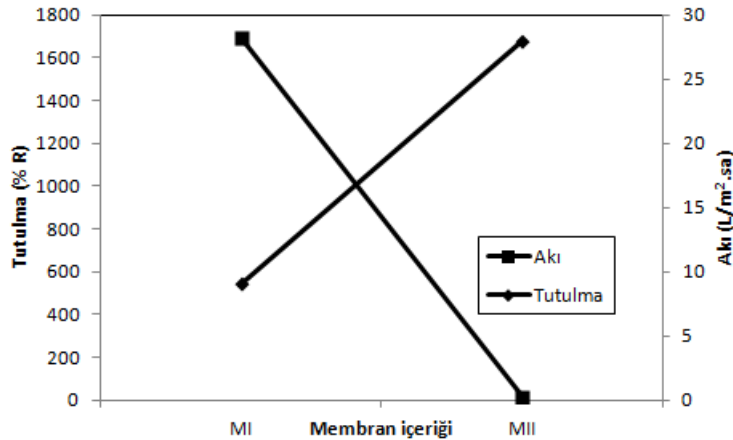
$$\%R=(1 - \frac{c_f}{c_b})\times 100 \quad (1)$$

eşitliği kullanılarak bulunmuştur. Burada C_f ve C_b sırasıyla filtratın ve besleme çözeltisinin derişimidir. Filtrat akısı da; birim zamanda membran alanından geçen filtrat hacminin membran alanına ve birim zamana bölünmesiyle ($L/m^2.sa$) biriminde bulunmuştur.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Membran İçeriğinin Zn(II) İyonları için Yüzde Tutulma ve Akı Üzerine Etkisi

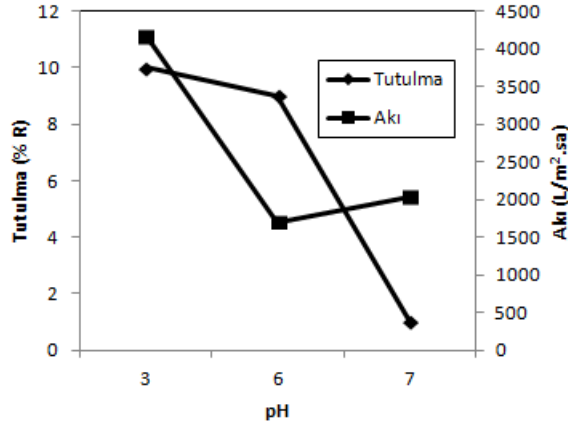
$1 \times 10^{-4} M$ Zn(II) çözeltisi MI ve MII membranları kullanılarak pH 6,0'da ve 60 psi basınçta filtre edilmiştir. Membrandaki PVA içerik artışının tutulma ve akıya etkileri Şekil 1'de verilmiştir. Membranın PVA içeriğindeki artışla tutulma artmakta akı ise azalmaktadır. Membrandaki PVA içeriği artışıyla gözenekli filtrenin gözenekleri daha çok polimer ile kaplanır ve membranın gözenek boyutu azalır dolayısıyla akı azalır ve tutulma artar. Ancak bu şekilde görüldüğü gibi MII membranındaki akı çok azaldığından bundan sonraki çalışmalarda MI membranı kullanılmıştır.



Şekil 1. Membran içeriğinin PVA varlığında Zn(II) iyonları için yüzde tutulma ve akı üzerine etkisi. ($C_{Zn(II)} = 1 \times 10^{-4} M$, $C_{PVA} = 2 \times 10^{-4} \text{ bg/L}$, $P = 60 \text{ psi}$, $pH = 6$)

3.2. pH'ın Zn(II) İyonları için Yüzde Tutulma ve Akı Üzerine Etkisi

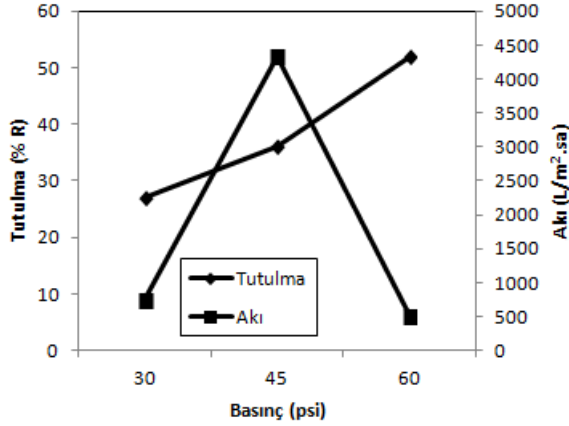
$1 \times 10^{-4} \text{ M}$ Zn(II) ile $2 \times 10^{-4} \text{ bg/L}$ PVA içerikli çözeltilerin 60 Psi basınçta, MI membranı ile pH 3, 6, ve 7'de yapılan filtrasyonunun tutulmaya ve akıya etkileri Şekil 2'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi Zn(II) - PVA çözeltisinin pH'ı 3'den 6'ya arttırdığımızda akı düşmüş ve tutulmada çok az düşmüştür. pH 7'de ise tutulma iyice azalmıştır. Bu durum pH 7'de Zn(II)'nin hidrolize uğradığını dolayısıyla PVA ile neredeyse hiç kompleks yapamadığını ve tutulmanın iyice azaldığını göstermektedir. Ayrıca pH 7'de kekleşmedeki artıştan dolayı akı düşmüştür.



Şekil 2. pH'ın PVA varlığında Zn(II) iyonları için yüzde tutulma ve akı üzerine etkisi.
($C_{\text{Zn(II)}} = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$, $C_{\text{PVA}} = 2 \times 10^{-4} \text{ bg/L}$, $P = 60 \text{ psi}$, Membran = MI)

3.3. Basıncın Zn(II) İyonları için Yüzde Tutulma ve Akı Üzerine Etkisi

Zn(II) iyonları ve PVA kompleksleri karışımıyla yapılan tutulma yüzdeleri düşük çıkmıştır. Zn(II) ve PVA karışımlarıyla bulunan optimum membran kalınlığı ve basınç değerlerinde tutunmayı daha yüksek değerlerde bulmak için araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar neticesi Zn(II) iyonları ve AA kompleksleri karışımında daha yüksek tutulmalara ulaşılmıştır. $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ Zn(II) ile $2 \times 10^{-4} \text{ bg/L}$ AA içerikli çözeltilerin pH 6'da MI membranları ile 30 Psi, 45 Psi, ve 60 Psi basınçlarda yapılan filtrasyonunun tutulma ve akıya etkileri Şekil 1.3'te gösterilmiştir. Görüldüğü gibi Zn(II)-AA çözeltisinin filtrasyonunda basınç 30 Psi'den 45 Psi'ye arttığında akı da artmıştır. Ancak basıncın 60 Psi'ye çıkartılması ile membran yüzeyindeki kekleşmeden dolayı akı düşmüştür. Akının en düşük olduğu 60 psi'de tutulma artarak %52 değerine ulaşmıştır.



Şekil 3. Basıncın AA varlığında Zn(II) iyonları için yüzde tutulma ve akı üzerine etkisi. ($C_{Zn(II)} = 1 \times 10^{-4}$ M, $C_{AA} = 2 \times 10^{-4}$ bg/L, pH = 6, Membran = MI)

4. Sonuç

Bu çalışmada Zn (II) iyonlarının, kompleksleştirici olarak PVA ve AA içeren sulu çözeltilerden filtrasyon tekniği ile ayrılması araştırılmıştır. Membranın içeriğinin, pH'ın ve filtrasyon basıncının tutulma ve akı üzerine etkileri incelenmiştir. Kompleksleştirici olarak AA kullanıldığında en iyi tutulmanın %0,25 PVA (m/v) / selüloz membran ile 60 Psi basınçta ve pH 6'da %52 olduğu bulunmuştur. Bu çalışmalar metal tutulmasını sağlayan ve belirlenen parametre değerlerinde hassas çalışıldığı takdirde uygulanabilir olan bir çalışmadır. Bu membranlar, ağır metallerin sulu çözeltilerden uzaklaştırılmasında kullanıldığı gibi, diğer büyük moleküllü maddelerin sulu ortamlardan uzaklaştırılmasında 60 psi basınca kadar rahatlıkla kullanılabilir.

Kaynaklar

1. Tang YP, Luo L, Thong Z, Chung TS. Recent advances in membrane materials and technologies for boron removal, Journal of Membrane Science, 2017;541:434-446.
2. Stephenson, T, Simon, J, Jefferson, B, Brindle, K. Membrane bioreactors for wastewater treatment, IWA Publishing, London, England, 2000.
3. Lastra A, Gomeza D, Romerob J, Francisco JL, Luque S, Alvarez JR. Removal of metal complexes by nanofiltration in a TCF pulp mill: technical and economic feasibility. Journal of Membrane Science, 2004;242:97-105.
4. Gzara L ve Dhahbi M. Removal of chromate anions by micellar-enhanced ultrafiltration using cationic surfactants. Desalination, 2001;137:241-250.
5. Judd SJ. Membrane technology costs and me. Water Research, 2017;122:1-9.
6. Hosseini, SM, Madaeni, SS, Khodabakhshi, AR. Heterogeneous cation exchange membrane: preparation, characterization and comparison of transport properties of mono and bivalent cations. Separation Science and Technology, 2010;45:2308-2321.
7. Mokhtar M, Dickson SE, Kim Y, Mekky W. Preparation and characterization of ion selective membrane and its application for Cu²⁺ removal, Journal of industrial and Engineering Chemistry, 2018;60:475-484.

8. Chen SH, Wu BH, Fu JC, Wang GJ, Wan LS, Xu ZK. Vertically oriented microporous membranes prepared by bidirectional freezing. *Chinese Journal of Polymer Science*, 2018;36:880-887.
9. Al-Asheh S, Banat F, Mohai F. Sorption of copper and nickel by spent animal bones, *Chemosphere*, 1999;39(12):2087-2096.
10. Çifci C and Kaya A. Preparation of poly(vinyl alcohol)/cellulose composite membranes for metal removal from aqueous solutions. *Desalination*, 2010; 253:175-179.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa
Bilimleri Dergisi**
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



Araştırma makalesi

Mass Pattern of the SM Fermions: Flavor Democracy Revisited

Umit Kaya^{1,2}, Saleh Sultansoy^{2,3*}

¹Ankara University, Science Faculty, Department of Physics, Ankara, Turkey

²TOBB University of Economics and Technology, Ankara, Turkey

³ANAS Institute of Physics, Baku, Azerbaijan

Geliş: 18 Mayıs 2019

Kabul: 31 Mayıs 2019 / Received: 18 May 2019

Accepted: 31 May 2019

Abstract

Mass pattern of the SM fermions is one of the most important mysteries in particle physics. Flavor Democracy could shed light on this mystery. Addition of isosinglet quark and isosinglet lepton give opportunity to obtain masses of charged leptons and quarks of the 2nd and 3rd family due to small deviations from full Flavor Democracy.

Keywords: Flavor democracy, isosinglet quark, isosinglet leptons, standard model.

Özet

SM fermiyonlarının kütle ve karışımları parçacık fiziğinin en önemli gizemlerinden biridir. Çeşni Demokrasisi bu gizemi aydınlatabilir. İzosinglet kuarkın ve izosinglet leptonun eklenmesi 2. ve 3. aile kuarklarının ve yüklü leptonlarının kütlelerinin Çeşni Demokrasisinden küçük sapmalar sayesinde elde edilmesini sağlar.

Anahtar Kelimeler: Çeşni demokrasisi, izosinglet kuark, izosinglet lepton, standart model.

©2019 Usak University all rights reserved.

1. Introduction

Mass and mixing patterns of the SM fermions are among the most important issues, which should be clarified in particle physics. In recent interview published in CERN Courier [1] Steven Weinberg emphasized this point: "Asked what single mystery, if he could choose, he would like to see solved in his lifetime, Weinberg doesn't have to think for long: he wants to be able to explain the observed pattern of quark and lepton masses". In our opinion, Flavor Democracy (see reviews [2-5] and references therein) could provide an important key to solve this mystery.

In this paper, we deal with mass pattern of the SM fermions (mixing pattern will be considered separately). In Section 2, mass pattern of the SM fermions is summarized.

*Corresponding author:

E-mail: ssultansoy@etu.edu.tr

Section 3 is devoted to the current status of the Chiral Fourth Family. Possible solution of the mass pattern mystery due to adding new isosinglet down quark and charged lepton has been considered in Section 4. Finally, we summarized our results in Section 5.

2. Mass Pattern of the SM Fermions

Masses of known charged leptons and quarks are given in Table 1 [6]. We do not consider neutrino masses since their values are not assigned experimentally and probably have specific mechanism, namely, see-saw. It should be noted that right-handed components of neutrinos are counterparts of the right-handed components of up quarks, therefore their inclusion does not mean BSM (Beyond the Standard Model) physics.

It is seen from Table 1 that masses of the first family fermions are much less than masses of second family ones and the latter are much lighter than the masses of the third family fermions (fermion mass hierarchy). The second important point is that mass of t quark is much greater than masses of tau lepton and b quark. This point excludes Flavor Democracy for 3 SM family case.

Table 1 Mass pattern of charged leptons and quarks

	charged leptons	Up type quarks	Down type quarks
1st Family	$0.510998928 \pm 1.1 \times 10^{-8}$ MeV	$2.3_{-0.5}^{+0.7}$ MeV	$4.8_{-0.3}^{+0.5}$ MeV
2nd Family	$105.6583715 \pm 3.5 \times 10^{-6}$ MeV	1.275 ± 0.025 GeV	95 ± 5 MeV
3rd Family	1776.82 ± 0.16 MeV	$173.21 \pm 0.51 \pm 0.71$ GeV	4.18 ± 0.03 GeV

3. Status of the Chiral Fourth Family (C4F)

It is known that the Standard Model does not fix the number of fermion families. This number should be less than 9 in order to preserve asymptotic freedom and more than 2 in order to provide CP violation. According to the LEP data on Z decays, number of chiral families with light neutrinos ($m_\nu \ll m_z$) is equal to 3, whereas extra families with heavy neutrinos are not forbidden. The fourth chiral family was widely discussed thirty years ago (see, for example [7, 8]). However, the topic was pushed off the agenda due to the misinterpretation of the LEP data.

Twenty years later 3 workshops on the fourth SM family [9–11] were held (for summary of the first and third workshops see [12] and [13], respectively). Main motivation was Flavor Democracy [14–16], which naturally provides heavy fourth family fermions including neutrino (consequences of Flavor Democracy Hypothesis for different models, including MSSM and E6, have been considered in [17, 18]). In addition, fourth family gives opportunity to explain baryon asymmetry of universe; it can accommodate emerging possible hints of new physics in rare decays of heavy mesons etc. (see [12] and references therein). Phenomenological papers on direct production (including anomalous resonant production) of the SM4 fermions at different colliders are reviewed in [19] (see tables VI and VII in [19]).

This activity has almost ended due to misinterpretation of the LHC data on the Higgs decays. It should be emphasized that these data exclude the minimal SM4 with one Higgs

doublet, whereas non-minimal SM4 with extended Higgs sector is still allowed [20, 21]. On the other hand, partial wave unitarity puts an upper limit around 700 GeV on the masses of fourth SM family quarks [22], which is almost excluded by the ATLAS and CMS data on search for pair production. For example, ATLAS $\sqrt{s}=8$ TeV data with 20.3 fb⁻¹ integrated luminosity excludes new chiral quarks with mass below 690 GeV at 95% confidence level assuming BR(Q → W q)=1 [23].

Even if SM4 may be excluded by the LHC soon, this is not the case for the general chiral fourth family (C4F). Therefore, ATLAS and CMS should continue a search for C4F up to kinematical limits. Concerning pair production, rescaling of the ATLAS lower bound using collider reach framework [24] shows that LHC will give opportunity to cover Mu4 up to 1.50 and 2.13 TeV with integrated luminosities 300 and 3000 fb⁻¹, respectively.

4. New Weak Isosinglet Fermions

As mentioned in [2, 3, 5], large difference between m_b and m_t can be explained by the addition of isosinglet quarks. Here we consider an addition of one isosinglet quark, so the quark sector is determined as:

$$\left(\begin{matrix} u_L \\ d_L \end{matrix} \right), \left(\begin{matrix} c_L \\ s_L \end{matrix} \right), \left(\begin{matrix} t_L \\ b_L \end{matrix} \right), u_R, d_R, c_R, s_R, t_R, b_R, D_L, D_R \quad (1)$$

where D denotes new isosinglet quark.

In the case of full Flavor Democracy, the mass matrix of the up type quarks can be written as

$$\begin{matrix} & u_R & c_L & t_L \\ u_L & a\eta & a\eta & a\eta \\ c_L & a\eta & a\eta & a\eta \\ t_L & a\eta & a\eta & a\eta \end{matrix} \quad (2)$$

and mass matrix of down type quarks is

$$\begin{matrix} & d_R & s_R & b_R & D_R \\ d_L & a\eta & a\eta & a\eta & a\eta \\ s_L & a\eta & a\eta & a\eta & a\eta \\ b_L & a\eta & a\eta & a\eta & a\eta \\ D_L & M & M & M & M \end{matrix} \quad (3)$$

where M ($M \gg \eta$) is the new physics scale that determines the mass of isosinglet quark. In this case $m_u = m_c = 0$ and $m_t = 3a\eta$ for up type quarks, $m_d = m_s = m_b = 0$ and $m_D = 3a\eta + M = m_t + M$ for down type quarks.

In order to obtain mass of b quark, small deviation from matrix (3) is involved, namely

$$\begin{array}{ccccc}
 & d_R & s_R & b_R & D_R \\
 d_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_b)a\eta \\
 s_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_b)a\eta \\
 b_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_b)a\eta \\
 D_L & (1-\beta_b)M & (1-\beta_b)M & (1-\beta_b)M & M
 \end{array} \quad (4)$$

At this stage, for numerical calculations we assume $\alpha_b = \beta_b$. The masses of d and s quarks remain as $m_d = m_s = 0$. On the other hand, masses of b and D quarks are as follows

$$\begin{aligned}
 m_b &= \frac{1}{2}\{3a\eta + M - \sqrt{\dots}\}; \quad m_D = \frac{1}{2}\{3a\eta + M + \sqrt{\dots}\} \\
 \sqrt{\dots} &= \sqrt{9(a\eta)^2 + 12a\eta M\alpha_b\beta_b - 12a\eta M\alpha_b - 12a\eta M\beta_b + 6a\eta M + M^2}
 \end{aligned} \quad (5)$$

For $\alpha_b = \beta_b \ll 1$

$$\sqrt{\dots} \approx (3a\eta + M) - \frac{12a\eta M\alpha_b}{(3a\eta + M)} \quad (6)$$

Therefore m_b, m_D and α_b are given by

$$m_b \approx \frac{6a\eta M\alpha_b}{(3a\eta + M)} \quad (7)$$

$$m_D \approx (3a\eta + M) - \frac{6a\eta M\alpha_b}{(3a\eta + M)} \quad (8)$$

$$\alpha_b \approx \frac{(m_t + M)m_b}{2m_t M} \quad (9)$$

Taking $m_b = 4.18$ GeV and $m_t = 173$ GeV we obtain α_b and m_D corresponding to the different values of M which are given in Table 2.

Table 2 α_b and m_D corresponding to different values of M

M(GeV)	1000	2000	5000	10000	20000
$\alpha_b(10^{-2})$	1.42	1.31	1.25	1.23	1.22
m_D	1169	2169	5169	10169	20169
$\alpha_\tau(10^{-3})$	6.02	5.58	5.31	5.22	5.18
m_L	1171	2171	5171	10171	20171

Similarly, tau lepton mass can be determined by adding an isosinglet lepton. In this case lepton sector is

$$\begin{pmatrix} e_L \\ \nu_{e_L} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \mu_L \\ \nu_{\mu_L} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \tau_L \\ \nu_{\tau_L} \end{pmatrix}, e_R, \nu_{e_R}, \mu_R, \nu_{\mu_R}, \tau_R, \nu_{\tau_R}, L_L, L_R \quad (10)$$

Then, the mass matrix becomes

$$\begin{array}{ccccc} & e_R & \mu_R & \tau_R & L_R \\ e_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_\tau)a\eta \\ \mu_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_\tau)a\eta \\ \tau_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_\tau)a\eta \\ L_L & (1-\beta_\tau)M & (1-\beta_\tau)M & (1-\beta_\tau)M & M \end{array} \quad (11)$$

For $\alpha_\tau = \beta_\tau \ll 1$ m_τ, m_L and α_τ are given by

$$m_\tau = \frac{6a\eta M \alpha_\tau}{(3a\eta + M)} \quad (12)$$

$$m_L = (3a\eta + M) - \frac{6a\eta M \alpha_\tau}{(3a\eta + M)} \quad (13)$$

$$\alpha_\tau \approx \frac{(m_t + M)m_\tau}{2m_t M} \quad (14)$$

With $m_\tau = 1.777$ GeV we obtain α_τ and m_L corresponding to the different values of M which are given in the last two rows of Table 2.

Because the masses of the e, u and d quarks are very small, we do not comment on them at this stage. Masses of s quark, muon and c quark can also be obtained due to small deviations from full democracy. Concerning c quark let us consider following modification of the mass matrix of up quarks

$$\begin{array}{ccc} & u_R & c_L & t_L \\ u_L & a\eta & a\eta & a\eta \\ c_L & a\eta & a\eta & a\eta \\ t_L & a\eta & a\eta & (1+\alpha_c)a\eta \end{array} \quad (15)$$

For $\alpha_c \ll 1$

$$\begin{aligned} m_u = 0; m_c = \frac{1}{2} a\eta \{\alpha_c + 3 - \sqrt{\dots}\}; m_t = \frac{1}{2} a\eta \{\alpha_c + 3 + \sqrt{\dots}\} \\ \sqrt{\dots} = \sqrt{(3 + \alpha_c)^2 - 8\alpha_c} \end{aligned} \quad (16)$$

For $\alpha_c \ll 1$

$$\alpha_c \cong \frac{9m_c}{2m_\tau} = 3.3 \times 10^{-2} \quad (17)$$

In order to obtain muon mass, we consider following modification of the Eq. 4

$$\begin{array}{cccc} & e_R & \mu_R & \tau_R & L_R \\ e_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_\tau)a\eta \\ \mu_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_\tau)a\eta \\ \tau_L & a\eta & a\eta & (1+\alpha_\mu)a\eta & (1-\alpha_\tau)a\eta \\ L_L & (1-\beta_\tau)M & ((1-\beta_\tau)M) & (1-\beta_\tau)M & M \end{array} \quad (18)$$

For $M = 2000$ GeV, $\alpha_\tau = \beta_\tau = 5.58 \times 10^{-3}$ and $\alpha_\mu = 2.73 \times 10^{-4}$ this mass matrix lead to

$$m_L = 2171 \text{ GeV}, m_\tau = 1.777 \text{ GeV}, m_\mu = 104.7 \text{ MeV} \quad (19)$$

Similarly, for down type quarks

$$\begin{array}{cccc} & d_R & s_R & b_R & D_R \\ d_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_b)a\eta \\ s_L & a\eta & a\eta & a\eta & (1-\alpha_b)a\eta \\ b_L & a\eta & a\eta & (1+\alpha_s)a\eta & (1-\alpha_b)a\eta \\ D_L & (1-\beta_b)M & (1-\beta_b)M & (1-\beta_b)M & M \end{array} \quad (20)$$

For $M = 2000$ GeV, $\alpha_b = \beta_b = 1.32 \times 10^{-2}$ and $\alpha_s = 2.48 \times 10^{-4}$ we obtain

$$m_D = 2168 \text{ GeV}, m_b = 4.18 \text{ GeV}, m_s = 95.2 \text{ MeV} \quad (21)$$

5. Conclusion

It is shown that masses of 2nd and 3rd SM family fermions can be obtained due to small deviations of Flavor Democracy, if new heavy isosinglet quark and isosinglet lepton exist in nature. These new quark and lepton have approximately same masses. Main decay channels of isosinglet quarks are $D \rightarrow Wq$ ($q = u, c, t$) with $\text{BR} \sim 0.5$, $D \rightarrow Zq$ ($q = d, s, b$) with $\text{BR} \sim 0.25$ and $D \rightarrow Hq$ ($q = d, s, b$) with $\text{BR} \sim 0.25$. Isosinglet lepton will decay into $L \rightarrow W\nu$ with $\text{BR} \sim 0.5$, $L \rightarrow Zl$ ($l = e, \mu, \tau$) with $\text{BR} \sim 0.25$ and $L \rightarrow Hl$ ($l = e, \mu, \tau$) with $\text{BR} \sim 0.25$. The ATLAS experiment excludes the mass smaller than 1.21 TeV from the decay channel $D \rightarrow Hb$ [25].

References

1. Chalmers M. Model Physicist. [Document on the Internet]. CernCourier; 2017 [cited 2019 March 5]. Available from: <http://cerncourier.com/cws/article/cern/70138>.
2. Sultansoy S. Four Ways to TeV Scale. Turkish Journal of Physics, 1998; 22: 575-594.
3. Sultansoy S. Four Remarks on Physics at LHC. Invited talk at ATLAS Week, 1997 May 26-31; Geneva, Switzerland. [cited 2019 March 5]. Available from: <http://inspirehep.net/record/971257>.
4. Arik, E and Sultansoy S. Turkish comments on 'Future perspectives in HEP'. 2003 [cited 2019 March 5]. Available from: <http://inspirehep.net/record/612725>.
5. Sultansoy S. Flavor Democracy in Particle Physics. 2006 [cited 2019 March 5]. Available from: <http://inspirehep.net/record/729701>.
6. Patrignani C et al.(Particle Data Group). The Review of Particle Physics. Chinese Physics C, 2016 and 2017 update; 40:100001.
7. Cline D and Soni A. Proceedings of the First International Symposium on the fourth family of quarks and leptons: 1987 February 26-28; Santa Monica, CA, published in: Annals of the New York Academy of Sciences, 1987; 518.
8. Cline D and Soni A. Proceedings of the Second International Symposium on the fourth family of quarks and leptons: 1989 February 23-25; Santa Monica, CA, published in Annals of the New York Academy of Sciences, 1989;578.
9. Beyond the 3SM generation at the LHC era Workshop. [Document on homepage]. 2008 September 4-5; CERN, Geneva, Switzerland, [cited March 5], Available from: <http://indico.cern.ch/event/33285>.
10. Second Workshop on Beyond 3 Generation Standard Model New Fermions at the Crossroads of Tevatron and LHC. [Document on homepage]. 2010 January 14-16; Taipei, Taiwan, [cited March 5], Available from: <http://indico.cern.ch/event/68036>.
11. Third Workshop on Beyond 3 Generation Standard Model Under the light of the initial LHC results. [Document on homepage]. 2011 October 23-25; Istanbul, Turkey, [cited March 5], Available from: <https://indico.cern.ch/event/150154>.
12. Holdom B et al. Four statements about the fourth generation. PMC Physics A, 2009; 3:4. arXiv:0904.4698 [hep-ph].
13. Cetin SA et al. Status of the Fourth Generation: A Brief Summary of B3SMIII Workshop in Four Parts. 2011; arXiv:1112.2907.
14. Fritzscht H. Light neutrinos, nonuniversality of the leptonic weak interaction and a fourth massive generation. Physic Letters B, 1992; 289(1-2):92-96.
15. Datta A. Flavour democracy calls for the fourth generation. Pramana, 1993; 40(6):L503-L509.
16. Celikel A, Ciftci AK, and Sultansoy S. A search for the fourth SM family. Physics Letters B, 1995; 342(1):257-261.
17. Sultansoy S. Why the four SM families. 2000; arXiv:hep-ph/0004271.
18. Sultansoy S. Flavor democracy in particle physics. AIP Conference Proceeding, 2007; 899:49; arXiv:hep-ph/0610279.
19. Sahin M, Sultansoy S, and Turkoz S. Search for the fourth standard model family. Physical Review D, 2011; 83: 054022.
20. Bar-Shalom S, Geller M, Nandi S and Soni A. Two Higgs doublets, a 4th generation and a 125 GeV Higgs: a review. Advance in High Energy Physics, 2013; 672972.
21. Banerjee S, Frank M, Rai SK. Higgs data confronts sequential fourth generation fermions in the Higgs triplet model. Physical Review D, 2014;89(no.7): 075005.
22. Chanowitz MS , Furman MA and Hinchliffe I. Weak interactions of ultra heavy fermions (II). Nuclear Physics B, 1979;153:402.

23. Aad G. et al. Search for pair production of a new heavy quark that decays into a W boson and a light quark in pp collisions at $\sqrt{s}= 8$ TeV with the ATLAS detector. Physical Review D, 2015; 92(11):112007.
24. Salam G. and Weiler A. The Collider Reach project. [Document on the Internet]. [cited 2018 Marc 5]. Available from:<http://collider-reach.web.cern.ch/collider-reach>.
25. ATLAS Exotics Searching Summary. [Document on the Internet]. [cited 2018 Marc 5]. Available from: https://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/PHYSICS/CombinedSummaryPlots/EXOTICS/ATLAS_Exotics_Summary/ATLAS_Exotics_Summary.png.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa
Bilimleri Dergisi**
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



Araştırma Makalesi / Research Article

**İnegöl ve Kasap Köftelerin 170 °C Pişirilmesi Esnasında
Salmonella'nın Termal İnaktivasyonu**

Çağdaş Kaş¹, Abdullah Dikici^{1*}

¹ Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Türkiye.

Geliş: 21 Mayıs 2019

Kabul: 16 Haziran 2019 / Received: 21 May 2019

Accepted: 16 June 2019

Abstract

In this study, thermal inactivation of *Salmonella* by cooking at 170°C in Kasap and Inegol meatballs, which have two different geometrical shapes, was investigated. Samples of meatballs that were experimentally contaminated with *Salmonella* at an average of $7.00 \pm 1.00 \log_{10}$ cfu/g were cooked on an electric grill at 170°C. *Salmonella* counts were determined by sampling the cooked meatballs at every 5 °C increase (between 50-90°C) in the central temperature. When the central temperature of Inegol meatballs reached to 50°C, 1.31 \log_{10} cfu/g decrease, and to 70°C, 2.55 \log_{10} cfu/g decrease in the viable counts of *Salmonella* was achieved. 5.35 \log_{10} cfu/g decrease in the *Salmonella* count was achieved when the central temperature of İnegöl meatballs reached to 85°C. When the central temperature of Kasap meatballs reached to 60°C, 1.99 \log_{10} cfu/g and to 80°C, 6.19 \log_{10} cfu/g *Salmonella* inactivation was determined. The central temperature of the meatballs reached to 90 °C in approximately 9 minutes. When the samples were compared based on the time needed the central temperature to reach to 85°C, it was determined that the central temperature of kasap meatball samples reached to this temperature more quickly (7.54 minutes) than that of Inegol meatball samples (8.40 minutes). The results of this study show that the kasap meatballs, which are cooked on an industrial grill by conductional cooking, should be cooked until the center temperature reaches 80°C and above, and Inegol meatballs should be cooked until the center temperature reaches to 85°C and above, before serving for consumption in order to ensure the safety of the product. The use of these temperatures during cooking of meatballs, a traditional food product that is well adapted to fast-food nutrition style, is recommended to not risk the public health with *Salmonella*.

Keywords: Pathogen, thermal inactivation, conduction, köfte, meatball.

Özet

Bu çalışmada *Salmonella* inoküle edilmiş kasap ve inegöl köftelerinin termal inaktivasyonu araştırılmıştır. İnegöl köfte örneğine ortalama $7.00 \pm 1.00 \log_{10}$ kob/g seviyesinde bulaştırılan *Salmonella*, 170 °C sıcaklıktaki elektrikli ızgarada pişirilmiştir. Pişirilen inegöl köftelerden 50-90 °C arasında 5 'er °C köfte merkez sıcaklıkları ölçülmüştür ve her bir sıcaklıktaki *Salmonella* canlılığı araştırılmıştır. İnegöl köftelerin merkez sıcaklıklarının ölçülmesi ile 50 °C sıcaklıkta 1,31 log-kob/g lık bir azalma sağlanmıştır. Merkez sıcaklığı 70 °C ye ulaştığında ise 2,55 log-kob/g lık bir azalma sağlanmıştır. İnegöl köfte örneklerinin merkez sıcaklığı 85 °C ye geldiğinde ise 5,35 \log_{10} kob/g'lık bir *Salmonella* azalması rapor edilmiştir. Kasap

*Corresponding author:

E-mail: a.dikici@usak.edu.tr

köfte örneğine ortalama $7,19 \log_{10}$ kob/g seviyesinde bulaştırılan *Salmonella* 170 °C sıcaklıktaki elektrikli ızgarada pişirilmiştir. Pişirilen kasap köftelerden 50-90 °C arasında 5 'er °C köfte merkez sıcaklıkları ölçülmüştür ve her bir sıcaklıktaki *Salmonella* canlılığı araştırılmıştır. Kasap köftelerin merkez sıcaklıklarının ölçülmesi ile 60 °C sıcaklıkta $1,99 \log_{10}$ kob/g lık bir patojen azalması tespit edilmiştir. 80 °C ye ulaşılan merkez sıcaklık da ise kasap köfteler için $6,19 \log_{10}$ kob/g lık bir *Salmonella* inaktivasyonu belirlenmiştir. Köftelerin merkezi sıcaklığının 90 °C'ye yaklaşık olarak 9 dakikada çıktığı saptanmıştır. Köfte merkezi sıcaklığının 85 °C'ye çıkması açısından kıyaslandığında kasap köftenin bu sıcaklıklara çok daha hızlı çıktığı (7,54 dak.), inegöl köftenin ise daha geç ulaştığı (8.40 dak) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda sanayi tipi ızgarada kondüksiyonel olarak pişirme yöntemi ile tüketime sunulan kasap köftelerde merkez sıcaklığı en az 80 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda; inegöl köftelerde ise merkez sıcaklıkları en az 90 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda tüketilmesinin gıda güvenliği açısından uygun olduğu belirlenmiştir.

Keywords: Patojen, termal inaktivasyon, kondüksiyon, köfte.

©2019 Usak University all rights reserved.

1. Giriş

Tüm dünyada ve ülkemizde hızla gelişen *fastfood* beslenme şekli her geçen gün giderek artmaktadır. Günümüzde de buna bağlı olarak şehir yaşamına adapte olan tüketicilerin talepleri doğrultusunda gıda sanayisi çalışmalarını sürdürmektedir [1]. Köfte ve çeşitleri, ülkemizde *fastfood* tüketim tarzında sıklıkla tercih edilen ürünler haline gelmiştir. Hızlı ve pratik tüketimi ile birçok tüketicinin tercihi olan köfte ürünü beraberinde ise birçok gıda kaynaklı hastalık riskleri ve görülme olasılığını arttırmaktadır.

Kıyma, besin bileşimi olarak üstün bir değere sahip olması, teknolojik işlemler uygulanması ile parçalanarak yüzey alanının genişlemesi neticesinde patojen ve saprofit mikroorganizmalar için ideal bir üreme ortamı oluşturması özelliği sebebi ile riskli gıda grupları arasında yer almaktadır [2]. Bu risklerin başında da *Salmonella* gelmektedir. *Salmonella* enfeksiyonları açısından riskli gıda gruplarının başında hayvansal kaynaklı gıdalar ve bunların da en önemlilerinden biri kıyma ve bu kıymalardan hazırlanan köfte ürünleri gelmektedir. Dünya üzerinde çiğ sığır kıymalarında ve hazır köftelerde yapılan çalışmalar sonucunda bunların *Salmonella* ile olan kontaminasyon oranlarının %0 ile %26,7 aralığında olduğu tespit edilmiştir [3,4,5,6,7]. Ülkemizde ise bu oranların %0 ile %18 aralığında olduğu belirtilmektedir [8,9,10,11,12].

Salmonella, *Enterobacteriaceae* ailesinde bulunan, gram-negatif, fakültatif anaerob bir bakteridir. Spor oluşturmeyen, 0,7-1,5 x 2,0-5,0 µm boyutlarında, kapsülsüz basillerdir [13,14,15,]. Enfeksiyon mikroorganizmanın vücuda girmesi ve bağırsağa ulaşmasıyla başlar [16]. Gıda kaynaklı *Salmonella* kontaminasyonları çok büyük ekonomik kayıplara ve tıbbi maliyetlere yol açmaktadır [17]. Amerika Birleşik Devletleri'nde yaklaşık 1,4 milyon olaya neden olduğu ve mali kaybın ise 2 milyar dolardan fazla olduğu, Kanada'da ise mali kaybın 1 milyar dolar olduğu belirtilmektedir [18].

Et ve et ürünlerinde özellikle de köftelerde tüm bu riskler göz önüne alındığında son ürün açısından *Salmonella* patojeni için en önemli ve etkili bariyer, uygun pişirme sıcaklıkları ve süreleridir. Sahadaki veriler ile gerçekleştirilen pişirme işleminin patojen eliminasyonunu tamamen sağlamadığına dair çalışmalar bulunmaktadır. Lahou ve arkadaşlarının [19] gerçekleştirdiği bir çalışmada çeşitli et ve et ürünlerinin tavada kızartılmasında *Campylobacter jejuni*, *E. coli* O157:H7, *Salmonella*, *L. monocytogenes*'in termal inaktivasyonlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, tüketiciler tarafından etin görsel olarak tamamen pişirildiği değerlendirilse bile tavada kızartma işleminden sonra hayatta kalan patojenlerin hâlâ mevcut olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Manios ve Skandamis [20] *Salmonella* ve *E. coli* O157:H7'nin yaşamı ve termal inaktivasyonu üzerine donmuş, çözünmüş sığır köftelerinde fırın ve ızgarada pişirme

yöntemlerinin etkinliğini incelemiştir. 75 gün boyunca donmuş muhafaza edilen köftede hayatta kalmış olan *E. coli* O157:H7'nin 71°C fırında pişirilmesine rağmen 3.1log'lık patojenin inaktive olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak her iki patojenin elimine edilmesi için gerekli etkin pişirme yönteminin fırın ve ızgarada 71°C'nin üzerinde olduğu belirtilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmanın amacı, *Salmonella* inoküle edilmiş kasap ve İnegöl köftelerin 170 °C'de ısıtılmış ızgarada (elektrikli) pişirilmesi sonucunda patojenin termal inaktivasyonunun belirlenmesidir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Denemelerde kullanılan *Salmonella* kültürü Uşak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Laboratuvarından temin edildi. Deneyde kullanılan suşlar (ATCC 700408, ATCC 14028, NTCC 74, NTCC 12416) dı. Köfte örneklerinin hazırlanması için kıyma, Uşak ilindeki yerel bir kasaptan (Bölme Et Ürünleri) ortalama %15-20 yağlı olacak şekilde temin edildi. Kasap ve İnegöl köfte yapımında koruyucu içermeyen ticari bir harç (Knorr kasap ve İnegöl köfte harcı) kullanıldı. Firmanın belirlediği direktiflere göre kasap köfte için yaklaşık 25 g yumurta (Keskinöğlü Tavukçuluk ve Damızlık İşletmeleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., Manisa) ilave edildi. Köftelerin pişirme işlemi elektrikli bir ızgara (Mangalet, Korkmaz, İstanbul; Gigant, 61200E, Bursa) kullanılarak yapıldı. Izgara sıcaklıkları (IKA ETS-D5, ALMANYA) ve köfte merkez sıcaklıkları (TFA 30.1018, ALMANYA) termometre ile ölçüldü. Çalışma en az 3 kere tekrar edildi.

2.2. Metot

2.2.1. *Salmonella* Kültürlerinin Hazırlanması

Buzdolabında saklanan stok kültürden alınan *Salmonella* suşları, Tryptic Soy Broth (TSB 105459, ALMANYA) besiyerine inoküle edilerek 37 °C'de 18- 24 saat gelişime bırakıldı. Bu işlem 2 kere tekrar edildi. İnkübasyon sonunda sıvı besiyerinden pelet elde edilmesi için 4000 devirde 5 dk santifirj edildi. Besiyeri uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen peletler steril serum fizyolojik yardımı ile kırıldı ve tüm suşlar 1 tüpte toplanacak şekilde birleştirildi. Patojen kokteylindeki bakteri sayısı $9 \log_{10}$ kob/g civarında olduğu belirlendi.

2.2.2. Köfte Örneklerinin Hazırlanışı ve Kültürün İnokülasyonu

Köfte yapımları ticari firmanın belirttiği direktifler ile yapıldı. Kasap köfte örnekleri için 300 g normal yağlı (%15-20) dana kıyma içerisine, 24,6 g hazır kasap köfte harcı, 25 g yumurta ve 100 ml su ilave edilerek kıyma yoğruldu ve bu karışımın içerisine homojen olarak 1 ml *Salmonella* kültürü inoküle edildi. Her bir adedi 25 g olmak üzere toplamda 12 adet kasap köfte hazırlandı ve hemen buzdolabına dinlenmeye kaldırıldı.

İnegöl köfte örnekleri için 250 g normal yağlı (%15-20) dana kıyma içerisine, 21,5 g hazır inegöl köfte harcı, 75 ml su ilave edilerek yoğruldu ve bu karışımın içerisine homojen olarak 1 ml *Salmonella* kültürü inoküle edildi. Her bir adedi 20 g olmak üzere toplamda 12 adet İnegöl köfte hazırlandı ve hemen buzdolabına dinlenmeye kaldırıldı.

2.2.3. İnokülasyon Yapılmış Köftelerin Pişirilmesi

Kasap ve İnegöl köfte örnekleri 170 °C'ye ısıtılmış elektrikli ızgarada pişirildi. Pişirme işlemi esnasında köftelerin merkez sıcaklıkları ve aynı anda ızgaranın sıcaklık ölçüm değerleri takip edildi. 50 °C - 55 °C - 60 °C - 65 °C - 70 °C - 75 °C - 80 °C - 85 °C - 90°C merkez sıcaklıklarında toplamda 10 adet örnekleme yapılarak her sıcaklıkta *Salmonella*'nın termal inaktivasyonunu belirlemek amacı ile sayımı yapıldı.

2.2.4. *Salmonella* Sayımı

Pişirme işlemi uygulanan köfteler steril stomacher poşetlerine alınıp buzlu su karışımı bulunan kaba daldırılarak hızlı soğutuldu ve buzdolabına kaldırıldı. Soğutulan köfte örnekleri tartıldı ve her bir tartımın 9 katı kadar peptonlu su (Pepton Water LAB104 LABM, İNGİLTERE) ilave edilerek 1/10'luk dilüsyon elde edildi. Karıştırıcıda (Masticator-IUL, İSPANYA) yaklaşık 2dk boyunca homojenize edildi. 1 ml alınarak, 1/10'luk düzende 1/10⁸'e kadar seyreltilip, her dilüsyondan çift seri XLD plaklarına 0.1 ml yüzey yayma yöntemi ile ekimler yapıldı ve 35 °C de 24-48 saat inkübe edildi. Süre sonunda tipik kolonilerin (siyah renkli koloniler) sayımı yapıldı

2.2.5. İstatistiksel Analiz

Log₁₀kob/ml'ye çevrilen veriler "köfte çeşidi x merkezi sıcaklık" olacak şekilde faktöryel dizayna uygun olarak sabit etkiler ve değişkenler arası interaksiyonlar yönünden varyans analizine (iki yönlü ANOVA) tabi tutulmuştur. General Linear Models (GLM) prosedürlerine göre, en düşük kareler ortalamaları Fisher's Least Significant Difference (LSD) testi kullanılarak ayrıştırılmış ve bunda istatistiksel önem seviyesi %5 olarak kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler için Statistical Analysis System (SAS) programı kullanılmıştır [21].

3. Bulgular

3.1. İnegöl Köftelere İnöküle Edilen *Salmonella*'nın Termal İnaktivasyonu

İnegöl köfte örneğine ortalama 6,97 log₁₀ kob/g seviyesinde bulaştırılan *Salmonella*'nın 170 °C sıcaklıkta sanayi tipi ızgaradaki termal inaktivasyonu tespit edildi. Bu amaçla 50-90 °C arasında 5'er °C köfte merkez sıcaklıkları ölçüldü ve her bir sıcaklıktaki *Salmonella* canlılığı araştırıldı. İnegöl köfte için *Salmonella* kontaminasyon seviyesinin 6,97±0,45log₁₀kob/g olduğu saptandı (Tablo 1). Başlangıç aşaması ve 50 °C deki örnek arasında 1,31 log₁₀kob/g'lık bir *Salmonella* azalması meydana geldiği ve istatistiksel olarak azalmanın önemli olduğu saptandı (P<0.05). 70 °C ye baktığımızda istatistik olarak önemli olan ikinci bir farklılık ortaya çıktı ve 2,55 log₁₀kob/g'lık bir azalma belirlendi(P<0.05) (Tablo 1). Köfte örneklerinin merkez sıcaklığı 85 °C ye geldiğinde ise 5,35 log₁₀kob/g'lık bir *Salmonella* azalması rapor edildi (P<0.05) (Tablo 1).

3.2. Kasap Köftelere İnöküle Edilen *Salmonella*'nın Termal İnaktivasyonu

Kasap köfte örneğine ortalama 7,19 log₁₀ kob/g seviyesinde bulaştırılan *Salmonella*'nın 170 °C sıcaklıkta elektrikli ızgaradaki termal inaktivasyonu tespit edildi. Bu amaçla 50-90 °C arasında 5'er °C köfte merkez sıcaklıkları ölçüldü ve her bir sıcaklıktaki *Salmonella* canlılığı araştırıldı. Başlangıç aşaması ve 60 °C deki örnek arasında 1,99 log₁₀kob/g'lık bir patojen azalması tespit edildi (P<0.05) (Tablo 1). 80 °C ye ulaşılan merkez sıcaklık da

kasap köfteler için 6,19 log₁₀kob/g 'lık bir *Salmonella* inaktivasyonu belirlendi (P<0.05) (Tablo 1).

Kasap ve İnegöl köfteler belirlenen merkezi sıcaklıklarda *Salmonella*'nın termal inaktivasyonu açısından değerlendirildiğinde başlangıç sıcaklığından itibaren köfteler arasında fark yokken 85 °C'de patojen sayısı açısından istatistiksel olarak önemli bir fark (p<0.05) ortaya çıktı (Tablo 1).

Köftelerin merkezi sıcaklığının yaklaşık 90 °C'ye yaklaşık 9 dakikada çıktığı saptandı (Tablo 2-3). Köfte merkezi sıcaklığının 85 °C'ye çıkması açısından kıyaslandığında kasap köftenin bu sıcaklıklara çok daha hızlı çıktığı (7,54 dk) (Tablo 3), İnegöl köftenin ise daha geç ulaştığı (8.40 dk) (Tablo 2) belirlendi.

Tablo 1. Deneysel *Salmonella* inoküle edilmiş kasap ve İnegöl köftelerde patojenin termal inaktivasyonu (log₁₀kob/g) (n:3, N:6).

Köfte Tipi	Merkezi Sıcaklık									
	Başlan gıç	50	55	60	65	70	75	80	85	90
İnegöl	6,97±0, 45 ^{aX}	5,6 6±0, 19 ^b x	5,59±0, 47 ^{bX}	5,16±0, 88 ^{bX}	5,28±0, 34 ^{bX}	4,42±0, 36 ^{cX}	4,08±1, 10 ^{cX}	3,12±1, 34 ^{Xd}	1,62±1, 12 ^d	1,33±0, 97 ^d
Kasap	7,19±0, 2 ^{aX}	6,1 5±0, 31 ^a bX	5,94±0, 17 ^{abX}	5,20±0, 55 ^{bX}	5,05±0, 71 ^{bX}	3,69±1, 33 ^{bX}	2,46±1, 84 ^{bX}	1,00±0, 20 ^{cY}	< 1	< 1

a, b, c: Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

X, Y: Aynı sütundaki farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Tablo 2. 170 °C ızgara sıcaklığında pişirilen İnegöl köftelerdeki pişirme süresi, ızgara ve merkez sıcaklık değişiklikleri.

Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)	Izgara Sıcaklığı (°C)	Süre (Dakika)
5	185	0
50	163	03:53
55	165	04:12
60	167	04:31
65	162	05:19
70	162	05:37
75	175	06:51
80	175	07:35

85	174	08:26
90	180	09:02

Tablo 3. 170 °C ızgara sıcaklığında pişirilen kasap köftelerdeki pişirme süresi, ızgara ve merkez sıcaklık değişiklikleri.

Köfte Merkez Sıcaklığı (°C)	Izgara Sıcaklığı (°C)	Süre (Dakika)
5	187	0
50	159	02:46
55	162	03:14
60	168	03:42
65	169	03:59
70	173	04:36
75	180	05:50
80	176	06:21
85	171	07:28
90	173	09:11

4. Tartışma

Salmonella ile deneysel kontamine edilen köfte örneklerinin elektrikli ızgara üzerinde pişirilerek termal inaktivasyonunun araştırıldığı çalışmalar yok denecek kadar azdır. Daha çok yapılan çalışmalar kıyma, dana eti ve köftelerin su banyosundaki D ve Z değerlerinin bulunarak termal inaktivasyon modellemesi üzerinedir.

Murphy ve arkadaşları [22] sığır kıymalarından yapılan köftelere 6 farklı *Salmonella* serotipi (Senftenberg, Typhimurium, Heidelberg, Mission, Montevideo ve California) inoküle etmiştir. Daha sonra bu köftelerin su banyosunda 55, 57,5, 60, 62,5, 65 °C sıcaklıklarda termal inaktivasyon değerlerini hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda D değerlerini sırası ile 9.09, 7.7, 4.8, 2.4 ve 0.97 dk olarak hesaplamışlar ve Z değerini ise 9.14 °C olarak bulmuşlardır. Osaili ve arkadaşları [23] formüle edilmiş tüketime hazır domuz köftelerinde *Salmonella* için termal inaktivasyon çalışmaları ile D ve Z değerlerini belirlemişlerdir. Patojen inoküle edilen domuz köfte örnekleri steril torbalara alınmış ve su banyosunda 55, 57.5, 60, 62.5, 65, 67.5 ve 70 °C için D ve Z değerleri hesaplanmıştır. D değerlerini sırası ile 69.48, 29.99, 15.20, 7.71, 2.64, 0.61, 0.29 dk ve Z değerini de 6.2 °C olarak bulmuşlardır. Orta Ramirez ve arkadaşları [24] sığır kıymalarında *Salmonella* patojeni ile yaptıkları termal inaktivasyon çalışmasında D ve Z değerlerini ortaya koymuşlardır. Su banyosunda 53,58,63 ve 68 °C için alınan örneklerde *Salmonella*'nın D değerlerini sırası ile 53, 15.17, 2.08, 0.22 dk ve Z değeri ise 6.25 °C olarak belirlemişlerdir. Bu tip çalışmalar benmari ortamında yapıldığından ısının gıda içinde dağılımı çok hızlı ve eşit miktarda (konveksiyon) olmaktadır. Ancak bu tip örneklerin

ızgarada pişirilmesi neticesinde (kondüksiyon) köfte içerisine eşit bir şekilde nüfuz etmeyeceğinden bulunan değerlerin gerçekçi olmayacağı düşünülmektedir.

Yine Velasquez ve arkadaşları [25] yaptıkları çalışmada 2 farklı domuz etinin termal dirençlerini hesaplamıştır. Bu çalışmada fiziksel olarak farklılıkların termal direnç üzerine etkisini ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda bütün et'in kıymaya göre ısıya daha dirençli olduğunu gözlemlemişlerdir.

Gurman ve arkadaşları [26] *Salmonella* bulaştırılmış ekstra yağsız ve normal yağlı domuz kıymalarına burger köfte şekilleri verilerek elektrikli tavada pişirmişlerdir ve *Salmonella* sağ kalımının yağ içeriği arttıkça arttığını gözlemlemişlerdir. Bizim çalışmamızda yağ oranı sabit alınmaya çalışıldığından dolayı yağ oranının etkisi dikkate alınmamıştır.

Köfte içerisindeki mikroorganizmaların hayatta kalması için tuz, pH, yağ oranı vb. içeriklerin farklılığı etkilemektedir [26]. Aynı zamanda şekilsel farklılıklarda oldukça önemli hale gelmektedir [25]. Geleneksel gıdalarımızdan olan kasap ve İnegöl köftelerin geometrik farklılıklarından kaynaklı termal inaktivasyon üzerine etkisi olduğu çalışmamızda tespit edilmiştir (Tablo 1). İnegöl ve kasap köftelerin merkezi sıcaklığının 80 °C'ye ulaşması sonucunda aralarında termal inaktivasyon açısından fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bu farklılığın köftelerin şeklinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü kasap köftenin yüzey alanı daha geniş olduğu için daha çabuk ısınmış ve termal inaktivasyon etkisi daha fazla olmuştur. Ancak İnegöl köftede ise ızgaraya temas eden kısmın çok daha az olmasına bağlı olarak daha yavaş ısınmış ve patojen sayısı yeterince azalmamıştır. Bu durum patojenin termal adaptasyon sağlamasına neden olmuş olabilir. İnegöl köfte yapımı için kullanılan malzemelerin de termal adaptasyonu tetiklemiş olabileceği düşünülebilir.

Tüm dünyada ve ülkemizde değişen yaşam tarzı ile birlikte tüketilebilir gıda hazırlamak için ayrılan süreler giderek azalmaktadır. Bu yüzden de pratik, hazır, *fastfood* tarzı tüketim hızla artmaktadır. Bu amaçla hızlı tüketimin başında gelmekte olan ızgarada pişirme usulü köftelerde ise beraberinde gıda güvenliği açısından en önemli risklerin başında gelen *Salmonella* patojeni çalışmada kullanılmıştır. Sonuç olarak sanayi tipi ızgarada kondüksiyonel olarak pişirme yöntemi ile tüketime sunulan kasap köftelerde merkez sıcaklığı en az 80 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda; inegöl köftelerde ise merkez sıcaklıkları en az 90 °C ve üzerindeki sıcaklıklarda tüketilmesinin gıda güvenliği açısından uygun olduğunu göstermiştir. Literatürde sanayi tipi ızgara tarzında pişirme yöntemi uygulanarak termal inaktivasyon ve güvenli sıcaklıkların belirlenmesine dair çalışmanın bulunmaması nedeni özellikle geleneksel köftelerimiz içinde HACCP ve GMP uygulamalarında kritik limitlerin belirlenmesinde oldukça faydalı olacaktır.

Kaynaklar

1. Soyutemiz E. Vakumla paketlenen inegöl köftelerin farklı derecelerde buzdolabında saklanması sırasında bakteri florasında ve *Listeria monocytogenes* sayısındaki değişiklikler. Gıda. 2000; 25(2): 79-86.
2. Erol İ. Ankara'da Tüketime Sunulan Kıymalarda *Salmonella*'ların Varlığı ve Serotip Dağılımı. Journal of Veterinary and Animal Sciences. 1998; 23(1): 321-325.
3. Aslam M, Checkley S, Avery B, Chalmers G, Bohaychuk V, Gensler G, Reid-Smith R, Boerlin P. Phenotypic and Genetic Characterization of Antimicrobial Resistance in *Salmonella* Serovars Isolated From Retail Meats in Alberta, Canada. Food Microbiology. 2012; 32(1): 110-117.
4. Dallal M.M.S, Doyle M.P, Rezadehbashi M, Dabiri H, Sanaei M, Shabnam M, Bakhtiari R, Sharifiy K, Taremi M, Zali M.R, Sharifi-Yazdi M.K. Prevalence and Antimicrobial

- Resistance Profiles of *Salmonella* Serotypes, *Campylobacter* and *Yersinia* spp. Isolated From Retail Chicken and Beef, Tehran, Iran. Food Control. 2010; 21(4): 388-392.
5. Ejeta G, Molla B, Alemayehu D, Muckle A. *Salmonella* Serotypes Isolated From Minced Meat Beef, Mutton and Pork in Addis Ababa Ethiopia. Revue de Médecine Vétérinaire 2004; 155(11): 547- 551.
 6. Kusumaningrum H.D, Suliantari, Dewanti-Hariyadi R. Multi Drug Resistance Among Different Serotypes of *Salmonella* Isolates From Fresh Products in Indonesia. International Food Research Journal. 2012; 19(1): 57-63.
 7. Sallam K.I, Mohammed M.A, Hassan M.A, Tamura T. Prevalence Molecular Identification and Antimicrobial Resistance Profile of *Salmonella* Serovars Isolated From Retail Beef Products in Mansoura, Egypt. Food Control. 2014; 38(1): 209-214.
 8. Cetinkaya F, Cibik R, Soyutemiz G.E, Ozakin C, Kayali R, Levent B. *Shigella* and *Salmonella* Contamination in Various Foodstuffs in Turkey. Food Control. 2008; 19 (11): 1059-1063.
 9. Gönülalan Z, Köse A. Kayseri İlinde Satışa Sunulan Sığır Kıymalarının Mikrobiyolojik Kalitesi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi 2003; 17(1): 49-53.
 10. Kök F, Keskin D, Büyükyörük S. Çine Köftelerinin Mikrobiyolojik Kalitelerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2007; 4(1): 29-33.
 11. Salehi T.Z, Mahzounieh M, Saeedzadeh A. Detection of *InvA* Gene in Isolated *Salmonella* From Broilers by PCR Method. International Journal of Poultry Science. 2005; 4(8): 557-559.
 12. Yıldız A, Karaca T, Çakmak Ö, Yörük M, Baskaya R. İstanbul'da Tüketime Sunulan Köftelerin Histolojik, Mikrobiyolojik ve Serolojik Kalitesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2004; 15(12): 53-57.
 13. Erol, İ. *Salmonella* Enfeksiyonlarının Zoonotik Önemi. Türkiye Klinikleri Journal of Veterinary Science. 2010; 1(2): 105-13.
 14. Li J, Smith N.H, Nelson K, Crichton P.B, Old D.C, Whittam T.S, Selander R.K. Evolutionary Origin and Radiation of The Avian-Adapted Non-Motile *Salmonella*. Journal of General Microbiology. 1993; 38(2): 129-139.
 15. İzgür M. *Salmonella* İnfeksiyonları Veteriner Mikrobiyoloji (Bakteriyel Hastalıklar). Ankara: İlke-Emek Yayınları; 2006. p. 116-121.
 16. Cliver D.O. Foodborne Diseases. Academic Press Inc; 1990. p. 185-208.
 17. Majowicz S.E, Musto J, Scallan E, Angulo F.J, Kirk M, O'Brien S.J, Jones T.F, Fazil A, Hoekstra R.M. The Global Burden of Nontyphoidal *Salmonella* Gastroenteritis. Clinical Infectious Diseases. 2010; 50(6): 882-889.
 18. Erol İ. Gıda Hijyeni ve Mikrobiyolojisi. Ankara: Pozitif Matbaacılık Ltd. Şti; 2007. p. 60-70.
 19. Lahou E, Wang X, Boeck E, Vergult E, Geeraerd A, Devlieghere F, Uyttendaele M. Effect İiveness of İnactivation of Foodborne Pathogens During Simulated Home Pan Frying of Steak, Hamburger or Meat Strips. International Journal of Food Microbiology. 2015; 206(1): 118-129.
 20. Manios S.G, Skandamis P.N. Effect of Frozen Storage, Different Thawing Methods and Cooking Processes on The Survival of *Salmonella* spp. and *Escherichiacoli* O157:H7 in Commercially Shaped Beef Patties. Meat Science. 2015; 101(1): 25-32.
 21. SAS: Statistical Analyses SystemInst. Inc. Cary. 8. Version, North Caroline: S.A.S. Institute, 1999.
 22. Murphy, R.Y, Duncan, L.K, Johnson, E.R, Davis, M.D, Smith, J.N. Thermal İnactivation D- and Z-values of *Salmonella* Serotypes and *Listeria innocua* in Chicken Patties, Chicken Tenders, Franks, Beef Patties, and Blended Beef and Turkey Patties. Journal of Food Protection. 2002; 65(1): 53-60.

23. Osaili, T, Griffis, C.L, Martin, E.M, Beard, B.L, Keener, A, Marcy, J.A Thermal inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in Breaded Pork Patties. Journal of Food Science. 2007; 72(2): 56–61.
24. Orta-Ramirez, A, Price, J.F, Hsu, Y.C, Veeramuthu, G.J, Cherry-Merritt, J.S, Smith, D. M. Thermal Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella senftenberg* and Enzymes with Potential as Time-Temperature Indicators in Ground Beef. Journal of Food Protection. . 1997; 60(5): 471–475.
25. Velasquez A, Breslin T.J, Marks B.P, Ramirez A.O, Hall N.O, Booren A.M, Ryser E.T. Enhanced Thermal Resistance of *Salmonella* in Marinated Whole Muscle Compared with Ground Pork Journal of Food Protection. 2010; 73(2): 372–375.
26. Gurman P.M, Ross T, Holds G.L, Jarrett G.R, Kiermeier A. Thermal inactivation of *Salmonella* spp. in Pork Burger Patties. International Journal of Food Microbiology. 2016; 219(1): 12–21.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa
Bilimleri Dergisi**
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



Araştırma Makalesi / Research Article

Haşhaş Tohumu İçeren Krem Peynir Formülasyonlarının Geliştirilmesi ve Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Barış Aklale¹ ve Buket Aydeniz Güneşer¹

¹ Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Uşak

Geliş: 24 Mayıs 2019

Kabul: 16 Haziran 2019 / Received: 24 May 2019

Accepted: 16 June 2019

Abstract

An increase in consumer interest to functional foods has played a key role in the preparation of functional food formulation and also induced to use different ingredients in this formulations. Milk and milk products, especially the cheeses are actually essential for human nutrition. Both technological and also scientific researchs have been steadily rising on to encourage the consumption of cheese types. The aim of study was to investigate of cream cheese formulations added with blue poppy seed variety locally harvested in Uşak. Preliminary test was applied to the preparation of cream cheese formulations prior to the storage period and the optimum added level was determined as 3%. Cream cheese formulations added with 3% poppy seed were filled under the aseptic conditions and stored at 4 °C during 60 days. During the storage period, physical, chemical and microbiological quality parameters of cream cheese samples were evaluated at every 15 days to monitor physical, chemical and microbiological changes. There was a statistically significant differences for physical properties like as dry weight (%), L*, a* and b* values during the storage. Increase in the dry weight may be associated with a decrease in lightness (L*) value. Both chroma and also hue values of cheese samples has a decreasing trend among the the beginning (3.day) and last day of storage (60. Days), although determined color values were showed the unsteady changes during the storage. There was a statistically significant difference among the samples for total oil and total protein contents and a slight increase in both values was shown. Regular decrease in the salt content during the 60-day storage is an important finding. In conclusion, the addition of blue poppy seeds for cream-cheese formulations may not caused to undesirable the nutritional and quality changes for 60 days and the poppy seed can be successfully used to different product formulations in the food industry.

Keywords: Poppy seed, cream cheese, storage period, quality parameters.

Özet

Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara olan ilgilerinin artması, fonksiyonel gıda formülasyonlarının hazırlanmasında farklı ingredientlerin kullanılmasını teşvik edici bir unsurdur. İnsan beslenmesinde oldukça önemli bir yer tutan süt ve süt ürünlerinin özellikle de peynirin tüketimini teşvik etmek için benzer uygulamaların yapılması, gerek endüstriyel gerekse bilimsel anlamda hız kazanmıştır. Yapılan bu

*Corresponding author:

E-Mail : buket.guneser@usak.edu.tr

24

©Usak University all rights reserved.

çalışmanın amacı, Uşak yöresinde yaygın olarak yetiştirilen mavi haşhaş tohumunun krem peynir formülasyonlarında kullanımına uygunluğunun test edilmesidir. Formülasyonların hazırlanması için ön denemeler yürütülmüş ve değerlendirilen bazı kriterler sonucunda, optimum katkılama düzeyi (%3) belirlenmiştir. % 3 oranında mavi haşhaş tohumu ile katılan krem peynir formülasyonları, aseptik dolum şartlarında kapatılmış ve +4° C de 60 gün depolanmıştır. Depolama süresinde her 15. gün de bir yapılan periyodik analizlerle, peynirlerin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Depolama süresince kuru madde, L*, a* ve b* renk değerleri gibi fiziksel özelliklerde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Kuru maddedeki indirgenmenin, ürünün aydınlık (L*) değerindeki azalma ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Benzer biçimde krem peynir örneklerinin renk doygunluğu ve renk tonu değerlerinde de depolama periyodunca dalgalanmalar olmasına rağmen, depolama başlangıcı (3.gün) ve son günü (60. Gün) arasında yapılan karşılaştırmada giderek azalan bir seyirde olduğu gözlenmiştir. Krem peynir örneklerinin toplam yağ ve protein içeriklerine bakıldığında ise istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenirken, her iki içerikte hafif artış olduğu tespit edilmiştir. Tuz içeriğinin tüm depolama süresince düzenli olarak azalması da dikkat çeken bir bulgudur. Mavi haşhaş tohumlarıyla katkılamının, krem peynirlerin depolanması süresince istenmeyen besinsel ve kalite değişikliklerine yol açmadığı ve gıda endüstrisinde farklı ürün formülasyonlarının oluşturulmasında başarıyla kullanılabilceği düşünülmektedir.

Keywords: Haşhaş tohumu, krem peynir, depolama, kalite parametreleri.

©2019 Usak University all rights reserved.

1. Giriş

İçerdiği besinlerden dolayı mükemmel bir gıda maddesi olan süt, asırlardır dünya genelinde beslenmenin temel taşlarından birisi olarak kabul edilmektedir [1]. Süt, memelilerin doğum sonrasında beslenme, büyüme ve gelişme dönemlerinde bu dönemleri kayıpsız atlatabilmeleri için dışarıdan almaları gereken önemli bir besindir. Aynı zamanda süt içerdiği immünoglobulinler, enzimler, hormonlar gibi protein ve peptid yapıları ile vitaminler, mineraller ve yağ asitlerini içerdiği için yaşam döngüsünde oldukça büyük öneme sahiptir [2]. Süt daha uzun süre saklanıp muhafaza edilmek amacıyla, fermente edilerek farklı süt ürünlerine dönüştürülmektedir. İşte bu fermente süt ürünlerinden bir tanesi olan peynir de zaman içerisinde insanlar için vazgeçilmez bir ürün haline ulaşmış ve zengin içeriğinden dolayı da toplum beslenmesinde önemli bir yer edinmiştir [3]. Peynir, bir takım lezzet katıcı maddeler ve starter kültür eklenmiş sütün peynir mayası ya da organik asitler kullanılarak pıhtılaştırılması, daha sonra elde edilen pıhtının da kırılarak suyundan ayrıştırılması, baskılanarak, şekil verilerek ve tuz eklenerek elde edilen, elde edildiği yöntemlere göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tüketilen kendine has tat, koku ve tekstürü olan bir süt ürünüdür [4]. İnsan beslenmesinde önemli bir süt ürünü olan peynir, yağ, protein, mineral maddeler ve vitaminler açısından oldukça zengin bir üründür [5]. Aynı zamanda peynir sütün birtakım işlemlerle konsantre hale getirilmiş hali olduğu için birçok besin ögesini daha yoğun olarak (8 ila 10 kat daha fazla) içerdiği söylenebilmektedir. Yine peynir sütün sahip olduğu kazein (protein) ve süt yağının büyük bir bölümünü bileşiminde içermektedir [6]. Peynir her yaş gurubu için yaklaşık % 99'luk bir sindirilebilme kabiliyetine sahiptir [7]. Tüm bu bilgiler doğrultusunda peynir insan sağlığı açısından oldukça öneme sahip bir süt ürünüdür.

TS 2176 (1989b) Eritme Peynir Standardı'na göre "Eritme peyniri bir veya birkaç çeşit peynirin doğrudan veya gerektiğinde süttozu, peynir altı suyu tozu, tereyağı, krema gibi süt mamullerinin katılması, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde kabul edilen eritme (emülsifiye edici) tuzları ile diğer maddelerin ilavesiyle, özel usullerle eritilmesi sonucu elde edilen bir peynir" olarak tanımlanmaktadır [8].

Natürel peynirden ayrı olarak homojen bir özellik gösteren eritme (krem) peyniri, kesikli ve sürekli tip olmak üzere iki farklı biçimde genellikle çift cidarlı pişirme ünitelerinde üretilmektedir. Üretim sırasında peynir bileşiminin içerisinde başka süt ürünleri ve süt ürünü olmayan diğer bazı katkı maddeleri ilavesiyle geniş bir sertlik ve lezzet çeşitliliği elde edilebilmektedir. Üretimi gerçekleştirilmek istenen ürünün çeşidine bağlı olarak eritme peynirine su, protein, yağ, emülsifiye edici tuzlar, tatlandırıcılar, çeşniler ve opsiyonel katkı maddeleri de katılabilmektedir [9]. Eritme peyniri üretimi gerçekleştirilirken emülsifiye edici tuz kullanımının genel amacı kalsiyumu (Ca++) bağlamaktır [10]. Eritme peyniri friki, lezzetli ve belirli bir stabiliteye sahip olan natürel peynirlerin yeni bir çeşidini daha iyileştirme isteğinden ortaya çıktığı düşünülmektedir [11].

Tüketicilerin fonksiyonel gıdalara olan ilgilerinin artması, tüketimi giderek yaygınlaşan birçok ürüne farklı ingredientlerin katılmasını teşvik edici bir unsurdur. Katılanacak olan ingredientler protein, yağ, diyet lif, B vitamini ve mineral içeriği bakımından zengin olmanın yanı sıra, esansiyel amino asitleri ve yağ asitlerini de barındırmaları sebebiyle de dikkat çekmektedirler.

Son yıllarda eritme peyniri birçok ülkede önemli bir yer edinmiştir. Ekonomik olmasından dolayı eritme peynirinin blok, dilimlenebilen ve sürülebilir çeşitleri, evlerde ve restoranlarda aranıp tercih edilen ürünler arasına girmiştir [12]. Eritme peynirlerinden sürülebilir olanların en önemli ayırt edici özellikleri, yüksek miktarlarda rutubete (%44'ten az olmayan ve %60'tan fazla olmayan) sahip olmasıdır. Yine peynirin kolay sürülebilir olması için yağ oranı %20'den az olmamalıdır ve kullanılan maddelerde en uygun değer de olmalıdır. Yine bu peynire pH değerini 4'ün altına düşürmemek şartıyla uygun miktarda asit ilave edilebilmektedir [13].

Yağ oranlarına göre de eritme peynirleri 4 guruba ayrılmaktadır. Bunlar ise tam yağlı eritme peyniri (kuru madde de yağ oranı en az 45 g /100 g olmalı), yağlı eritme peyniri (kuru madde de yağ oranı en az 30 g / 100 g olmalı), yarım yağlı eritme peyniri (kuru madde de yağ oranı en az 20 g /100 g olmalı) ve az yağlı eritme peyniridir (kuru madde de yağ oranı en az 10 g /100 g olmalı) [8].

Dünyada tarımı yapılan en eski bitkilerden biri olan haşhaş tohumu, uzun yıllardır ülkemizde yetiştirilen ve yetiştirilmeye devam edilen değerli kültür bitkilerinin içerisinde yer almaktadır. İnsan beslenmesinde de tercih edilen değerli bir besin kaynağı (protein ve yağca zengin) olmasının yanısıra içerdiği morfin vb. alkaloidlerde haşhaşın ticari değeri bakımından kritik öneme sahip bileşenlerdir. Haşhaş bitkisinin yaklaşık 24 adet alkaloid içerdiği bilinmekte olup bu içerdiği alkaloidlerinde morfin ve papaverin olarak iki gruba ayrıldığı bilinmektedir [14, 15].

Ülkemizde özellikle de Uşak ilinde yetiştirilen haşhaş tıbbi olarak yararlanan bitkilerin başında gelmektedir [16]. Önemli bir yağ bitkisi olmasının yanı sıra, yüksek antioksidan içeriğiyle de dikkat çekmektedir. Haşhaşın içerdiği antioksidanların, kronik kalp hastalıklarına ve kansere yakalanma oranını azalttığı bildirilmiştir [17]. Kapsülden elde edilen morfin ve diğer alkaloidlerin ülke ekonomisine katkısı oldukça yüksek olup, tıpta ve eczacılıkta ağrı kesici ve rahatlatıcı olarak kullanılmaktadır. Haşhaş tohumlarından yüksek yağ elde edilmesi (%40-60) haşhaşın yetiştirildiği bölgelerde farklı kullanım alanları oluşturmuştur. Tohumlardan elde edilen yağlar yemeklik olarak kullanılmasının yanı sıra boyacılıkta, sabun sanayinde ve diğer endüstri alanlarında da öneme sahiptir. Bunların yanısıra, haşhaş tohumları gıda sanayinde kavrulup sürtülebileceği ve bu şekilde kullanılabilmesinin yanında direkt bütün tohum olarakta pastacılık sektörü gibi birçok gıda sektöründe kullanılabilceği rapor edilmiştir [18].

Türkiye’de haşhaş tarım istatistikleri incelendiğinde, 2000 yılında 27.555 hektar alanda 11.564 tonluk üretim yapılırken, bu alanın yıllar içerisinde azalarak 2017 yılında 23.731 hektara düştüğü, buna karşın üretim rakamının % 24 lük artışla 15.244 tona ulaştığı gözlenmektedir [19]. Ülkemiz sınırları içerisinde Afyon, Burdur, Denizli, Isparta, Konya, Kütahya ve Uşak illerinde ve illere bağlı bazı ilçelerde yetiştirilmektedir [20]. Ege bölgesine baktığımızda ise haşhaş yetiştirmede Denizli ve Uşak illeri öne çıkmakta ve özellikle Uşak’ta daha fazla ürün yetiştirildiği rapor edilmektedir [21]. 2017 yılında alınan son istatistik verilerine göre, dünyada toplam 104.436 hektar alanda 70.690 ton haşhaş üretimi gerçekleştirilmektedir. Aynı verilere göre, dünya haşhaş tohumu üretiminde Türkiye (15.244 ton) Çek Cumhuriyeti’nden (20.048 ton) sonra ikinci sırada gelmektedir [22]. Yapılan çalışmalarda haşhaş tohumlarının ortalama %44-50 arasında sabit yağ, %4-5 nem, %23 arasında protein, %4-5 ham lif ve %5,5 düzeyinde kül içerdiği ortaya konulmuştur [23].

Yapılan bu çalışmanın amacı, Uşak yöresinde yaygın olarak yetiştirilen protein ve yağca zengin mavi haşhaş tohumunun, tüketicilerin pratik bir şekilde ve severek tükettiği krem peynir formülasyonlarında kullanımına uygunluğunun test edilmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyaller

Üretimi gerçekleştirilip, kalite parametreleri değerlendirilecek olan krem peynirler Murat Bey Gıda ve Süt Ürünleri A.Ş. (Uşak) tarafından temin edilen sütlerden geleneksel krem peynir üretimi tekniğine göre Murat Bey Gıda ve Süt Ürünleri A.Ş. (Uşak) tesislerinde üretilmiştir. Formülasyonların hazırlanmasında kullanılan mavi haşhaş tohumları ise yerel bir aktardan (Emin Hoca Baharatları, Uşak) satın alınmıştır. Tohumların mikrobiyal yükünü azaltmak amacıyla, peynirlere katkılama öncesi 65 °C de 30 dk boyunca ısı işleme tabi tutulmuştur (Şekil 1).

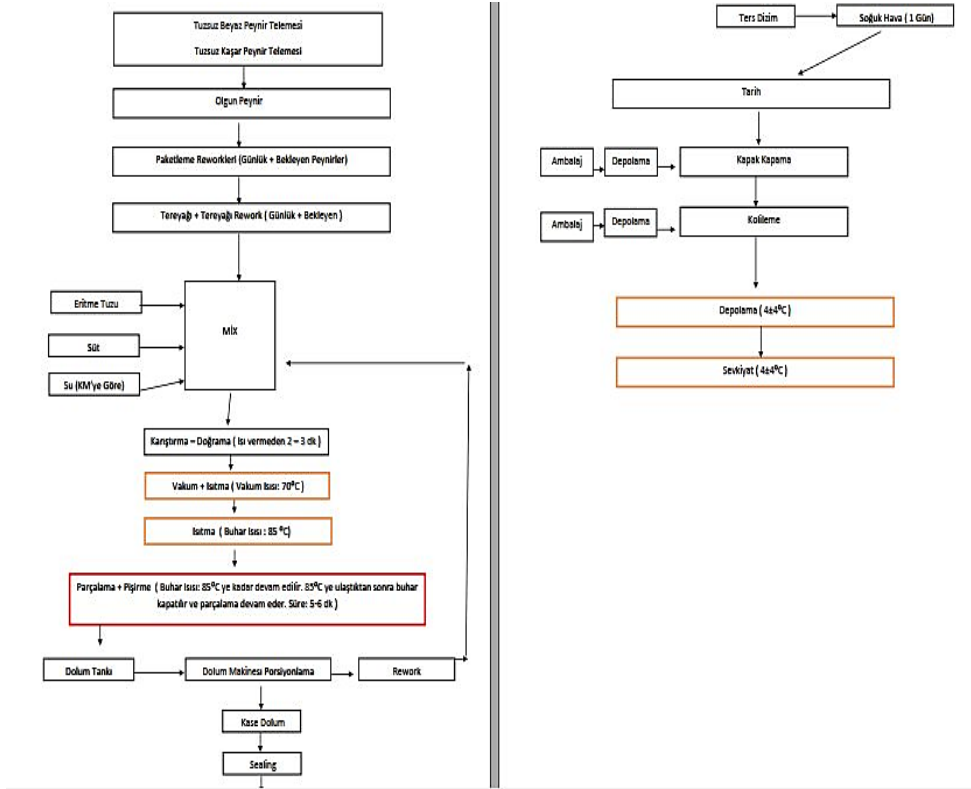


Şekil 1. Mavi haşhaş tohumlarını ısı işleme tabi tutulması

2.2. Yöntem

2.2.1. Krem Peynir Üretimi

Farklı tohum türleri katılarak hazırlanacak olan krem peynir örnekleri geleneksel krem peynir üretim teknikleri kullanılarak üretilmiştir (Şekil 2). Sütün pastörize edilmesinden peynir üretilene kadarki tüm aşamalarda gerekli temizlik ve sterilizasyon koşulları sağlanmıştır. Aseptik ortamda üretimi ve dolumu gerçekleştirilen krem peynir örnekleri raf ömrü testleri süresince uygun koşullarda (+4°C) saklanmıştır.



Şekil 2. Krem peynir üretim akış şeması

2.2.2. Reçete (Formülasyon) Belirleme

Mavi haşhaş tohumu katkılı krem peynir formülasyonlarının hazırlanması için ön denemeler yürütülmüş ve değerlendirilen bazı kalite kriterleri (yüzey görünümü, yağ ve su salma kapasitesi, koku, tekstür/yapı, tat/lezzet, aroma ve genel kabul edilebilirlik) sonucunda, esas üretimde kullanılacak optimum katkılama düzeyi belirlenmiştir. Bu amaçla 3 farklı düzeyde (% 1, 3, 5) katkılanan krem peynir örnekleri, ön denemeler için 4°C de 30 gün boyunca depolanmış ve depolamanın 1, 7, 14 ve 28. günlerinde Tablo1'de verilen temel kalite parametreleri eğitilmiş duyu panelistlerce test edilmiştir. Yapılan bu kontroller ve değerlendirmeler sonucunda gerek tat, lezzet ve aroma olarak gerekse de yüzey görünümü olarak en yüksek skorların %3 katkılama düzeyinden alındığı belirlenmiş ve esas üretimler gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Krem peynir formülasyonların ön denemelerinde kullanılan skor kağıdı

Özellik	Mavi haşhaş		
	% 1	% 3	% 5
Yüzey Görünümü			
Kesit görünümü			
Renk/parlaklık			
Koku			
Tekstür/yapı			
Tat/lezzet			
Aroma			
Su bağlama kapasitesi			
Genel kabul edilebilirlik			

2.3. Mavi haşhaş tohumu katkılı krem peynir üretimleri

Mavi haşhaş tohumu kullanılarak formüle edilen krem peynir üretimi Murat Bey Gıda ve Süt Ürünleri A.Ş. (Uşak) farikasında gerekli teknolojik işlemler uygulanarak (Şekil 3) gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılan süt, yardımcı ingredienler ve diğer tüm yardımcı ekipmanlar (ambalaj materyalleri vb) Murat Bey Gıda firmasından temin edilmiştir. Mavi haşhaş tohumlar ise yerel bir aktardan satın alınarak, yüzey sterilizasyonu (Şekil 1) işlemine tabi tutulmuştur.

Mavi haşhaş katkılı (%3) krem peynirlerin üretimi için, krem peynir ağırlıklarının yaklaşık % 3'ü kadar tohum tartılmış ve krem peynir hattındaki üretim bitmeden, sıcak dolumu takiben her bir krem peynir kasesine homojen bir şekilde ayrı ayrı karıştırılmıştır. Dolum yapılan kâseler dolum makinesi ile sealing hattında hava almayacak şekilde kapatılmış ve ters çevrilerek soğumaya bırakılmıştır. Bir gün boyunca soğuk havada deposunda (+4°C) bekleyen peynirler dış kapakları kapatılarak raf ömrü için soğuk hava deposunun uygun bir kısmında beklemeye alınmıştır (Şekil 3). Bahsedilen tüm üretimler 2 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve her bir depolama gününde (3. Gün, 15. Gün, 30. Gün, 45. Gün ve 60. Gün) yalnızca o güne ait paketler açılarak, ilgili analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Mavi haşhaş tohumu katkılı krem peynirlerin üretimi

2.4. Mavi Haşhaş Tohumu Katkılı Krem Peynirlere Uygulanan Analizler

2.4.1. Fiziksel Analizler

2.4.1.1. Renk Tayini

Mavi haşhaş tohumları ile katkılanmış krem peynir örneklerinin CIE L*(aydınlık derecesi), a* (-/+ yeşillik-kırmızılık) ve b* (-/+ mavilik-sarılık) değerleri Minolta CR-400 (Minolta, Japonya) renk ölçüm cihazıyla ölçülmüştür. Renk ölçümleri, illuminasyon C ve 2' standart izleme açısı şartlarında gerçekleştirilmiştir [24].

2.4.1.2. Viskozite Analizi

Krem peynir örneklerinin kıvamı, kayma gerilmesi, kayma oranı gibi reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla viskozite ölçümleri (Brookfield LVDV-II+PRO, Brookfield Engineering Labs., Inc., ABD) gerçekleştirilmiştir. Kayma gerilmesi ve oranının izlenebilmesi için S31 nolu spindle kullanılarak, 5 farklı dönem hızında (3, 4, 6, 8, 9 rpm) ölçüm değerleri kaydedilmiştir

2.5.2. Kimyasal Analizler

2.5.2.1. pH Tayini

Mavi haşhaş tohumları ile katkılanmış krem peynir örneklerinin pH değerleri bir pH metre (EUTECH INSTRUMENTS-pH 150, Singapur) yardımıyla okunmuştur. Her analiz günü pH ölçümü yapılmadan önce pH metre cihazı buffer solisyonlar (4, 7, 10) ile kalibre edilmiştir. Ölçüm direkt olarak peynir örneklerinin bulunduğu kaba pH metre probu daldırılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir.

2.5.2.2. Protein, Yağ, Tuz ve Kuru Madde Değerlerinin Food Scan Peynir Analiz Cihazında Belirlenmesi

Formüle edilmiş krem peynir örneklerinin, depolama süresince temel bileşenlerinde (Protein, Yağ, Tuz ve Kuru Madde) meydana gelen değişimler Food Scan (FOSS, Danimarka) cihazı kullanılarak standart yöntemler esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.5.3. Mikrobiyolojik Analizler

Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı: Analiz, hazırlanan dilüsyonlardan Plate Count Agar (PCA, Oxoid CM463) besiyerine dökme plak yöntemiyle ekim yapılması ve bunu takiben 37°C'de 48 saat süreyle inkübasyona bırakılarak, oluşan kolonilerin sayılmasıyla (k.o.b.)/ml gerçekleştirilmiştir [25].

Toplam Koliform Bakteri Sayımı: Analiz Violet Red Bile Agar'a (Oxoid CM107) çift katlı dökme yöntemiyle ekim yapılması ve bunu takiben 37°C'de 24 saat inkübasyon sonucu oluşan menekşe-kırmızı renktek, kolonilerin sayılması sonucu belirlenmiştir [26].

Maya-Küf Sayımı: Analiz, hazırlanan dilüsyonlardan yayma plak yöntemi ile Potato Dextrose Agar (PDA, pH 3,5) besiyerine ekim yapılmasını takiben, 24°C'de 4 gün inkübe edilmesi sonucunda gerçekleştirilmiştir [27].

2.5.4. İstatistiksel Analizler

60 günlük depolama süresinin üretilen krem peynir formülasyonlarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla tek yönlü Varyans Analizi (One-way ANOVA) uygulanmıştır. Depolama günleri arasındaki farklılıklar ise Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile ortaya konulmuştur [28]. Minitab (version 16) ve SPSS (Version 20) paket programları kullanılarak istatistiksel değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Her bir tekerrürdeki krem peynir örneklerinde tüm ölçümler, en az 2 kez tekrarlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Haşhaş tohumuyla katılanmış krem peynir örneklerinin L* değeri, depolama süresince giderek azalmış ve bu durum peynir renginde koyulaşmalara neden olmuştur. Depolama boyunca indirgenme şeklinde seyreden kuru madde içeriğinin, ürünün aydınlık (L*) değerindeki azalma ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Tablo 2). Benzer biçimde krem peynir örneklerinin renk doygunluğu ve renk tonu değerlerinin 3. gün ve 60. günler arasında giderek azalan bir seyirde olduğu gözlenmiştir. Depolama süresince peynir numunelerinin pH değerlerinin 6,01-6,10 aralığında değiştiği ve depolamanın sonuna doğru düzenli biçimde indirgendiği görülmektedir. Asitliğin iz miktardaki artışında, mavi haşhaş tohumlarının içerdiği yağ (% 35 civarı) günden güne krem peynir ortamına salmasının ve kısmende olsa hidrolizi teşvik etmesinin rol oynadığı düşünülmektedir.

Tablo 2. Haşhaş tohumu katkılı krem peynir örneklerinin fiziksel özellikleri

Özellik	Depolama süresi (gün)				
	3	15	30	45	60
Kuru madde (%) (p=0,00)	40,83 ± 0,06 A*	39,65 ± 0,12 B	34,93 ± 0,19 E	38,55 ± 0,15 C	36,16 ± 0,22 D
Ph (p=0,002)	6,10 ± 0,01 A	6,02 ± 0,01 B	6,02 ± 0,01 B	6,00 ± 0,01 B	6,01 ± 0,01 B
Renk L* (p=0,001)	85,15 ± 1,15 A	82,96 ± 0,07 AB	79,64 ± 0,635 BC	78,40 ± 0,03 CD	75,89 ± 0,14 D
a* (p=0,01)	-2,10 ± 0,210 B	-1,52 ± 0,13 A	-1,43 ± 0,06 A	-1,34 ± 0,06 A	-1,18 ± 0,01 A
b* (p=0,02)	6,83 ± 0,545 B	8,755 ± 0,36 A	7,375 ± 0,35 AB	8,13 ± 0,11 AB	6,37 ± 0,03 B
Renk doygunluğu (kroma)(p=0,025)	7,75 AB	9,23 A	7,87 AB	8,348 AB	6,51 B
Renk tonu (hue) (p=0,001)	108,18 A	101,13 B	101,04 B	99,90 B	100,60 B

* Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen özellikler arasında, istatistiksel olarak önemli farklılık (p≤0,05) bulunmaktadır.

Göncü (2018) tarafından yapılan bir çalışmada, isot, kekik ve çörek otu baharatları belirli oranlarda karıştırılarak eritme peyniri üretiminde değerlendirilmiş ve 5 farklı düzeydeki katkılamanın peynirin fiziko-kimyasal, mikrobiyolojik, duyu özellikleri üzerine etkisi irdelenmiştir. Eritme peynirinin 90 günlük depolaması süresince pH ve kuru madde değerlerinin sırasıyla 5.32-5.64 ve % 55-57 aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlarla bizim bulgularımız karşılaştırıldığında, pH değerlerimizin daha yüksek, kuru madde değerlerimizin ise daha düşük olduğu gözlenmektedir. Kuru madde düzeyleri arasındaki bu farkın, ilave edilen haşhaş tohumunun serbest suyu yapısına almasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Formüle edilmiş krem peynir örneklerinin besinsel kalitesi bakımından önem taşıyan bazı kimyasal parametreleri de değerlendirilmiştir (Tablo 3). Depolama başlangıcından depolama sonuna doğru yağ içeriğinde meydana gelen hafif artış (% 5 artış) istatistiksel olarak önemli olup, tohumların içerdikleri yağı ortama salmaları bulgusunu destekler niteliktedir.

Tablo 3. Haşhaş tohumu katkılı krem peynir örneklerinin kimyasal özellikleri

Özellik (g/100 gram peynir)	Depolama süresi (gün)				
	3	15	30	45	60
Toplam yağ (p=0,00)	20,10 ± 0,06 C	20,17 ± 0,03 C	21,08 ± 0,01 A	20,59 ± 0,04 B	21,09 ± 0,03 A*
Protein (p=0,004)	9,46 ± 0,20 B	9,94 ± 0,05 B	12,21 ± 0,51 A	10,36 ± 0,13 B	10,53 ± 0,08 B
Tuz (p=0,00)	1,80 ± 0,12 A	2,13 ± 0,06 A	0,78 ± 0,26 B	0,28 ± 0,11 B	0,02 ± 0,01 B

* Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen özellikler arasında, istatistiksel olarak önemli farklılık (p≤0,05) bulunmaktadır.

Yağ içeriğine benzer biçimde, depolama periyodunca toplam protein içeriğinde de istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenirken, bu artışın kuru madde kaybından ötürü kısmi bir artış olabileceği düşünülmektedir. Tuz içeriğinin tüm depolama süresince düzenli olarak azalması da dikkat çeken bir başka bulgudur.

Göncü [29] tarafından formüle edilen eritme peynirlerin toplam yağ ve protein içeriklerinin 3 aylık depolama süresince düzenli artış gösterdiği ve en yüksek yağ içeriğine % 1 isot+% 0.5 kekik karışımı içeren peynir örneğinde (% 27.9) ulaşıldığı rapor edilmiştir. Depolama bitiminde, herhangi bir baharat türü ilave edilmemiş kontrol örneğinin ise en yüksek protein (% 24.7) içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı tarafından rapor edilen yağ ve protein bulgularının bizim çalışmamızla benzerlikler taşıdığı görülmektedir.

Kaşar peyniri üzerine yapılan farklı araştırmalarda, sürenin artışına bağlı olarak protein ve yağ içeriklerinin arttığı rapor edilmiştir [30, 31].

Peynir örneklerinin gıda güvenliği açısından önem taşıyan mikrobiyolojik kalite özellikleri de incelenmiştir (Tablo 4). Haşhaş tohumu katkılı krem peynir örneklerinin toplam mezofilik aerob bakteri sayısının 60 günlük depolama süresince 2.24 ile 3.10 log kob/g aralığında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek toplam mezofilik aerob bakteri sayısı (TMAB) 15. Günde tespit edilirken, en düşük sayıya 30. günde erişilmiştir.

Tablo 4. Haşhaş tohumu katkılı krem peynir örneklerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri

Özellik	Depolama günü				
	3	15	30	45	60
Toplam mezofilik aerobik bakteri (log kob/g)	2,71 ± 0,01	3,10 ± 0,01	2,24 ± 0,01	2,52 ± 0,03	2,30 ± 0,02
Maya-küf (kob/g)	<10	<10	<10	<10	<10
Koliform (EMS/g)	<10	<10	<10	<10	<10

Benzer bir çalışmada da 90 günlük depolama süresince baharat katkılı eritme peynirlerinin toplam mezofilik aerob bakteri sayılarının 3.80 ile 6.34 log kob/g aralığında olduğu bildirilmiştir. Araştırmacı ayrıca, isot, kekik ve çörek otu ilavesinin peynirin olgunlaştırılması süresince küf gelişimini azalttığını ve peynirin aromasını, tekstürel özelliklerini de geliştirdiği tespit etmiştir [29].

Bursa [32], tarafından yürütülen bir çalışmada eritme peynirlerinin 2 farklı düzeyde (% 1 ve 3) kekik, nane, anason, dereotu ve sarımsak tozu gibi baharatlarla katkılanmasının, peynirde patojen gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. 90 günlük depolama periyodu boyunca kullanılan tüm baharat türlerinin *Escherichia coli* inhibisyonu üzerine başarılı etki sergilediği, *Staphylococcus aureus* üzerine ise özellikle nanenin en etkili sonucu verdiği bildirilmiştir.

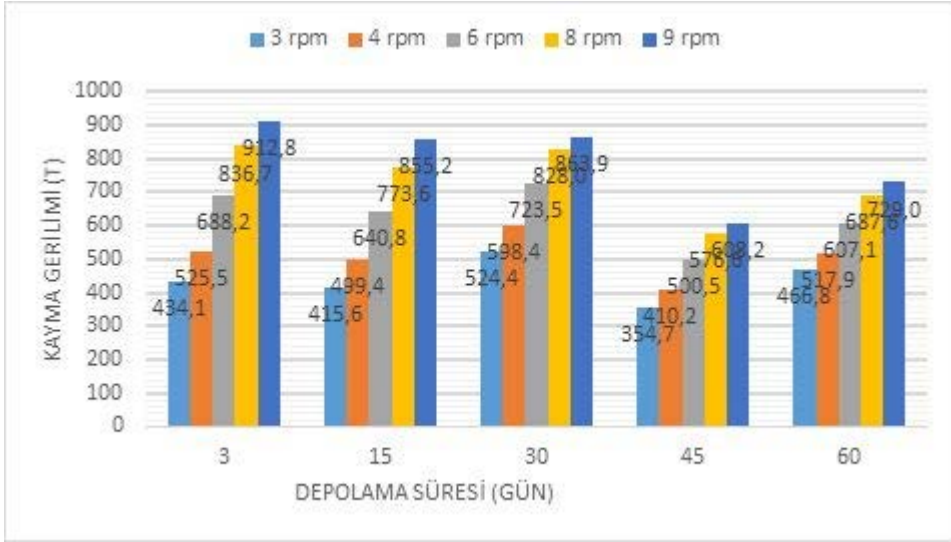
Tüm depolama süresince krem peynir örneklerinde, maya-küf (kob/g) ve koliform bakteri (EMS/g) gelişimi <10 düzeyinde gözlenmiştir.

Krem peynirlerin pratik bir şekilde tüketilmesini teşvik eden kriterlerin başında, kolay sürülebilir olması gelmektedir. Buna ilaveten kıvamını tüm raf ömrü süresince koruması ve yüzeysel yada içsel fazda emülsiyon kırılmasına izin vermemesi de arzu edilen bir kalite kriteridir. Mavi haşhaş tohumuyla katkılanan krem peynir örneklerinin 5 farklı dönme hızında ölçülen dinamik viskozite değerleri incelendiğinde (Tablo 5) giderek azalan bir davranışa sahip olduğu görülmektedir. Bu azalmanında kuru madde değerinde meydana gelen düşüşle alakalı olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 5. Haşhaş tohumu katkılı krem peynir örneklerinin viskozite değerleri

Depolama süresi (gün)	Ölçüm yapılan rpm değerleri					Ortalama viskozite (cP)
	3	4	6	8	9	
Viskozite (cP)- 3. gün	42,6	38,6	33,8	30,8	29,8	35,11
Viskozite (cP)- 15. gün	40,8	36,7	31,4	28,4	27,3	32,91
Viskozite (cP)- 30. gün	51,4	44,0	35,5	30,4	28,2	37,91
Viskozite (cP)- 45. gün	34,8	30,2	24,5	21,2	19,9	26,11
Viskozite (cP)- 60 gün	45,8	38,1	29,8	25,82	23,82	32,65

Akış davranışının ortaya koyulmasında bir diğer önemli kriter olan kayma gerilmesi (shear stress) değerlerine göz atıldığında ise, viskozite ölçününe paralel olarak tüm dönüş hızlarında ve tüm depolama periyodunca düzenli bir azalma seyri izlediği tespit edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Haşhaş tohumu katkılı krem peynir örneklerinin kayma gerilimi (τ) değerleri

4. Sonuçlar ve Tartışma

Protein ve yağca zengin mavi haşhaş tohumlarının, sürülebilir krem peynirlere % 3 oranında katıldığı ve 60 günlük depolama süresince peynirin kalite özellikleri üzerine olan etkilerinin uygun analitik tekniklerle incelendiği bu çalışmada, haşhaş tohumlarının kuru maddedeki azalma dışında istenmeyen fiziksel bir değişikliğe yol açmadığı gözlenmiştir. Buna ilaveten, tohumların içerdiği yağın krem peynir örneklerine kısmende olsa geçerek, yağ düzeyinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Mavi haşhaş tohumlarına katılama öncesi ısı işlem uygulamasının, peynirin mikrobiyolojik kalite kriterleri bakımından da önemli katkı sağladığı görülmektedir. Sonuç olarak, yüksek protein, yağ ve kalori içeriği ile önemli bir enerji kaynağı olan haşhaş tohumlarının, krem peynir örneklerine ilaveten farklı gıda formülasyonlarına ilavesinin gerek besinsel gerekse teknolojik açıdan güvenli ve uygun olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın ana materyali olan krem peynir örneklerinin üretimini gerçekleştirmemize olanak sağladığı için Murat Bey Gıda ve Süt Ürünleri A.Ş. (Uşak) teşekkür ederiz. Bu çalışma, Barış AKLALE tarafından Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

1. Özel G. Tüketicilerin Süt Tercihinde Etkili Olan Faktörlerin İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 2008; 13(3): 227-240.
2. Yerlikaya O, Karagözlü C. İnsan Beslenmesinde İnek Sütü. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008; Erzurum, Türkiye.

3. Paksoy G. Bazı Baharatların Ultrafiltre Beyaz Peynir Kalitesi Üzerine Etkileri [tez]. Tekirdağ:Namık Kemal Üniversitesi; 2016.
4. Akın N. Temel Peynir Bilimi.1. Konya. Damla Ofset. Konya, 1-555
5. Selçuk Ş, Tarakçı Z, Şahin K, Coşkun H. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisans Öğrencilerinin Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.). 2003; 13(1): 23-31.
6. Uraz T. Peynirlerde Acı Tadın Oluşumu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 1979. 28: 13.
7. Kosikowski F, Mistry VV. Cheese and fermented milk foods [electronic resource] Edwards Bros, 1977.
8. Anonim (1989). Eritme Peyniri Standardı. TS 2176. TSE. Ankara.
9. Guinee TP. Cheese-like products, in cheese problems solved [electronic resource]. CRC Press Incorporated, 2007.
10. Walstra P. Dairy technology: principles of milk properties and processes [electronic resource]. CRC Press, 1999.
11. Berger W, Klostermeyer H, Merkenich K, Uhlmann G. Processed cheese manufacture: A Joha guide [electronic resource], BK Ladengurg GmbH, 1998.
12. Mayer HK. Bitternes in processed cheese caused by an overdose of a spesific emulsifying agent, International Dairy Journal. 2001; 11: 533-542.
13. Campbell JR, Marshall RT. The Science of Providing Milk For Man [electronic resource]. Mc Graw Hill Book Company, 1972.
14. Incekara F. Endustri Bitkileri ve Islahi, Lif Bitkileri ve Islahi. [Industrial Plants and Their Breeding, Fibre Plants and Their Breeding.] Ege University Press; 1979.
15. Elçi Ş, Kolsarıcı Ö, Geçit H.H. Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları; 1994.
16. Baydar H, Telci İ. Tıbbi ve aromatik bitkilerde ıslah, tohumluk, tescil ve sertifikasyon. Türktop Dergisi. 2015; 5(15): 12-21.
17. Pellegrino D. Antioxidants and cardiovascular risk factors. Diseases. 2016; 4(1): 11-19.
18. Incekara F. Yağ Bitkileri. Ege Üniversitesi Yayınları; 1964.
19. Anonymous, 2019a. [18 mayıs 2019 tarihinde erişilmiştir]. Erişim adresi: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (countries)
20. Anonymous, 1981. Türkiye İstatistik Yıllığı.100.yı l özel sayısı.Yayın No. 960, Devlet İstatistik Enst.Matbaası, Ankara, 437.
21. Anonymous, 1980.Tarımsal Yapı ve Üretim 1979.Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü.Yayın No. 941. Ankara, 67v.
22. Anonymous, 2019b. [18 mayıs 2019 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (world list)
23. Önmez H. Papaver somniferum Bitkisinden Elde Edilen Alkaloidlerin Ekstraksiyonunda Kullanılan Çözücü ve Metodların Karşılaştırılması. [Basılmamış Yüksek Lisans Tezi]. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı; 2007.
24. ISO-CIE Standard. (2008). Colorimetry, part 4: CIE 1976 L*a*b* colour space, 11664-4.
25. Maturin L, Peeler JT. 2001. Aerobic Plate Count. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual" 8 th Edition, Revision A, Chapter 3. [16 mayıs 2019 tarihinde erişildi]. Erişim adresi: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam>
26. Feng P, Weagant SD, Grant MA. 2001. Enumeration of Escherichia coli and Coliform Bacteria. In "FDA's Bacteriological Analytical Manual" 8 th Edition, Revision A, Chapter 4. [16 mayıs 2019 tarihinde

erişildir]. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>

27. Pisano MB, Fadda M, Deplano M, Corda A, Cosentino S. Microbiological and chemical characterization of Fiore Sardo, a traditional Sardinian cheese made from ewe's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 2006; 59(3), 171-179.
28. Sheskin DJ. *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures* [electronic resource]. CRC Press, 2004.
29. Göncü, B. Bazı Baharat Çeşitlerinin Dilimlenebilir Eritme Peyniri Üretiminde Kullanım Olanaklarının Araştırılması. [Doktora Tezi]. Şanlıurfa: Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
30. Aydemir, O. Kars Peynirinin Karakterizasyonu. [Doktora Tezi]. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
31. Çelikel, A. Yenilebilir Film Ve Çeşitli Baharat Karışımlarının Optimizasyonu ve Eritme Peynirlerinin Kaplamasında Kullanım Olanakları. [Doktora Tezi]. Şanlıurfa Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017.
32. Bursa, i. A. Eritme Peynirinde Farklı Baharat İlavesinin *Escherichia Coli* ve *Staphylococcus Aureus* Üzerine İnhibasyon Etkisi [Yüksek lisans Tezi]. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa
Bilimleri Dergisi**
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



Derleme Makale / Review Article

**Dokuma Kumaşlarda Kullanılan Örgü Yapılarının Kumaşların
İslenme Ve Emicilik Özelliklerine Olan Etkileri**

Koray Bükülmezer^{1}, A. Ebru Tayyar²*

¹ *Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye*

² *Tekstil Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Uşak Üniversitesi, Uşak, Türkiye*

Geliş: 24 Ocak 2019

Kabul: 4 Nisan 2019 / Received: 24 January 2019

Accepted: 4 April 2019

Abstract

Woven fabrics can be classified as textile surfaces, which are composed of two sets of yarns called warp and weft that are perpendicular to each other and can be intersected each other with different variations. Different variety of woven fabrics can be obtained by combination of different patterns as well as combining different intersections of warp and weft threads. The variation of different weave patterns not only affects the aesthetical appearance but also affects the physical and mechanical properties of the woven fabrics. In this present work, wetting and wicking properties of the woven fabrics which contain variety of average float lengths relating to the weave patterns were examined. Wetting and wicking properties of the woven fabrics and how these properties can be measured, the reasons affecting these properties were examined. Literature survey was done in order to give a better insight into the wetting and wicking properties of the woven fabrics affected by different variety of weave patterns.

Keywords: *Wetting and wicking, average float length, weave pattern.*

Özet

Dokuma kumaşlar; birbirine dik olarak konumlandırılmış atkı ve çözgü olarak adlandırılan iki iplik takımının birbiriyle belirli düzende ve sayıda bağlantılar yapması ile oluşan tekstil yüzeyleridir. Atkı ve çözgü ipliklerinin birbiriyle farklı düzenlerde ve birim alanda farklı sayılarda bağlantı yapmasıyla pek çok farklı dokuma kumaş örgüleri elde edilmektedir. Bu örgüler yalnızca kumaşın görünüş ve estetik özellikleri değil aynı zamanda mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde de oldukça etkilidir. Bu çalışmada dokuma kumaşların kullanılan örgü çeşidine bağlı olarak içerdiği farklı oranlarda yüzmelerin, kumaşların ısınma ve emicilik özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. Dokuma kumaşların ısınma ve emicilik özellikleri, bu özelliklerin hangi değişkenlere bağlı olarak değişebileceği, kumaşların ısınma ve emicilik performanslarının nasıl ölçülebileceği incelenmiş ve literatürde bu konuda daha önce yapılmış olan çalışmalar derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Isınma ve emicilik, ortalama yüzme uzunluğu, örgü çeşidi.*

©2019 Usak University all rights reserved.

*Corresponding author:

E-mail: bukulmezerkoray@gmail.com

1. Giriş

Dokuma kumaşlar; birbirine dik olarak konumlandırılmış atkı ve çözgü olarak adlandırılan iki iplik takımının birbiriyle belirli düzende ve sayıda bağlantılar yapması ile oluşan tekstil yüzeyleridir. Atkı ve çözgü ipliklerinin birbiriyle farklı düzenlerde ve birim alanda farklı sayılarda bağlantı yapmasıyla pek çok farklı dokuma kumaş örgüleri elde edilmektedir. Bu örgüler yalnızca kumaşın görünüş ve estetik özellikleri değil aynı zamanda mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde de oldukça etkilidir [1, 2].

Bir kumaşın görünüşü ve fiziksel özellikleri, kullanılan örgü çeşidine bağlı olarak oldukça fazla değişiklik göstermektedir. Kumaş mukavemeti, uzama, geri toparlanma, yırtılma dayanımı, hava geçirgenliği ve yüzey yapısı, örgü çeşidine bağlı olarak değişen bazı özelliklerdir [3].

Kumaşların hava geçirgenlik, ısı yalıtkanlık, su buharı geçirgenliği, sıvı emme ve absorpsiyon özellikleri, kuruma kabiliyetleri ve su geçirgenliği gibi termofiziksel konfor özellikleri, kumaş konstrüksiyonuna bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir [4, 5].

Bu çalışmada dokuma kumaşlarda kullanılan örgü çeşidine bağlı olarak içerdiği farklı oranlarda yüzmelerin, kumaşların ıslanma ve emicilik özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. Dokuma kumaşların ıslanma ve emicilik özellikleri, bu özelliklerin hangi değişkenlere bağlı olarak değişebileceği, kumaşların ıslanma ve emicilik performanslarının nasıl ölçülebileceği incelenmiş ve literatürde bu konuda daha önce yapılmış çalışmalar derlenmiştir.

2. Dokuma Kumaşların Islanma ve Emicilik Özellikleri

Lifli materyallerin üretim aşamaları ve kullanımları esnasında ıslanma ve emicilik davranışları önemli bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Islanma, sıvının lifli materyale transferi ve sıvının materyal içerisinde hapsedilmesi gibi sıvı-lif etkileşiminin çeşitli aşamaları hem temel araştırmalarda hem de ürün ve proses geliştirmede oldukça ilgi çekici bir araştırma konusu olmuştur.

Sıvının boşluklu bir yapıya kılcallık vasıtasıyla rastgele dağılması olayı 'emme' olarak adlandırılmaktadır. Islanma, emme işlemi için bir ön koşuldur. Islanma meydana gelmeden emme gerçekleşemez. Bir sıvı, kumaş yüzeyini ıslatamıyorsa, kumaş içerisine de nüfuz edemez ve kumaş tarafından emilemez. Lifli materyallerin ıslanma ve emme davranışları özellikle spor giysilik, tek kullanımlık hijyen materyalleri ve medikal ürünlerde kritik bir öneme sahiptir. Giysilerin kullanımı esnasında da ıslanma ve emicilik olaylarının meydana gelmesi giysi konforu açısından oldukça önemlidir [6].

Ayrıca tekstil materyallerinin boya-baskı-bitim işlemleri esnasında materyallerin ıslanma ve emme davranışları oldukça önemlidir [7].

2.1. Islanma

Lifli materyalin ıslanması, hem materyalden elde edilen son ürünün performansını hem de materyalin son ürün haline gelene kadar geçeceği üretim proseslerini etkilemektedir. Islanma, katı bir yüzeyin, bir sıvı ile temas etmesi sonucu meydana gelen durum olarak tanımlanabilmektedir. Islanabilirlik ise, katı yüzeyin sıvı ile etkileşime geçme potansiyeli olarak tanımlanır. Harnett ve Metha'ya göre ıslanabilirlik, bir sıvıyla temas eden kumaş, iplik ya da lifin temas anındaki davranışı şeklinde tanımlanmıştır. Ayrıca sıvının kumaşa

emilmesinden önce kumaşın alt katmanlarıyla olan etkileşimini de tanımlamaktadır [6, 8].

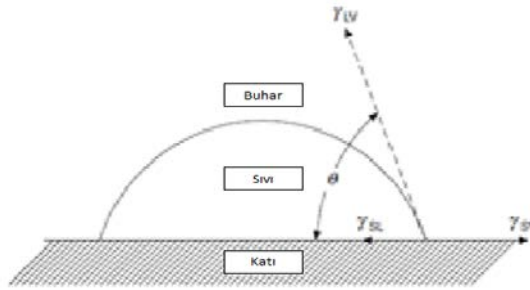
Bir sıvının lifli bir yapı içerisine girebilmesi için öncelikle lifli yapının yüzeyini ıslatması gerekmektedir. Daha sonra kılcal kuvvetler vasıtasıyla bu sıvı lifler arası boşluklara doğru taşınacak ve emme işlemi gerçekleşecektir. Lifli materyal yüzeyinde bulunan bir sıvı kütlesi içerisindeki sıvı moleküllerinin birbiri ile olan etkileşimi kendi içerisinde bir denge durumundadır. Ancak lifli materyal bu sıvı kütlesine her noktasından eşit bir çekme kuvveti uygular ve bu durumda denge bozulur. Bunun sonucunda sıvı yüzeyinde serbest bir enerji açığa çıkar. Bu açığa çıkan enerjiye 'serbest yüzey enerjisi' denir ve sıvının yüzey alanını minimum düzeyde tutarak katı yüzeye yayılmasını engellemek ve bu sayede dengede kalmasını sağlamak eğilimindedir. Bir sıvının, katı bir yüzeyi tamamen ıslatabilmesi için katı yüzeyin yüzey enerjisinin, sıvının bu serbest yüzey enerjisini aşması gerekmektedir. Serbest yüzey enerjisi, birim alandaki enerjinin ölçülmesi ile saptanabilmektedir. Buna yüzey gerilimi de denilmekle birlikte birimi mN/m ya da dyne/cm olarak ifade edilmektedir [6, 9, 10, 11].

Bir sıvının bir katı ve buharla aynı anda temas halinde olmasını içeren Young-Dupre denklemi bize ıslanma ve emilim mekanizmasını açıklamada yardımcı olacaktır. Bu denklem aşağıdaki gibidir.

$$\gamma_{SV} - \gamma_{SL} = \gamma_{LV} \cos\theta \quad (1)$$

Denklemdaki γ , yüzeyler arasındaki gerilimi belirtmektedir. S, L, V harfleri ise sırasıyla katı (solid), sıvı (liquid) ve buhar (vapour) fazları simgelemektedir. θ açısı, temas açısıdır. Denklemdaki γ_{LV} ifadesi sıvının, sıvı-buhar interfazındaki yüzey gerilimini ifade etmektedir. $\gamma_{LV} \cos\theta$ ise 'adhesyon gerilimi' veya 'spesifik ıslanabilirlik' olarak tanımlanmaktadır.

Young-Dupre denklemi yalnızca düzgün, homojen, sızdırmaz ve deforme olmaz yüzeylerdeki sıvı damlaları için geçerlidir. Şekil 1'de katı bir yüzey üzerindeki sıvı damlasının Young-Dupre denklem durumuna uygun olarak gösterimi mevcuttur.

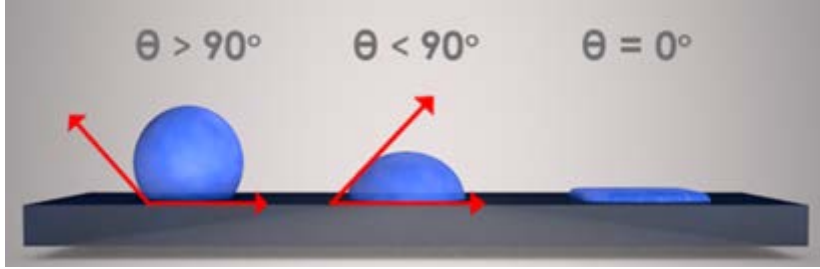


Şekil 1. Katı yüzey üzerindeki sıvı damlasının şematik olarak gösterilmesi [6]

Şekil 1'de de görüldüğü gibi temas açısı θ , sıvı-buhar interfazına çizilen teğet ile katı-sıvı interfazına çizilen teğet arasında kalan açıdır.

Eğer katı-gaz interfazının gerilimi, katı-sıvı interfazının geriliminden daha fazla ise $\cos\theta$ pozitifdir ve dolayısıyla θ temas açısı 0° - 90° arasında olacaktır. Eğer katı-gaz interfazının gerilimi, katı-sıvı interfaz geriliminden düşükse bu durumda da θ açısı 90° - 180° arasında olacaktır. Temas açısı azaldıkça $\cos\theta$ değeri artacağından denkleme göre ıslanabilirliğin

artacağı çıkarımı yapılabilir. Temas açısı $\cos\theta$ 'nın en büyük değeri olan $\cos 0^\circ=1$ değerine ne kadar yaklaşırsa ıslanabilirlik de o kadar artacaktır. Ancak Adam'a göre temas açısı $\theta=0^\circ$ olduğunda denklem koşulları mevcut olmayacak ve denklem uygulanamayacaktır. Temas açısı $\theta=0^\circ$ durumunda sıvının katı yüzey üzerine yayılmış durumda olduğu anlaşılmaktadır [6, 12]. Şekil 2'de farklı temas açısına sahip olan sıvı damlalarının katı yüzeyi ıslatma yeterlilikleri gösterilmektedir.



Şekil 2. Farklı temas açısına sahip olan sıvı damlalarının katı yüzeyi ıslatma yeterlilikleri [24]

2.2. Emicilik

Emicilik terimi daha önce pek çok kez tanımlanmış ve literatürde pek çok çalışmaya konu olmuştur. Genel olarak emme işlemi, bir sıvının lif yüzeyinde (life absorbe olmadan) dolaşmasıyla meydana gelmektedir. Fiziksel olarak emme, bir sıvının boşluklu bir yapı içerisinde kılcallık kuvvetleri vasıtasıyla gelişigüzel bir şekilde akışı olarak tanımlanmıştır [8, 9, 10].

Harnet ve Metha emiciği, kılcal akışın devamlılığının sürdürülmesi yeteneği olarak tanımlanmıştır. Islanma ise, tekstil materyalinin suyla ilk temas ettiği andaki gösterdiği davranış olarak tanımlanmıştır [14, 15, 21].

Giysilik kumaşlardan beklenen, vücuttan teri uzaklaştırıp kuru ve konforlu olmasını sağlamaktır. İplik, kumaş gibi lifli yapılardaki sıvı iletimi kılcallık yoluyla gerçekleşmektedir. Gözenekli bir yapıda Washborn aşağıdaki denklemi önermiştir;

$$h=a.t^{0.5} \quad (2)$$

Bu denklemde;

h: emilim yüksekliği (m)

a: kılcal sıvı transfer sabiti

t: sıvı emilme süresi (sn) olarak verilmektedir.

Daha sonraları Laughlin, denklemdeki sıvı emilme süresinin (t) üssünün bazı sıvılarda 0.5'in altında bir değer olması gerektiğini görmüş ve denklemi aşağıdaki hale getirmiştir;

$$h=a.t^k \quad (3)$$

Bu denklemde;

k: farklı tip kumaşlarda 0.5'in altında olabilecek bir sabit

Denklemler, kılcallık kuvvetinin, kılcal bir kanal içerisinde sıvıya ilerleme kazandırdığını göstermektedir. Kılcallık kuvveti, kılcal kanalın, sıvıyla kılcal kanal arasındaki temas açısının oranına ve ayrıca sıvının reolojik özelliklerine bağlıdır. Yukarıdaki denklemler, tekstil materyallerinin emme davranışlarını yorumlamak için kullanılmaktadır [7, 13].

2.3. Kumaşların İslanma ve Emicilik Özelliklerinin Test Edilme Yöntemleri

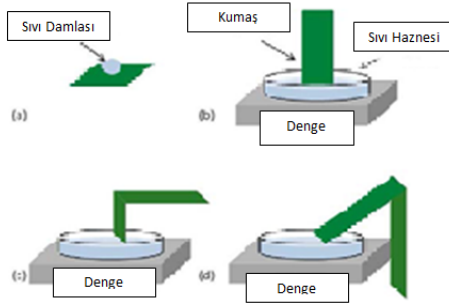
Tekstil materyallerinin ıslanma ve emicilik davranışlarını araştırmak için çeşitli test yöntemleri kullanılmaktadır. Damlama (drop test) ve uzunlamasına yapılan emicilik testleri (longitudinal) bu yöntemlerden ikisidir [15].

Damlama testi, test edilecek tekstil materyalinin bir sıvı damlatma aparatı altına yerleştirilmesi ve zamanla damlayan sıvının tekstil materyali tarafından emilmesinin gözlenmesi ve kaydedilmesi esasına dayanılarak gerçekleştirilen bir yöntemdir. Bu test sayesinde test edilen kumaş numunesinin sıvı emicilik özelliği kolaylıkla tespit edilebilmektedir.

Uzunlamasına yapılan emicilik testleri ise üç sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar; dikey yukarı yönde (vertical upward), dikey aşağı yönde (vertical downward) ve yatay emicilik testleridir [15, 16].

Uzunlamasına yapılan emicilik testlerinde, test edilecek kumaşlar bir destek aparatına istenilen yönde asılır ve sıvı dolu bir hazneye sarkıtılır. Zamanla kumaşın emdiği sıvı gravimetrik emicilik sistemi (GATS), elektronik sensörler ve hatta optik cihazlar vasıtasıyla kaydedilir ve bu sayede gözlem yapılır [15, 16].

Şekil 3'de damlama, dikey ve yatay emicilik test mekanizmaları şematize edilmiştir.



Şekil 3. Kumaş İçerisine Sıvı Transferini Gözlemlemek İçin Yapılan Test Kurulumları a.) Damlama Testi b.) Dikey Yukarı Yönde Emicilik Testi c.) Yatay Emicilik Testi d.) Dikey Aşağı Yönde Emicilik Testi (Miller Kurulumu) [15, 16]

Bu test yöntemlerinden damlama yöntemi, sınırlı sıvı kaynağına bağlı olarak gerçekleştirilir ve sonlu (limitli) haznedeki emicilik olarak sınıflandırılır. Diğer yandan batma, enine emicilik ve boyuna emicilik olarak adlandırılan yöntemler ise sonsuz haznedeki emicilik olarak sınıflandırılmaktadır. Kumaş sıvı içerisine daldırıldığında kumaşın her yönünden sıvı girişi sağlanıyorsa bu yöntem 'batma', sıvı kaynağından kumaş düzlemine dik olarak sıvı transferi gerçekleşiyorsa 'enine emicilik', sıvı kaynağına

dik bir şekilde sıvı transferi gerçekleştiriliyorsa 'boyuna emicilik' yöntemi olarak sınıflandırılmaktadır [17, 18].

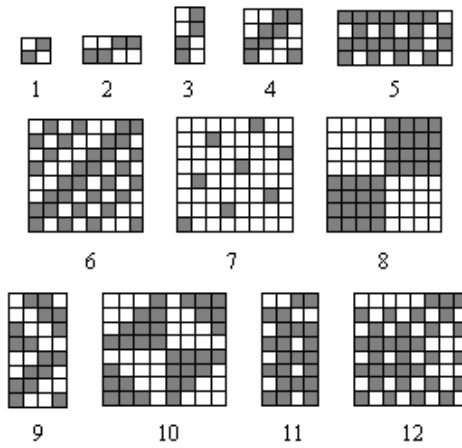
3. Literatür Araştırması

Kumaşların emiciliği, kumaşta kullanılan örgü yapısı ile ilişkilidir. Bunun yanında kumaşların emiciliğindeki değişkenlik, kumaş yapısında kullanılan iplik yapısı, kumaş konstrüksiyonundaki ipliklerin tansiyonu, iplik bükümü, ipliğin yapısında mevcut olan lif tipi ve lif şekli, iplik yapısı eğer multifilament ise yapısında bulunan filament sayısı, liflerin iplik yapısına nasıl dahil olduğu, kumaşa uygulanabilecek bitim işlemleri ve yüzey modifikasyonları ile de mümkün olabilmektedir [5,19].

Kumaşın ıslanma ve emme davranışlarını belirleyen, kullanılan hammadde cinsi ve yapısı, kullanılan sıvının cinsi ve yüzeye temas açısı, sıvının kimyasal yapısı ve liflerle olan etkileşimi gibi pek çok parametre bulunmakla beraber bu çalışmada kumaş yapısının ve kumaşın yüzey özelliklerinin ıslanma ve emme davranışlarına olan etkisi ele alınmıştır.

Babu ve arkadaşları (2012) yaptıkları deneysel çalışmada örgü yapısının, kumaşın emiciliğine olan etkisini araştırmışlardır. Kullandıkları dokuma kumaş örgülerini iki gruba ayırmışlardır. Birinci grupta; kumaşın tüm yüzeyinde eşit sıklıkta dağılım gösteren iplik yüzmelerine sahip örgüler, ikinci grupta ise yatay çizgili örgüler kullanılmıştır. Kullanılan kumaşların emicilik özellikleri, elektronik dikey emicilik test cihazı vasıtasıyla belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ikinci gruptaki (yatay çizgili) örgülü kumaşların emicilik yeteneklerinin, birinci gruptaki (iplik yüzmelerinin kumaşın her yerinde eşit dağılım gösterdiği) örgülü kumaşlara göre daha yüksek olduğunu gözlemlemiştirler[7].

Kumaş numuneleri %65 poliester %35 viskoz karışımı, 19.5 tex iplik numarasına sahip, iki katlı, çözgü sıklığı 236 ç/dm, atkı sıklığı 236 a/dm olarak 12 farklı örgü çeşidinde, aynı tezgah ayarları kullanılacak şekilde üretmişlerdir. Şekil 4'te kullanılan örgü yapıları gösterilmektedir.



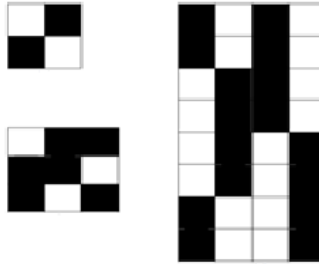
Şekil 4. ıslanma ve Emme Davranışlarının Araştırması İçin Hazırlanan Kumaş Örgüleri [7]

1, 2, 4, 5, 6, 7 numaralı örgüler iplik yüzmelerinin kumaş yüzeyi boyunca eşit dağılım gösterdiği birinci grup olarak sınıflandırılmış, geri kalan 3, 8, 9, 10, 11 ve 12 numaralı örgüler ise yatay çizgilere sahip ikinci grupta yer almışlardır. Test edilen 12 kumaş numunesinin atkı ve çözgü yönlerinde sıvıyı emmesi için (5cm yüksekliğinde) geçen süre (sn olarak) ölçülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre yatay çizgili kumaşların sıvı emicilik hızları, düzgün dağılım gösteren yüzmelere sahip kumaşların sıvı emicilik hızlarından daha yüksektir. Bunun sebebi, yatay çizgili kumaşlarda, iplik yüzmelerinin yatay çizgilerin kenarlarında yer alması ve bu durumun tüm kumaş yüzeyinde aynı şekilde gerçekleşiyor olması olarak düşünülmektedir. Bu şekilde meydana gelen düzensiz yapı, yatay çizgili kumaşların emicilik oranının daha yüksek olmasının sebebi olabilir. Ayrıca 5 ve 6 numaralı örgüye sahip kumaşlarda atkı ve çözgü yönündeki emiciliklerde az da olsa bir farklılık gözlemlenmiştir. Bunun sebebinin ise çözgü ve atkı iplikleri arasındaki gerginlik farkından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Keskin ve arkadaşları yaptıkları çalışmada aynı çözgü ve atkı sıklığına sahip bezayağı, dimi ve peştamal örgü yapılarına sahip kumaşların sıvı absorpsiyon özelliklerini incelemişlerdir. Hazırlanan kumaş numuneleri sırasıyla bezayağı örgülü (161 g/m²) 15 ç/cm ve 14 a/cm çözgü ve atkı sıklıklarında %83,5 boşluk oranına sahip, ; 2/1 dimi Z örgülü (162 g/m²) 15 ç/cm ve 14 a/cm çözgü ve atkı sıklıklarında %88,7 boşluk oranına sahip ve son olarak peştamal örgü yapısında (164 g/m²) 15 ç/cm, 14 a/cm çözgü ve atkı sıklıklarında, %91,4 boşluk oranına sahip, %100 pamuklu dokuma kumaşlardır [20].

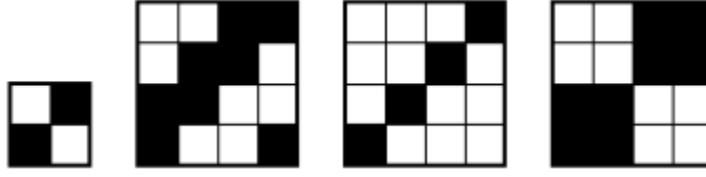
Şekil 5'te bezayağı, 2/1 dimi Z ve peştamal örgü yapıları gösterilmiştir.



Şekil 5. Desen Kağıdında Bezayağı, Dimi ve Peştamal Örgülerin Gösterilmesi [20]

Peştamal örgüler, yapısında diğer örgülere kıyasla daha fazla boşluk bulundurmalarından dolayı emicilik özelliklerinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir [20].

Özdemir (2017) yaptığı deneysel çalışmada Nm 34/1 iplik numarasına sahip modal ve lyocell ipliklerinden 24 farklı kumaş numunesi kullanmıştır. Kullandığı modal ipliklerinin bükümü 714 tpm, lyocell ipliklerinin bükümü ise 808 tpm'dir. Kullandığı örgü çeşitleri; bezayağı, 2/2 dimi, 1/3 dimi ve 2/2 panama örgüleridir. Bezayağı örgü kullanılan kumaşlarda 24 ç/cm çözgü sıklığında 14, 18 ve 22 a/cm atkı sıklığında numuneler üretilmiştir. 2/2 dimi, 1/3 dimi ve 2/2 panama örgülerde 32 ç/cm çözgü sıklığı ve 18, 22, 26 a/cm atkı sıklığı kullanılmıştır. Şekil 6'da kullanılan örgülerin desen kağıdında çizimleri verilmiştir [21].



Şekil 6. Kumaş Örgülerinin Desen Kağıdında Gösterilmesi [21]

Elde edilen bulgulara göre hammadde olarak lyocell kullanılan kumaş numunelerinin emicilik yükseklikleri modal kullanılanlara oranla daha fazladır. Bunun sebebi, lyocell liflerinin daha yüksek oranda fibriler (kılcal) yapı barındırmasıdır. Bu sayede su molekülleri lyocell kullanılan kumaşlara daha kolay diffüze olabilmektedir.

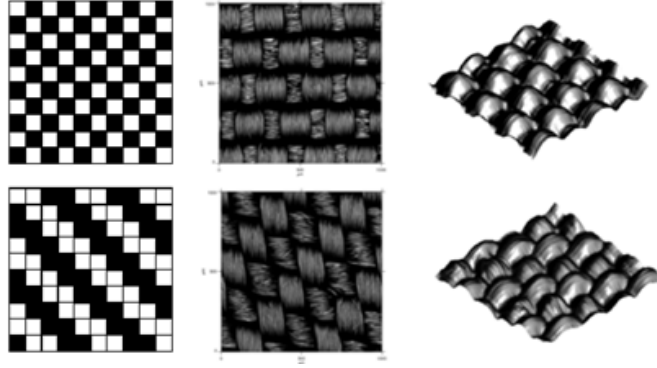
Örgü yapılarının emicilik davranışları kıyaslandığında; 1/3 dimi örgü kullanılarak üretilen kumaşlar en yüksek emme yüksekliğine sahip kumaş numuneleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sebebi ise, 1/3 dimi örgülerde 1 çözgü ipliğinin 3 atkı ipliği üzerinden yüzmesi ve 3 atkı ipliği altından geçmesi sayesinde ipliklerin daha az kıvrıma sahip olmaları ve daha düzgün ipliklerin sıvının yayılmasına (yükselmeye) daha az dirençli olmalarından kaynaklanmaktadır. Öte yandan bezayağı örgülü kumaşlar ise en düşük emilim yüksekliğine sahiptir. Bunun sebebi, çözgü ve atkı ipliklerinin her birinin birbiri üzerinden geçmesi ve bu yüzden ipliklerin kıvrımlılığının artmasıdır. İplik bağlantı noktalarında ipliklere uygulanan basınç artacaktır. Bu sebeple emilim yüksekliği/kumaşın emme kabiliyeti azalacaktır. 2/2 panama örgü, yapısında ortalama olarak eşit miktarda yüzen iplik barındırmasına rağmen 2/2 dimi ve 1/3 dimi örgülerden daha düşük emilim yüksekliğine sahiptir. Bunun sebebi, iplik kesişim ve iplik bağlantı noktaları düzeninin bezayağı örgüye benzer olmasıdır.

Örgü yapısından bağımsız olmak üzere çözgü sıklığı arttıkça kumaşların gözenekliliği azalacağından, kumaşların emicilik kabiliyetleri azalmaktadır. Atkı sıklığı fazla olan kumaşlarda ise çözgü yönündeki emilim, atkı yönündeki emilimden daha düşüktür. Çünkü atkı sıklığı arttıkça çözgü ipliklerinin kıvrımlılığı artmakta ve bu kıvrımlı yapı emilime direnç göstermektedir.

Örgü yapısının değiştirilmesi ile kumaşın yüzey topografik özellikleri değişmektedir. Kumaş yüzeyinin biçimi, düzgün ya da pürüzlü olması, kumaşın fonksiyonel özelliklerini belirleyebilmektedir. Kumaşın görünüşü ve tuşesi, kumaşın ıslanma özellikleri, lekelenme ve kir tutma davranışları, kolay veya zor temizlenebilmesi kumaş yüzey biçiminin belirleyebildiği özelliklerdendir [22].

Calvimontes ve ark. yaptıkları deneysel çalışmada bezayağı ve dimi örgülerinin topografik yüzeylerini ve buna bağlı olarak sıvı alma kabiliyetlerini incelemişlerdir. Bulgularına göre, bezayağı örgünün sıkı yapısı ve fazla atkı sıklığı, kumaşın daha az boşluklu yapıda olmasını sağlamıştır. Bu durum kumaşın üzerine uygulanan sıvının absorpsiyonunu zorlaştırmıştır. Dimi örgüde ise nispeten daha boşluklu olan kumaş yapısı sıvı penetrasyonunun daha kolay gerçekleşmesine olanak sağlamıştır [22].

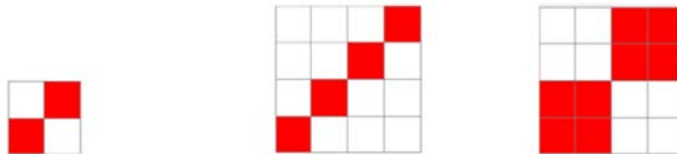
Şekil 7'de kullanılan bezayağı ve dimi örgülerin desen kağıdında, mikroskobik ve 3 boyutlu morfolojik olarak gösterimleri mevcuttur.



Şekil 7. Bezayağı ve Dimi Örgülerin Desen Kağıdında, Mikroskobik ve 3 Boyutlu Morfolojik Görüntüleri [22]

Nassar K. ve ark. yaptıkları deneysel çalışmada her biri 72 ç/cm çözgü sıklığına sahip olan, atkı sıklıkları 40, 36, 32 a/cm olarak değişen, Bezayağı, 2/2 panama ve 1/3 dimi örgüler kullanılarak üretilen 9 adet dokuma kumaş numunesinin dikey ve yatay emicilik oranlarını incelemiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre, 2/2 panama ve 1/3 dimi örgülerin dikey emicilik oranları aynı atkı ve çözgü sıklıklarına sahip olan bezayağı örgüyle kıyaslandığında daha yüksek olarak gözlemlenmiştir. Bunun sebebi, 2/2 panama ve 1/3 dimi örgülerin yapısındaki boşluk miktarının bezayağı örgüye nazaran daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü daha fazla boşluk sıvının kumaş içerisine nüfuz etmesine daha kolay izin verecektir. Ayrıca dikey emiciliğin öncelikli olarak kılcallık olgusuna dayanıyor olması ve boşluklu yapıların daha fazla kılcallık geçişine izin vererek daha yüksek oranda emiciliğe sebep olduğu düşünülmektedir. Bezayağı örgülü kumaş numunelerinin dikey emicilik test sonuçları 0,2 mm/sn, 2/2 panama örgülü kumaş numunelerinin 0,4mm/sn ve 1/3 dimi örgülü kumaş numunelerinin 0,5 mm/sn olarak gözlemlenmiştir [22]. Dikey emicilik test sonuçlarına göre bezayağı örgüye nispeten daha fazla ortalama yüzme uzunluğuna sahip olan 1/3 dimi ve 2/2 panama örgülü kumaşların emiciliğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yatay emicilik testinde ise bezayağı örgülü kumaşın 12,9 mm/sn, 2/2 Panama örgülü kumaşın 9,8 mm/sn ve 1/3 dimi örgülü kumaşın 8,7 mm/sn olduğu gözlemlenmiştir. Buna göre bezayağı örgünün emicilik oranı 2/2 panama ve 1/3 dimi örgülere göre daha fazladır. Dimi ve panama örgülerde 4 iplikte 1 adet bağlantı noktası bulunurken, buna karşın bezayağı örgüde 2 iplikte 1 adet bağlantı noktası yer almaktadır. Bu durum bezayağı örgünün bağlantı sayısının diğer örgülerin 2 katı olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak yüksek orandaki yatay emicilik, bağlantı noktalarının sıvı iletiminde adeta birer iletim noktası gibi davranarak yatay emiciliği arttırdığını göstermektedir [23]. Şekil 8'de kullanılan örgü yapılarının desen kağıdında gösterimi mevcuttur.



Şekil 8. Bezayağı, 1/3 Dimi ve 2/2 Panama örgülerin raporlarındaki bağlantı noktaları [23]

Ayrıca 2/2 panama örgünün 1/3 dimi örgüye göre yüksek yatay emicilik oranına sahip olmasının sebebi ise (aynı örtme faktörüne sahip olmalarına rağmen) sepet örgüdeki yüzme miktarının 1/3 dimiden daha fazla olmasıdır.

4. Sonuç

Dokuma kumaşlarda kullanılan örgü yapıları dokuma kumaşın yalnızca estetik özelliklerini değil, aynı zamanda ıslanma, emicilik, ısı özellikleri gibi fiziksel özellikleri üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Kumaşların konfor özellikleri kullanıcı açısından oldukça büyük öneme sahiptir. Kumaş konforunu doğrudan etkileyen; kumaşın ıslanma, emicilik kabiliyeti, ısı özellikleri ise kumaşta kullanılan örgü yapısıyla değiştirilebilmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde; dokuma kumaşlarda kullanılan örgü yapılarının, kumaşların emiciliği, ısı geçirgenliği, ısı direnci gibi özelliklerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar var olmakla beraber, bu konuda yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu gözlemlenmiştir. Bu derleme çalışmasında literatürde var olan çalışmalar ele alınmıştır. Ayrıca konuyla ilgili önemli teorik bilgiler aktarılmaya çalışılmıştır. Konunun bir derlemesi yapılarak ileride yapılacak çalışmalara teşvik edici nitelikte olması amaçlanmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda, özellikle farklı yüzme uzunluğu oranlarına sahip olan örgüler kullanılarak sistematik olarak üretilecek dokuma kumaşların ıslanma, emicilik ve ısı özellikleri üzerine kapsamlı bir araştırma yapılabilmesi mümkün olacaktır.

Referanslar

1. Grosicki ZJ. *Watson's Textile Design and Colour*. 7th edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited; 2004. p. 1-5.
2. Anderson K. It's not Just an Aesthetic Decision: Choosing the Right Weave Design. 2017 [cited 2019 January 4]. Available from: <http://techexchange.com>.
3. Schiefer HF. Effect of Weave on the Properties of Cloth. Part of Bureau of Standards Journal of Research, 1933;11:441-51.
4. Emirhanova N, Kavusturan Y. Effects of Knit Structure on the Dimensional and Physical Properties of Winter Outerwear Knitted Fabrics. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2008;16(2):69-74.
5. Sarıcam C, Kadaoğlu F. Investigation of the Wicking and Drying Behaviour of Polyester Woven Fabrics. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 2014;22,(105):73-78.
6. Patnaik A, Rengasamy RS, Kothari VK, Ghosh A. Wetting and Wicking In Fibrous Materials. *Textile Progress*, 2006;38(1):1-17.
7. Babu RV, Ramakrishnan G, Subramanian VS, Lakshmi K. (2012). Analysis of Fabrics Structure on the Character of Wicking. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2012; 7(3):24-27.
8. Harnett PR, Metha PN. Survey and Comparison of Laboratory Test Methods for Measuring Wicking. *Textile Research Journal*, 1984;54(7):471-478.
9. Schick MJ. The Wetting of Fibers, in *Surface Characteristics of Fibers and Textiles Part II*. 1st edition. New York, Basel, Marcel Dekker Inc; 1977. p 417
10. Miller B, Young RA. Methodology for Studying the Wettability of Filaments. *Textile Research Journal*, 1975;45(5):359-365.
11. Saville PB. *Comfort in Physical Testing of Textiles*. 1st edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited; 1999. p. 227.
12. Adam NK. *Solid Surfaces: General Properties in the Physics and Chemistry of Surfaces*. Dover, 1968;18(4):179.

13. Simile CB. Critical Evaluation of Wicking in Performance Fabrics, Ph.D. Thesis, Georgia Institute of Technology, USA, 2004.
14. Harnett PR, Mehta PN. A Survey and Comparison of Laboratory Test Methods for Measuring Wicking. *Textile Research Journal*, 1984;54(1):471-478.
15. Owens T. Engineering Amphiphilic Fabrics for Microfluidic Applications, Ph.D. Thesis, Georgia Institute of Technology, USA, 2011.
16. Miller B. Critical Evaluation of Upward Wicking Tests. *International Nonwovens Journal*, 2000;9:35-40
17. Kissa E. Wetting and Wicking. *Textile Research Journal*, 1996;66(10):660-668
18. Aşkın S. Pamuklu Havlu Kumaşlarda Performans Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
19. Nyoni AB. Liquid Transport in Nylon 6.6 Woven Fabrics Used for Outdoor Performance Clothing. *Advances in Modern Woven Fabrics Technology*. 1st edition, InTech, 2011, p.211- 240.
20. Keskin R, Palamutcu S, Kara S. Absorbency Characteristics of Peshtamals: Traditional Turkish Woven Clothes. *Annals of the University of Oradea Fascicle of Textiles, Leatherwork, Romania*, 2014.
21. Özdemir, H. Permeability and Wicking Properties of Modal and Lyocell Woven Fabrics Used for Clothing. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2017;12(1):12-21.
22. Calvimontes A, Badrul HM, Dutschk V. Effects of Topographic Structure on Wettability of Differently Woven Fabrics. *Textile Research Journal*, 2008;78:996.
23. Nassar K, Abou-Taleb EB. Effect of Selected Fabric Construction Elements on Wicking Rates of PET Fabrics, *Journal of Textile Science Engineering*, 2014;4:158
24. Available from: <https://www.masterbond.com/techtips/surface-wetting> [cited 2019 January 4].



**Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa
Bilimleri Dergisi**
Usak University Journal of Science and Natural Sciences

<http://dergipark.gov.tr/usufedbid>



Kitap İncelemesi / Book Review

**Ecological Modelling Applied to Entomology
(Ekolojik Modellemenin Entomolojide Uygulanması)**

Editors: Cláudia P. Ferreira Wesley A.C. Godoy

ISBN: 978-3-319-06876-3 **ISBN:** 978-3-319-06877-0 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-319-06877-0

Publisher: Springer International Publishing Switzerland

Year: 2014

Hakan Bozdoğan¹

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 40100, Kırşehir, Türkiye.

Abstract

In this study book titled Ecological Modelling Applied to Entomology edited by Cláudia P. Ferreira and Wesley A.C. Godoy was reviewed.

Keywords: Ecological modelling, entomology, book review.

Özet

Bu çalışmada editörlüğü Cláudia P. Ferreira ve Wesley A.C. Godoy tarafından yapılan Ecological Modelling Applied to Entomology isimli kitabın incelemesi yapılmıştır.

Keywords: Ekolojik modelleme, entomoloji, kitap eleştirisi.

©2019 Usak University all rights reserved.

Kitap İncelemesi/Book Review

Yazarlar, önsözde, neotropik zonun 8 önemli zoocoğrafik alandan biri olduğunu vurgulamışlar, öyle ki dünya böceklerinin yaklaşık üçte birinin bu sahada yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ekolojik süreçlerin tanımlanmasında ve eğilimlerinin öngörüsünde matematiksel modellere gereksinim duyulduğunu savunan yazarlar, popülasyonların ve komünitelerin epidemiyolojik ve trofik ağlarının incelenmesinde matematiksel formülasyonların yoğunlukla kullanıldığını bildirmişlerdir.

*Corresponding author:

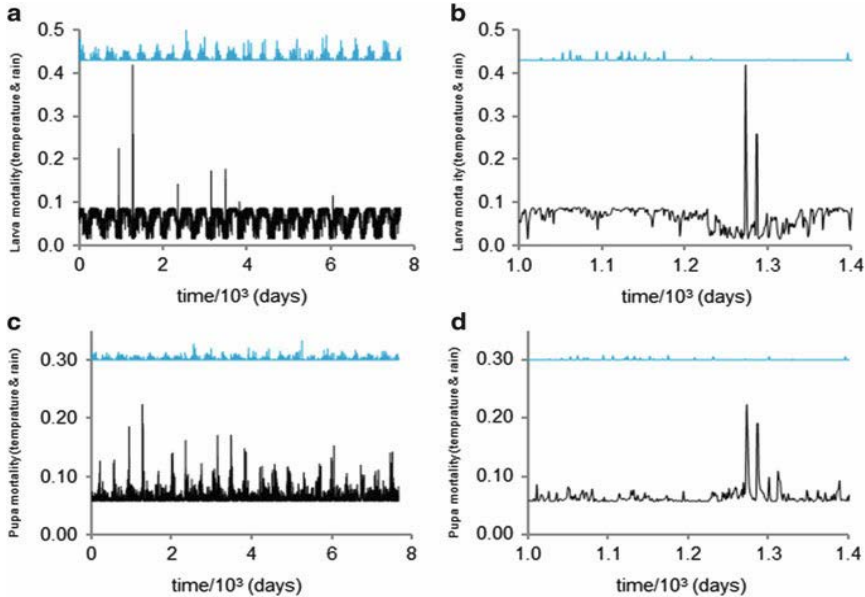
E-mail: hakan.bozdogan@ahievran.edu.tr

Ekolojik devirler boyunca pek çok evrilleşme ve adaptasyona maruz kalan bu büyüleyici canlılar (böcekler) doğada çok farklı habitatlarda yaşayabilme ve değişen çevre koşullarına uyum sağlayabilme yeteneğine sahiptirler [1].

Verhulst (1838), Thompson (1924), Lotka (1925) ve Volterra, matematiksel modelleme ve formülasyonları, eklembacaklılardaki türler arası populasyon ve etkileşimleri yorumlamada kullanan öncü ekolojist teoristlerdir. Takip eden süreçte Nicholson (1933), böcekler için konukçu-parazitoid etkileşiminde kullanılan ilk modeli önermişlerdir [2,3,4,5].

Takvimler 1985'i gösterdiğinde Prout and Mc Chesney (1985) larval dönemde *Drosophila melanogaster* türünün doğurganlığını azaltıcı ve larval dönemde hayatta kalabilme yetisini düşürücü matematiksel bir formülasyon geliştirmiştir. Bu teori et sineklerinin biyolojik istilasının modellenmesinde çokça kullanılan bir matematiksel öge haline gelmiştir (Serra et al. 2007; Coutinho et al. 2012; Moretti et al. 2013). Benzer yaklaşımla, Dennis et al. (1995), *Tribolium castaneum* türündeki yumurta, larva ve pupa dönemlerindeki ekolojik eşitlik kalıplarını teorik ve deneysel araştırmalarla kombine ederek LPA modelini önermiş ve söz konusu model ile bu alanda yapılacak olan çalışmalara esas olacak çağ niteliğinde bir devir açmıştır [6,7,8,9,10].

Sıcaklığa bağlı ekolojik parametreler, kurulan eşitlik ve grafiklerle kapsamlı bir şekilde izah edilmeye çalışılmıştır. Eşitlik ve denklemlerdeki simgelerin tablolar halinde verilmesi eserin akıcılığını artırmıştır (Şekil 1.).



Şekil 1. Sıcaklığa bağlı μ_1 (a,b) μ_p (c,d) ve yağmur düşümüne karşılık gelen parametreler.

Akuatik böceklerin metakomunitelerinin modellenmesinde kullanılan analitik yaklaşımlar, River in Vertebrate Prediction and Classification System (RIVPACS) modeli altında birleşmiştir. Etkin sonuçlar alınan ve süreç içerisinde daha da geliştirilen RIVPACS modeli bugün günümüzde pek çok ülkede kullanılmaya başlanmıştır. RIVPACS benzeri çoğu model, içerisinde; kümelenme algoritması, çevre koşullarının değişkenliği, yeni lokasyonlardaki taksonomik kompozisyon, beklenen ile gözlenen değerler arasındaki farkın değerlendirilmesi gibi birçok olguları kapsamaktadır [11,12,13].

Eserde formül ve tablolarla açıklanmaya çalışılan Quasi olasılığı, abartılı dağılım modelleri ve Poisson modeli ilgi çekici başlıklar arasındadır. Eser ayrıca günümüz böcek bilimcilerinin daha analitik parametrelerle sonuç almasına olanak sağlaması açısından ender bir kaynak durumundadır. Çeşitli yaşam evrelerini ve fizyolojik döngüleri matematiksel bir yaklaşım ile sayısallaştırmak, daha analitik sonuçların elde edilebilmesi adına son derece önem arz etmektedir. Entomolojiyi matematikle barıştıran ve 9 bölümden oluşan bu eser, lisans ve lisansüstü eğitim gören araştırmacılar için sıra dışı bir başvuru kaynağı niteliğindedir.

Kaynaklar

1. Carpenter FM. The geological history and evolution of insects. *Am Sci* 41:256–270. *Annu Rev Entomol*,1953; 47:817–844.
2. Verhulst PF. Notice sur la loi que la population poursuit dans son accroissement. *Correspondance mathématique et physique*,1838, 10:113–121.
3. Thompson WR. La theory mathématique de l'action des parasites entomophages et le facteur du hasard. *Annales Faculte des Sciences de Marseille*,1924, 2:69–89.
4. Lotka AJ. *Elements of physical biology*. Williams & Williams Company, 1925, Baltimore.
5. Nicholson AJ. The balance of animal populations. *J Anim Ecol*, 1933, 2:131–178.
6. Prout T, McChesney F. Competition among immatures affects their adult fertility: population dynamics. *Am Nat*, 1985, 126:521–558.
7. Serra H, Silva ICR, Mancera PFA, Faria LDB, Von Zuben CJ, Von Zuben FJ, Reis SR, Godoy WAC. Stochastic dynamics in exotic and native blowflies: an analysis combining laboratory experiments and a two-patch metapopulation model. *Ecol Res*, 2007, 22:686–695.
8. Coutinho RM, Godoy WAC, Kraenkel RA. Integrodifference model for blowfly invasion. *Theor Ecol*, 2012, 5:363–371.
9. Moretti AC, Coutinho RM, Moral RA, Ferreira CP, Godoy WAC. Quantitative and qualitative dynamics of exotic and native blowflies (Diptera: Calliphoridae) with migrations among municipalities. *Community Ecol*, 2013, 14:249–257.
10. Dennis BR, Desharnais A, Cushing JM, Costantino RF. (Nonlinear demographic dynamics: mathematical models, statistical methods and biological experiments. *Ecol Monogr*,1995, 65:261–281.
11. Wright JF, Sutcliffe DW, Furse MT. Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. *Freshwater Biological Association*, 2000, London.
12. Hawkins CP. Quantifying biological integrity by taxonomic completeness: its utility in regional and global assessments. *Ecol Appl*,2006, 16:1277–1294.
13. Hawkins CP, Cao Y, Roper B. Method of predicting reference condition biota affects the performance and interpretation of ecological indices. *Freshw Biol*, 2010, 55:1066–1085.